



Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева
Казахский национальный аграрный исследовательский университет
Ошский Государственный Университет
Совет молодых учёных и специалистов РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева



Международная научная конференция молодых учёных и
специалистов, посвящённая 160-летию
Тимирязевской академии
Сборник статей. Том 2

Москва
2025

УДК 63
ББК 4
М 34

Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 160-летию Тимирязевской академии, г. Москва, 2-4 июня 2025 г.: сборник статей. Том 2 / Коллектив авторов [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые, граф. данные (29,8 Мб). – Москва: Издательство РГАУ - МСХА, 2025. – 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM). – Систем. требования: ПК 500 и выше; 256 Мб ОЗУ; Windows XP; SVGA с разрешением 1024×768; AdobeAcrobat; CD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с экрана.

Редакционная коллегия

Проректор по научной работе РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, д.б.н., профессор РАН **М.И. Селионова**. Начальник управления научной и инновационной деятельности РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, доцент, к.п.н., **Л.В. Верзунова**. Председатель Совета молодых учёных и специалистов РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, доцент кафедры частной зоотехнии, к.с.-х.н. **В.В. Малородов**. Председатель СМУ КазНАИУ, заведующий кафедрой «Клиническая ветеринарная медицина», PhD **К.Д. Алиханов**. Председатель Молодежного совета ученых Ошского Государственного Университета, преподаватель кафедры общей психологии **Э.К. Сагынбаев**. Заместитель председателя СМУиС, руководитель СМУиС института агробиотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, к.б.н. **Р.И. Тараканов**. Руководитель СМУиС института садоводства и ландшафтной архитектуры РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева **Э.Р. Мурзина**. Руководитель СМУиС института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова (по экологическому направлению) РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, **Н.А. Александров**. Руководитель СМУиС института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова (по мелиоративному направлению) РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева **Т.Ю. Жукова**. Руководитель СМУиС института экономики и управления АПК (по гуманитарному направлению) РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, к.и.н. **С.А. Миронюк**. Руководитель СМУиС института экономики и управления АПК (по экономическому направлению) РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева **В.С. Токарев**. Руководитель СМУиС института механики и энергетики имени В.П. Горячкина РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, к.т.н. **А.С. Гузалов**. Руководитель СМУиС института зоотехнии и биологии (по зоотехническому и биологическому направлению) РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева **Р.А. Иволга**. Руководитель СМУиС института зоотехнии и биологии (по ветеринарному направлению) РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева **Латынина Е.С.** Руководитель СМУиС Технологического института РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева **Куприй А.С.**

Организаторы конференции: Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; Казахский национальный аграрный исследовательский университет; Ошский Государственный Университет; Совет молодых учёных и специалистов РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Сборник содержит статьи по материалам докладов участников **Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 160-летию Тимирязевской академии**, проводившейся 2-4 июня 2025 г. на базе ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева. Издание представляет интерес для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов, руководителей и специалистов АПК.

ISBN 978-5-9675-2106-5

© Коллектив авторов, 2025

© ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ИНСТИТУТ ЗООТЕХНИИ И БИОЛОГИИ.....	17
СЕКЦИЯ: ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА И БИОБЕЗОПАСНОСТЬ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ.....	17
Елчев Б.И. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОНУТРИЕНТНОГО ПРОФИЛЯ И АНТИОКСИДАНТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЭКСТРАКТОВ СЛАДКОГО И КОНСКОГО КАШТАНА.....	17
Латынина Е.С. ТЕРАПИЯ СИНДРОМА ПОСЛЕРОДОВОЙ ДИСГАЛАКТИИ СВИНЕЙ.....	21
Козак Ю.А. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ДЕЗИНФЕКЦИИ ЦЕХА ПРИ ВЫНУЖДЕННОМ УБОЕ ПТИЦЫ.....	23
Волкова Е.П., Козак Ю.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ВЕТЕРИНАРНО – САНИТАРНАЯ ОЦЕНКА ФЕРМЕРСКОГО МОЛОКА.....	25
Кондрашкин М.А. ПОКАЗАТЕЛИ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ МОЛОДНЯКА КРОЛИКОВ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ МУЛЬТИВИТАМИННОЙ ДОБАВКИ «НУТРИСЕЛ».....	28
Антонова Д.А., Сычева И.Н. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАМАДОЛА В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ОБЕЗБОЛИВАНИИ У СОБАК.....	31
Секеров Д.Б. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ МОРФОЛОГИИ ЭМБРИОНОВ.....	33
Садыхов Э.Ф. ИЗМЕНЕНИЕ ИММУНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ПОРОСЯТ НА ДОРАЩИВАНИИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИММУНОСТИМУЛЯТОРОВ.....	37
Четвергова И.Г. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕРЕПЕЛИНЫХ ЯИЦ ПОРОД ОМСКАЯ И РАДОНЕЖСКИЕ.....	40
Васильева А.С., Баранович Е.С. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ.....	42
Елфимова С.А., Павлова М.А., Акчурин С.В. НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЕ.....	44
Градова Ю.В., Ковалев С.П. ЛОБЭКТОМИЯ ПРИ ГНОЙНО-НЕКРОТИЧЕСКОЙ ПНЕВМОНИИ У КОШКИ.....	47
Шмаренкова Ю.С., Акчурин С.В. ОЦЕНКА ЗНАЧЕНИЯ МЕТОДА ВЫЧИСЛЕНИЯ КАРДИОВЕРТЕБРАЛЬНОГО ИНДЕКСА РЕНТГЕНОДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕРДЦА У СОБАК.....	50

Степанова С.П. СОДЕРЖАНИЕ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (МАССОВАЯ ДОЛЯ СВИНЦА, КАДМИЯ, МЫШЬЯКА, РТУТИ) В МЯСЕ ЦЕСАРОК РАЗНЫХ ПОРОД В ПРОЦЕССЕ ВЫРАЩИВАНИЯ.....52

СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЩЕЙ И ЧАСТНОЙ ЗООТЕХНИИ».....54

Малородов В.В. ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТИНА ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ БРОЙЛЕРОВ В ПТИЧНИКАХ С РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ЦИРКУЛЯЦИИ ВОЗДУХА.....54

Голентовский Д.Н., Малородов В.В. ВЫСОТА ГЛУБОКОЙ ПОДСТИЛКИ В ПТИЧНИКЕ, КАК ФАКТОР ЗООГИГИЕНИЧЕСКОГО И ПРОДУКТИВНОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ ПЕРЕПЕЛОВ.....58

Фонт Пуэнте Х., Малородов В.В. ТЕПЛОВОЙ СТРЕСС КУР-НЕСУШЕК: ОБЗОР НА КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ.....61

Белинский А.А. ГЕМАТОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛАДОЖСКОЙ ПАЛИИ, ВЫРАЩИВАЕМОЙ В ХОЛОДНОВОДНОМ БАССЕЙНОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....62

Желанкин Р.В., Сычёва И.Н. УСПЕШНЫЙ ОПЫТ ГОРМОНАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ НЕРЕСТА ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ.....65

Кандыбин А.А., Бубунец Э.В. ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ В ВОДЕ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ КАРПОВЫХ РЫБ ВНУТРИ ГЕРМЕТИЧНЫХ ЕМКОСТЕЙ.....67

Колчева А.И., Цыганок И.Б. АНАЛИЗ БИОМЕХАНИКИ ДВИЖЕНИЙ ЛОШАДЕЙ ЧИСТОКРОВНОЙ ВЕРХОВОЙ ПОРОДЫ.....71

Олесюк А.П., Сергееenkova Н.А. К ВОПРОСУ ОРГАНИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ОВЦЕВОДСТВА И КОЗОВОДСТВА.....74

Пахомова Е.В., Рубцова И.С., Базаев С.О. ПОКАЗАТЕЛИ УБОЯ БАРАНЧИКОВ ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ СКРЕЩИВАНИИ РАЗНЫХ ПОРОД ОВЕЦ.....77

Пруткова П.В., Науменко И.В., Демин В.А. ВЛИЯНИЕ ЭКСТЕРЬЕРА НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЛОШАДЕЙ РУССКОЙ ВЕРХОВОЙ ПОРОДЫ В КОНКУРЕ.....80

Рашитова Д.И., Демин В.А. ТАТАРСКАЯ ПОРОДА ЛОШАДЕЙ: ОБЗОР ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ.....83

Сафиулина Г.С., Малородов В.В. НОРМИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА В БРОЙЛЕРНОМ ПТИЦЕВОДСТВЕ (ОБЗОР).....86

Сергееenkova Н.А., Олесюк А.П. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ WELFARE В ОРГАНИЧЕСКОМ ПТИЦЕВОДСТВЕ.....88

Степанов Г.Г., Маннапов У.А., Храпов П.М. ИНТЕГРАЦИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ОЧИСТКИ ВОСКА И АТТРАКТАНТОВ: БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЛЯ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ.....92

Чекмарев В.В. НАПОЛЬНАЯ ЯЙЦЕКЛАДКА В РОДИТЕЛЬСКОМ СТАДЕ БРОЙЛЕРОВ: ПРИЧИНЫ, ПОСЛЕДСТВИЯ И МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ.....96

СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗООЛОГИИ; МОРФОЛОГИИ И ФИЗИОЛОГИИ ЖИВОТНЫХ».....98

Озман А., Маннапов А.Г. БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СИРИЙСКИХ И КАРПАТСКИХ ПЧЕЛ.....98

Блохин И.Г., Кидов А.А. ВЫХОД СЪЕДОБНЫХ ЧАСТЕЙ У PELOPHTHALX RIDIBUNDUS ИЗ НАТИВНОЙ И ПРИОБРЕТЁННОЙ ЧАСТЕЙ АРЕАЛА.....100

Лужных Л.В., Дёмина Т.С., Веселова Н.А. АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ РОСОМАХ, GULO GULO LINNAEUS, 1758 ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВЕТЕРИНАРНЫХ ТРЕНИНГОВ.....104

Гурьянов С.И., Булгаков Е.А., Матушкина К.А. АНАЛИЗ СИНХРОНИЗАЦИИ ПОВЕДЕНИЯ В СОЦИАЛЬНЫХ ГРУППАХ ПОЛУВОЛЬНОЙ ПОПУЛЯЦИИ ЛОШАДИ ПРЖЕВАЛЬСКОГО.....108

Ерашкин В.О., Андреева К.И., Страхова Е.Д., Кидов А.А. АНАЛИЗ РОСТА МОЛОД И ЯЩЕРИЦЫ БРАУНЕРА (DAREVSKIA BRAUNERI, REPTILIA, LACERTIDAE) ПРИ ИНДИВИДУАЛЬНОМ ВЫРАЩИВАНИИ.....111

Иванов А.А., Никонова В.Р., Балашова А.О., Ерашкин В.О., Кидов А.А. К РЕПРОДУКТИВНОЙ БИОЛОГИИ КОЛХИДСКОЙ ВЕРЕТЕНИЦЫ В БОРЖОМСКОМ УЩЕЛЬЕ.....115

Иволга Р.А., Гудирова Д.В., Ерашкин В.О., Иванов А.А., Кондратьева Т.Э., Мальнов Д.А., Орлова С.С., Петровский А.Б., Кидов А.А. О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНДЕКСОВ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОСТИ ТЕЛА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОДВИДОВ ВОСТОЧНОЙ КВАКШИ, NYLAORIENTALIS (AMPHIBIA, ANURA, NYLIDAE).....118

Кирова К.М., Матушкина К.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕПРОДУКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗЕЛЁНЫХ ЖАБ РОДА BUFOTESRAFINESQUE, 1815 В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ.....120

Кондратьева Т.Э., Черненко Т.А., Гурьева М.М., Гуридова Д.А., Зудилина А.А., Иволга Р.А., Кидов А.А. РОСТ И РАЗВИТИЕ БАТУРСКОЙ ЖАБЫ, BUFOTESBATURAE STOECK, SCHMID, STEINLEIN, GROSSE, 1999 ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ПРЕМИКСОВ.....123

Кучерова А.О., Кидов А.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИКОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МОЛОДИ TRITURUSCARNIFEX (AMPHIBIA, CAUDATA, SALAMANDRIDAE).....126

Лопатина В.В. ВЛИЯНИЕ ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА И СИНТЕТИЧЕСКИХ АМИНОКИСЛОТ НА ПИЩЕВАРЕНИЕ И МИНЕРАЛЬНЫЙ ОБМЕН КУР-НЕСУШЕК.....	129
Мурадян Е.А. СКИПИДАРНАЯ ПРОБА КАК ИНДИКАТОР СТРЕСС-УСТОЙЧИВОСТИ У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ КРОССА СМЕНА-9 ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТРЕСС-ПРОТЕКТОРНЫХ ПРЕПАРАТОВ.....	132
Сафонова С.С. ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ У ПРЕДЛИЧИНОК РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ.....	135
Сергеенкова Н.А., Вертипрахов В.Г. СЛОЖНОРЕФЛЕКТОРНАЯ И НЕЙРОГУМОРАЛЬНАЯ ФАЗЫ ПАНКРЕАТИЧЕСКОЙ СЕКРЕЦИИ У ЦЫПЛЯТ БРОЙЛЕРОВ.....	139
Соболев М.М., Пронина Г.И. ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ОЗЕРНА СТЕПЕНЬ РАЗВИТИЯ ЖАБЕРНЫХ ТЫЧИНОК У ПЛАНКТОНОЯДНЫХ ФОРМАКТИЧЕСКИХ ГОЛЬЦОВ <i>SALVELINUS ALPINUS</i> (L.) COMPLEX (<i>SALMONIFORMES</i> , <i>SALMONIDAE</i>).....	143
Таран Е.С., Шилина К.М. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОРМЛЕНИЯ СПОРТИВНЫХ ЛОШАДЕЙ.....	145
Дат Ч.В., Пронина Г.И. МОРФОЛОГИЯ И РАЗМЕРЫ ЭРИТРОЦИТОВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЫБ.....	147
Шилина К.М., Таран Е.С. УСВОЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ГРУБЫХ КОРМОВ У ЛОШАДЕЙ.....	150
Юдин Н.К., Бубунец Э.В. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЫХОДА СЪЕДОБНЫХ ЧАСТЕЙ (МЯСА) У ДВУХ ВИДОВ РЕЧНЫХ РАКОВ.....	153
Бегенова А.Б., Бисенгалиев Р.М., Кульмагамбетов Т.И., Отепова Г.М., Бекенова А.Б. ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЭДИЛЬБАЕВСКОЙ ПОРОДЫ ОВЕЦ.....	155
Валавана А.А., Баранова Н.С., Королев А.А. ПРОДУКТИВНОСТЬ И ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ ПЕРВОТЕЛОК КОСТРОМСКОЙ ПОРОДЫ В УСЛОВИЯХ СПК КОЛХОЗ «РОДИНА» КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ.....	158
Дорохов В.В., Румянцева Т.Д. ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ДОМАШНИХ СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ ЯКУТИИ.....	162
Жамгочян Х., Гончаренко А.В., Кирокасян Р.Н. ГЕННО-ИНЖЕНЕРНЫЕ СТРАТЕГИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РЕКОМБИНАНТНОЙ В-СУБЪЕДИНИЦЫ ХОЛЕРНОГО ТОКСИНА (СТХВ) <i>VIBRIO CHOLERAE</i> ДЛЯ ИММУНОПРОФИЛАКТИКИ И ИССЛЕДОВАНИЙ: ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ЭКСПРЕССИИ И ОЧИСТКИ.....	164
Загарин А.Ю., Селионова М.И. НУТРИГЕНОМНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ФИТОБИОТИЧЕСКОЙ КОМБИНАЦИИ ДЛЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ.....	166

Красавина П.Н., Гладких М.Ю. ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОРОДЫ ХОТОШО КАК САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ СЕЛЕКЦИОННОЙ ГРУППЫ.....	170
Сусова Е.Е., Бубунец Э.В., Седлецкая Е.С. ОЦЕНКА СПЕРМЫ САМЦОВ ПЕЛЯДИ (COREGONUS PELED) ФГБНУ "ВНИРО" ("ВНИИПРХ").....	173
Кемпибай Л., Ксенофонтова А.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЙОДА В КОРМЛЕНИИ КУР-НЕСУШЕК.....	176
Кондобарова В.Н., Буряков Н.П. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЮПИНА БЕЛОГО В РЕЦЕПТАХ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ РЕМОНТНЫХ ТЕЛОЧЕК.....	179
Косогор А.В., Заикина А.С., Коваленко А.В., Буряков Н.П. ВЛИЯНИЕ КОРМОВОГО ХЛОРИСТОГО КАЛИЯ НА ЗООТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВЫРАЩИВАНИЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ.....	183
Ксенофонтов С.Д., Буряков Н.П. ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕНИЯ ДИАПАЗОНА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ МОЛОКА КОЗ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ЙОДОДЕФИЦИТНЫХ СОСТОЯНИЙ У ЧЕЛОВЕКА.....	186
Менберг И.В., Буряков Н.П. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЛИЯНИЯ КОРМОВОГО СРЕДСТВА «КАНОЛАК» НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ И ИНДИКАТОРЫ РУБЦА В ПЕРИОД РАЗДОЯ.....	188
Сабирова Е.С. ОСОБЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ ЕЗДОВЫХ СОБАК ПРИ НАГРУЗКАХ РАЗНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ.....	192
Феоктистова Л.А., Буряков Н.П. ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ОРГАНИЧЕСКОГО ЙОДА «САТУРАН J» НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ГОРМОНАЛЬНЫЙ СТАТУС ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ.....	194
Хавки М.Н., Шаповалов С.О. АМИНОКИСЛОТНОЕ ПИТАНИЕ И МЕТАБОЛИЗМ У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ.....	198
Хлюпин С.А., Ксенофонтова А.А. РАЗРАБОТКА КОМБИКОРМОВ РАЗНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ДЛЯ МОНГОЛЬСКИХ ПЕСЧАНОВ (MERIONESUNGUICULATUS) В УСЛОВИЯХ ЛАБОРАТОРНОГО СОДЕРЖАНИЯ.....	201
Богданов Е.В., Садовникова М.А., Соловьева О.И. СРАВНЕНИЕ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ БЫЧКОВ АБЕРДИН-АНУССКОЙ ПОРОДЫ СПОМЕСЬЮ АНГУС-ВАГЮ.....	205
Богданов Е.В., Садовникова М.А., Соловьева О.И. СРАВНЕНИЕ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ БЫЧКОВ АБЕРДИН-АНУССКОЙ ПОРОДЫ ПОМЕСЬЮ АНГУС-ВАГЮ.....	207
Чебурашкин Е.С., Лучков М.Б., Соловьева О.И. ИНТЕГРАЦИЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ САНИТАРНЫХ СИСТЕМ В ТЕХНОЛОГИЮ ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ В МОЛОЧНЫЙ ПЕРИОД.....	210

Шеховцов Г.С., Прохоров И.П. ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЕНОФОНДНОГО СТАДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КРАСНОЙ ГОРБАТОВСКОЙ ПОРОДЫ.....214

ИНСТИТУТ САДОВОДСТВА И ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ.....219

Секция: Актуальные вопросы садоводства и ландшафтной архитектуры.....219

Jbaili A., Vishnyakova A.V. A REVIEW ON THE CREATION AND USE OF GENETIC COLLECTIONS IN PROCESSING TOMATO BREEDING.....219

Ахметова Л.Р. ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ- РЕГЕНЕРАНТОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА HYDRANGEA L. К УСЛОВИЯМ EX VITRO.....222

Ануфриев С.Э., Раджабов А.К. ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА РАЗВИТИЕ УКОРЕНЕННЫХ ЧЕРЕНКОВ ПРИ ДОРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА.....225

Бакулин С.Д., Монахос С.Г., Брускин С.А. РАЗНООБРАЗИЕ ОСНОВНЫХ ТРАНСКРИПЦИОННЫХ МОРФОГЕННЫХ ФАКТОРОВ РАСТЕНИЙ.....228

Гасымзаде Н.Н. МОНИТОРИНГ УРОЖАЙНОСТИ ВЕДУЩИХ СОРТОВ ЯБЛОНИ В УСЛОВИЯХ ГУБА-ХАЧМАССКОЙ ЗОНЫ АЗЕРБАЙДЖАНА.....230

Горликов В.А., Воробьев М.В. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КОЧАННОГО САЛАТА В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО ГРУНТА КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ.....233

Земяхин М.С., Терехова В.И. ВЛИЯНИЕ СЕМЕННОГО ПРОТРАВЛИВАНИЯ КАПУСТНЫХ ЗЕЛЕННЫХ КУЛЬТУР ERUCA SATIVA MILL. И BRASSICA JUNCEA (L.) CZERN НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕЛЕННЫХ КАПУСТНЫХ КУЛЬТУР, ПОВРЕЖДАЕМЫХ ВРЕДИТЕЛЯМИ.....236

Ильин И.Э., Миронов А.А. БОТАНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, КЛАССИФИКАЦИЯ И МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ САЛАТА ПОСЕВНОГО.....239

Казаков П.О., Нечипоренко И.В., Акимова С.В. ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ЛИМОНА «ПАНДЕРОЗА» (CITRUS × PYRIFORMIS HASSK) ЗЕЛЁНЫМИ ЧЕРЕНКАМИ.....241

Лагутин А.А. ИССЛЕДОВАНИЯ САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВОСТОЯ В ГОРОДЕ МОСКВЕ НА ПРИМЕРЕ ЛИНЕЙНЫХ ПОСАДОК ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМ МЕТОДОМ С ПОМОЩЬЮ ПРИБОРА ARVOTOM.....244

Мурзина Э.Р., Монахос С.Г. СЕЛЕКЦИЯ РАПСА НА ТОЛЕРАНТНОСТЬ К ГЕРБИЦИДАМ: СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ И БУДУЩИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ.....248

Нечипоренко И.В., Казаков П.О., Акимова С.В., Севостьянов М.А. ОСОБЕННОСТИ РИЗОГЕНЕЗА IN VITRO ВОДЯНИКИ ЧЁРНОЙ (EMPETRUM NIGRUM L.).....250

Паламарчук Д.П., Акимова С.В. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ВЕРМИКУЛЬТУРЫ ПРИ АДАПТАЦИИ МИКРОРАСТЕНИЙ МАЛИНЫ КРАСНОЙ К НЕСТЕРИЛЬНЫМ УСЛОВИЯМ.....253

Бочароваа М.А. ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СРЕДНЕПЛОДНОГО ОГУРЦА В УСЛОВИЯХ ЗИМНИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕПЛИЦ.....255

Втехин А.А., Раджабов А.К., Молчанов Н.В. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ВЕЛИЧИНЫ И КАЧЕСТВА УРОЖАЯ ДОНСКИХ АВТОХТОННЫХ СОРТОВ В УСЛОВИЯХ ЗОНЫ ВИНОГРАДАРСТВА ДОЛИНЫ ДОНА.....257

Фесютин И.А., Самощенко Е.Г. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДПОСАДОЧНОЙ ДЕЗИНФЕКЦИИ ЗЕЛЕННЫХ ЧЕРЕНКОВ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР ОП 23-23 И ВСЛ 2 НА ИХ УКОРЕНЯЕМОСТЬ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ.....261

Фещенко Е.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ ФГБНУ ФНЦ САДОВОДСТВА В СЕЛЕКЦИИ НА КОЛОННОВИДНОСТЬ КРОНЫ.....266

Хуссиен М., Орлова Е.Е. РАЗРАБОТКА ПРОТОКОЛОВ КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ И АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОРНЕЙ РЕДКИХ ВИДОВ CYPRIPEDIUM L.....269

Морозова Д.Н., Протазанова П.С., Чукреев А.М. АНАЛИЗ ПЛАНИРОВКИ СКВЕРА С МЕМОРИАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ «ЕКАТЕРИНБУРГ – ГОРОД ТРУДОВОЙ ДОБЛЕСТИ».....272

Широкова М.С. ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА УСКОРЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЯРОВОГО РАПСА В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКОЙ КАМЕРЫ.....275

Шугаев Н.И. ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ПРИВИТОГО КАШТАНА СЪЕДОБНОГО (CASTANEA SP.) В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ РОССИИ КАК ОРЕХОПЛОДНОЙ КУЛЬТУРЫ.....277

Калачев П.В., Сахоненко А.Н. ОСОБЕННОСТИ ЦВЕТЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ КЛЁНОВ (ACERL.) В ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОМ САДУ ИМЕНИ Р.И. ШРЕДЕРА.....279

Батуль А., Козлова Е.А. ОЦЕНКА ДЕКОРАТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА РОДОДЕНДРОН (RHODODENDRONL.) ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОГО САДА ИМЕНИ Р. И. ШРЕДЕРА Г. МОСКВЫ.....281

ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ ИМЕНИ В.П. ГОРЯЧКИНА.....284

Секция: Инновационная техника и технологии в АПК.....284

Филимонов Д.А., Евграфов А.В. МЕТОДЫ ВНЕСЕНИЯ СТОКОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПОЛЯ.....	284
Гузалов А.С., Москвичев Д.А. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРОЛИВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ИЗМЕНЕНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ.....	288
Петрик Д.Ю. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.....	290
Москвичев Д.А. СОВРЕМЕННЫЕ ТРАКТОРЫ: КАК АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕНЯЕТ АГРАРНЫЙ СЕКТОР.....	295
Хабарина Д.С. ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ.....	297
Хабарина Д.С. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОРОШЕНИЕМ.....	301
Didmanidze O.N., Pulyaev N.N., Mustayapova A.B. METHODS AND TECHNOLOGICAL SCHEMES OF FEED PREPARATION.....	303
Заикин Е.А. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ.....	306
Заикин Е.А. СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ: СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ И МЕТОДЫ.....	311
Кривых Н.С. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ БУКСОВАНИЯ КОЛЕС ТРАКТОРА.....	314
Ерофеев И.А. ВЛИЯНИЕ ШИРИНЫ ОТВАЛА МТЗ 82.1 НА СКОРОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ УБОРОЧНЫХ ПРОЦЕССАХ В ГОРОДСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	317
Чжан С. ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ И СОРТИРОВКИ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В КИТАЕ.....	319
Васильевых Д.К., Владыкин И.Р. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ИЗМЕРЕНИЙ МНОГОФАЗНОГО ПОТОКА, РАСХОДОМЕРЫ МНОГОФАЗНЫЕ.....	321
Лалин Д.В., Исмаилов А.К., Раппа К.И., Измайлов Д.Р., Ушапов М.Д. СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДРОНОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОЙ СФЕРЫ.....	326
Терехина Ю.К. ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ: ОТ БИОГАЗА ДО УДОБРЕНИЙ.....	328

Шведов В.В. УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ: ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ.....	332
Четырко Р.Ю. ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА В АГРОСЕКТОРЕ.....	335
Парфенов М.О. ИНТЕГРАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ИТ: КАК АГРОТЕХНОЛОГИИ МЕНЯЮТ БИЗНЕС-МОДЕЛИ.....	337
Сухомлинов К.С., Митягин Г.Е. ИНТЕГРАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ИТ: КАК АГРОТЕХНОЛОГИИ МЕНЯЮТ БИЗНЕС-МОДЕЛИ.....	342
Вартанов А.Е. ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ.....	344
Прокопов М.А., Девятин С.Н., Крылов Н.Е. МОТОР-КОЛЕСО КАК ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА.....	346
Полищук В.А. ИНТЕГРАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ИТ.....	348
Рудаков М.Е., Коломыцева Е.П. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ.....	350
Малолетнев Н.А., Перевозчикова Н.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ: АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ И ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ.....	352
Малолетнев Н.А., Перевозчикова Н.В. РАЗВИТИЕ БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ: ТЕХНОЛОГИИ, ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....	355
Шабалов Д.Р., Перевозчикова Н.В. ВЛИЯНИЕ ГАЗОВОГО ТОПЛИВА ДВИГАТЕЛЕЙ СГОРАНИЯ НА ЭКОЛОГИЮ.....	356
Никитина В.Д., Перевозчикова Н.В. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН.....	359
Литвинов П.В., Ведрученко В.Р., Борисов В.А. СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ МОНООКСИДА УГЛЕРОДА И УГЛЕВОДОРОДОВ В ДВИГАТЕЛЯХ МАЛОГАБАРИТНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОРШНЯ.....	361
Дидманидзе О.Н., Анже А. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ АГРОНОМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАПАДНОЙ АФРИКИ.....	364
Худенцов А.Е. ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕГИРОВАННЫХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРООСАЖДЕННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН.....	369

Светлова Д.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПОСЕВНЫХ И УБОРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	371
Дудин Д.А., Рогов Е.В., Андреев В.Н., Крючков В.А. РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА МЕХАНИЧЕСКОЙ СЕЯЛКИ ТОЧНОГО ВЫСЕВА.....	373
Феськов А.А., Кирюшкин Р.В., Пуляев Н.Н. ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В РАЗВИТИИ ДВС.....	376
Кирюшкин Р.В., Феськов А.А., Пуляев Н.Н. ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ НАДДУВА КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.....	379
Меркелова Т.В., Девятин С.Н. ЭЛЕКТРОУСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ И ДИАГНОСТИКИ РЕСУРСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АКБ.....	380
Багметов А.А. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕКЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ 6–35 КВ.....	383
Пашинов А.П., Сафонов А.О. РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ.....	387
Пашинов А.П., Сафонов А.О. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ В ЖИДКОЕ МОТОРНОЕ БИОТОПЛИВО.....	390
Соловьева Т.А., Зажигин В.В. ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТИПОРАЗМЕРНОГО РЯДА БЫСТРОВОВОДИМОЙ СЕТИ.....	394
Соколов И.Ю., Хорошевский А.Г. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ПРОТИВОНАКИПНОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ В ТЕПЛООБМЕННОЙ АППАРАТУРЕ.....	397
Сидорова М.А., Лештаев О.В., Карлаков Д.С. ВЕРТИКАЛЬНАЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА.....	400
Каланчук И.В., Антонов С.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЯГОВЫХ УСИЛИЙ ЛИНЕЙНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ СЕКАТОРА.....	401
Каитов М.Р., Антонов С.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ДВИГАТЕЛЯ РУЧНОЙ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОЙ ПИЛЫ.....	404
Мазирова Л.Э., Антонов С.Н., Морин В.В. ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНЫХ ТЯГОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	408

Худенцов А.Е. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ВОССТАНОВЛЕНИЮ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРООСАЖДЁННЫХ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ПОКРЫТИЙ.....	410
Бычков С.А., Судник Ю.А., Сухов С.А. АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ С КЛАССИЧЕСКИМИ И СОВМЕЩЁННЫМИ ОБМОТКАМИ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ.....	412
Старовойтова Ю.В., Перевозчикова Н.В. ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ШТАТНЫХ ШУМОПОГЛОТИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ТРАКТОРОВ.....	417
Карамян А.Д., Тойгамбаев С.К. АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МТП.....	419
Скороходов Д.М., Павлов А.С. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РЕСУРСНЫХ ИСПЫТАНИЙ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА И КОРМОПРОИЗВОДСТВА.....	423
Барчукова А.С., Ветрова С.М., Бубнова С.О. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОГАЩЕННОГО МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ КАРТОФЕЛЯ.....	426
Скороходов Д.М., Опалев Д.А. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СМЕСИТЕЛЕЙ-КОРМОРАЗДАТЧИКОВ ПРИ ИХ МОДЕРНИЗАЦИИ.....	428
Торопов Л.А., Петров В.А., Дорохов П.В. ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЛОПАСТНЫХ КОЛЁС БАРАБАНОВ МОЛОТКОВЫХ ДРОБИЛОК С ПНЕВМАТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ЗАГРУЗКИ ЗЕРНА.....	431
Серов Н.В., Серов А.В. УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И УПРОЧНЕНИИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ.....	434
Горбатовский К.А., Коломыцева Е.П. ТЕСТИРУЕМОСТЬ И ОЦЕНИВАЕМОСТЬ В РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	437
Мосичкин Д.П., Коломыцева Е.П. РАЗВИТИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИГР И УЧЕБНЫХ СИМУЛЯТОРОВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НАУКАМ И ТЕХНИКЕ.....	439
Гусенникова Е.Н., Юран С.И. ВЫБОР ОСВЕТИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ БЫТОВОГО ФИТОТРОНА.....	441
Огнева Е.Д., Митягин Г.Е. УСТОЙЧИВЫЕ УПАКОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ В АГРОСЕКТОРЕ: КАК ТЕХНОЛОГИИ ПОМОГАЮТ СОКРАТИТЬ ОТХОДЫ.....	445
Самуков Н.Д., Скороходов Д.М. ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СМЕСИТЕЛЯ-КОРМОРАЗДАТЧИКА ПУТЕМ МОДУЛЬНОЙ ЗАМЕНЫ ИЗНАШИВАЕМЫХ ЧАСТЕЙ.....	447

Рожков Ю.Н. УПРОЧНЕНИЕ ПЛОСКИХ НОЖЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН МЕТОДОМ СКОРОСТНОГО ТВЧ-БОРИРОВАНИЯ.....	450
Белоусов Д.В., Казанцев С.П. РАЗРАБОТКА УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ МЕТОДОВ УПРОЧНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЭКСТРУДЕРА.....	453
Акулов А.А., Подгорный А.В., Ганжа Н.М. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ.....	455
Узлов А.А., Береснева В.Л., Пикина А.М. СНИЖЕНИЕ КОРРОЗИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СТАЛЬ ПРИМЕНЕНИЕМ ЛЕТУЧИХ ИНГИБИТОРОВ.....	458
Акулов А.А., Талдыкин Д.С., Логанов Н.В. УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	462
Баранов Е.А., Береснева В.Л., Лапсарь О.М. СИНТЕЗ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ.....	465
Ветрова С.М., Береснева В.Л. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ СИНТЕЗИРОВАННЫХ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ.....	467
Акулов А.А., Барчукова А.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОНЦЕНТРАТА СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ.....	470
Казанцев С.П., Логачев К.М. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ CVD/PVD ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ.....	474
Рябой И.А. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ ОТКАЗОВ И УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН.....	477
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ.....	478
Секция: Актуальные вопросы пищевых технологий и управление качеством.....	478
Будова А.В., Бородулин Д.М. ПРИМЕНЕНИЕ БАРАБАННЫХ СМЕСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ.....	479
Беляев А.В., Руденко О.С. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ШОКОЛАДНЫХ МАСС.....	482
Ал Али Г., Грикшас С.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РУБЛЕННЫХ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ.....	485
Голубев А.А., Сухова М.В. МИКРОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ СЛИВОЧНОГО МАСЛА С ЭКСТРАКТОМ ШАЛФЕЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО.....	488

Дмитриев К.О., Нугманов А. Х.-Х. ЭФИРНОЕ МАСЛО КОРИАНДРА И ЕГО ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ.....	490
Журавлёв М.В. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМОВАНИЯ В ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНОВЫХ СУПЕРФУДОВ.....	492
Кабардова А.К., Безирова С.Г., Хоконова М.Б. ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КУКУРУЗНОЙ МУКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА КВАСНОГО СУСЛА.....	494
Квасова Т.С. ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ЭКСТРАКЦИИ КАПСАИЦИНА ИЗ СТРУЧКОВОГО ПЕРЦА.....	498
Кодесникова Т.Л. КОЛЛАГЕНОВЫЙ БУЛЬОН, КАК ИННОВАЦИОННЫЙ КОМПОНЕНТ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ.....	499
Кудаев Р.М., Гучева Р.Б., Хоконова М.Б. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕЖКОСПОСОБНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ.....	502
Куприй А.С. АКВАКУЛЬТУРА КАК ВЕКТОР СТАБИЛЬНОСТИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ.....	505
Мартеха А.Н., Торопцев В.В., Каверина Ю.Е. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА 3D-ПЕЧАТИ ТЕСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ ОТКЛИКА.....	508
Одинцова А.А., Дунченко Н.И. РАЗРАБОТКА МЯСНЫХ КОНСЕРВОВ ПОВЫШЕННОЙ УСВОЯЕМОСТИ ДЛЯ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА.....	509
Пейсахов М.Г., Дудченко Н.И. ИЗУЧЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ТВОРОЖНЫХ ПРОДУКТОВ.....	512
Азоян Д.Т. РУКОЛА В МЯСНОЙ ОТРАСЛИ.....	515
Туралин Д.О. СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОПИСАНИЮ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА СУШКИ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ.....	517
Тыныстановна Н.Е., Хамат А.Ж., Уажанова Р.У., Уйкасова З.С. ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ: ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ.....	521
Ущাপовский В.И., Яковлева А.А., Зайцева Л.А., Миневич И.Э. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИСАХАРИДОВ СЕМЯН ЛЬНА В ПИЩЕВЫХ СИСТЕМАХ, НА ПРИМЕРЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	523
Харитоновна П.С. СЕНСОРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С СИНДРОМОМ ДИСФАГИЯ.....	527
Азоян Д.Т. РУКОЛА В МЯСНОЙ ОТРАСЛИ.....	529

Сандэ Кабрера С.Э., Нугманов А. Х.-Х. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СПОСОБОВ ЗАМАЧИВАНИЯ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ НА РАСТВОРИМОСТЬ БЕЛКОВ.....	531

ИНСТИТУТ ЗООТЕХНИИ И БИОЛОГИИ

Ветеринарная медицина и биобезопасность в животноводстве

УДК 577.35

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОНУТРИЕНТНОГО ПРОФИЛЯ И АНТИОКСИДАНТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЭКСТРАКТОВ СЛАДКОГО И КОНСКОГО КАШТАНА

Елчев Борис Игоревич, аспирант кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация: Проведенные исследования по идентификации биоактивных фитохимических соединений в экстрактах сладкого и конского каштана с помощью масс-спектрометрии были направлены на подбор фитобиотической основы для создания ветеринарных препаратов. На долю флавоноидов среди полифенолов, обнаруженных в экстракте конского каштана, приходится около 54,73% от общего количества полифенолов, что указывает на то, что этот экстракт можно считать хорошим источником флавоноидов. В целом, исследованные экстракты являются ценными источниками флавоноидов и полифенолов. Метод DPPH, показал, что экстракт конского каштана обладает самой высокой антиоксидантной способностью. Однако при оценке антиоксидантной способности методом FRAP уже экстракт сладкого каштана продемонстрировали более высокие значения. В совокупности наши результаты свидетельствуют о сложном фитонутриентном составе экстрактов сладкого и конского каштана, включающем множество соединений, которые обладают полезными для здоровья животных свойствами.

Ключевые слова: экстракты сладкого и конского каштан, фитонутриентный профиль, антиоксидантный потенциал, ВЭЖХ-МС

В настоящее время для практикующих ветеринарных врачей весьма актуальным является вопрос поиска новых эффективных и безопасных препаратов, обладающих противовоспалительными свойствами и низкой биодоступностью активных компонентов, не ухудшают качество продукции во время и после их применения [1]

Экстракты из целых растений или отдельных органов различных видов растений вызывают все больший интерес в связи с их фитотерапевтическим применением. В первую очередь, это связано с аминокислотами, которые являются незаменимыми элементами при синтезе белков в организме и помогают удовлетворить потребности организма в росте и здоровье [2].

Так, триптофан является предшественником нейротрансмиттеров, включая серотонин, дофамин, норадреналин и эпинефрин (адреналин), а также кожного пигмента меланина [3].

Было доказано, что линолевая кислота обладает нейропротекторными и нейропластическими свойствами в животных моделях, связанных с сердечно-сосудистыми и нейродегенеративными заболеваниями. Кроме того, она способна участвовать в биосинтезе простагландинов и клеточных мембран [4].

Было показано, что олеиновая кислота улучшает липидный профиль крови, поддерживает здоровый вес тела и смягчает митохондриальную дисфункцию. Вместе с олеиновой кислотой линоленовая кислота участвует в профилактике и лечении сердечно-сосудистых и цереброваскулярных заболеваний, благодаря выведению холестерина [5, 6].

Хорошо известно, что полифенолы растительного происхождения обладают антиоксидантными свойствами, что позволяет им защищать от воспалений и болезней, вызванных окислительным стрессом или связанных с ним [7].

Следовательно, тестирование антиоксидантного потенциала растительных экстрактов может выявить их способность уничтожать свободные радикалы или подавлять их

образование, что может быть использовано при создании лекарственных препаратов на основе растительного сырья.

Цель исследования - идентификация биоактивных фитохимических соединений в экстрактах сладкого и конского каштана с помощью масс-спектрометрии для подбора фитобиотической основы для создания ветеринарных препаратов.

Научно-исследовательская работа проводилась в научно-исследовательской лаборатории института питания и пищевых наук университета Дебрецена, Венгрия (The University of Debrecen, Hungary) при поддержке стипендиальной программы «Stipendium Hungaricum 2024» с 14 сентября 2024 по 1 февраля 2025 года, а также на кафедре ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

Для оценки физиологических эффектов, производимых экстрактами растений, мы провели количественный и качественный анализ содержания фенольных соединений и оценку антиоксидантной и антибактериальной активности стандартизированных экстрактов –(СЭ) из молодых побегов сладкого каштана (*Castanea vesca*) и конского каштана (*Aesculus hippocastaneum*).

Для измерения антиоксидантного действия растительных экстрактов использовали DPPH- и FRAP-анализ с использованием спектрофотометра Cintra 101 UV-Vis (GBC, Keysborough, Австралия).

При проведении DPPH-анализ образцы экстрагировали в соответствии со следующей процедурой: 1 мл экстракта растворяли в 9 мл метанола и дистиллированной воды, соответственно, и далее разбавляли по мере необходимости для измерения. Реагент DPPH (9 % м/в) готовили в день измерений и объединяли 100 мкл образца, 1400 мкл метанола и 1500 мкл реагента DPPH и измеряли абсорбцию при 517 нм после 30 минут инкубации. Тролокс использовали в качестве стандарта (мг/мл) для расчета, и значения были представлены как эквивалент тролокса (мкмоль/мл).

При проведении FRAP-анализа реактивы готовили в свежем виде перед измерением: 50 мл 300 мМ ацетатного буфера натрия, 5 мл 20 мМ хлорида железа и 10 мМ ТПТЗ (2,4,6-трис(2-пиридил)-с-триазина) смешивали и хранили в стеклянной бутылке, покрытой алюминиевой фольгой, до измерения. Во время измерения 65 мкл дистиллированной воды (75 мкл для холостого опыта), 10 мкл образцов и стандартов и 2250 мкл FRAP-реагента смешивали вместе, перемешивали и инкубировали при 25 °C в течение 8 минут. Значения абсорбции измеряли на спектрофотометре при длине волны 593 нм.

Анализ профилей фитонутриентов проводили с использованием системы жидкостной хроматографии сверхвысокого давления (ВЭЖХ) Dionex Ultimate 3000RS, оснащенной колонкой Thermo Scientific Accucore C18, L/I.D. 100/2,1 мм (размер частиц 2,6 мкм). Эта установка была соединена с масс-спектрометром (МС) Thermo Q Exactive Orbitrap с источником ионизации электрораспылением (ESI), обеспечивающим точность 5 ppm.

Концентрации стандартов оценивали по 1 мкл образцов, а идентификацию проводили путем сравнения МС-спектров и переходов между выделенными полифенолами и стандартами. Идентификация и количественное определение основывались на первичном переходе из МС-спектров каждого соединения, а калибровочные кривые строились соответствующим образом. В таблице 1 представлены времена удерживания и конкретные данные МС-спектров для использованных стандартов.

Таблица 1

Список стандартов полифенолов, использованных для количественного анализа методом Тандем масс-спектрометрии

Название стандарта	Время удерживания, мин	<i>m/z</i> , и основной сдвиг	Мониторинг ионных переходов (MRM)	Возможные сдвиги
Кофейная кислота	13,8	179.0>135.0	Отрицательный	179.0>134.0

лота			ый	179.0>89.0
Хлорогеновая кислота	11,9	353.0>191.0	Отрицательный	-
Апигенин	28,1	269.0>117.0	Отрицательный	-
Хризин	29,7	253.0>143.0	Отрицательный	253.0>119.0 253.0>107.0
Гиперозид	20,3	463.1>300.0	Отрицательный	463.1>301.0
Кемпферол	27,9	285.0>187.0	Отрицательный	285.0>151.0 285.0>133.0
Лютеолин	26,8	287.0>153.0	Положительный	-
Лютеолин-7-О-глюкозид	19,9	447.0>284.9	Отрицательный	-
Нарингенин	26,2	271.0>119.0	Отрицательный	271.0>107.0
Кверцетин	25,4	300.9>151.0	Отрицательный	300.9>121.0
Рутозид	20,2	609.0>300.0	Отрицательный	609.0>301.0 609.0>271.0
Витексин	18,4	431.0>311.0	Отрицательный	-

Содержание полифенолов в сладком каштане было представлено 6 фенольными веществами, в т.ч. кофейной, феруловой и п-кумаровой кислотами. Как в экстракте сладкого каштана, так и в экстракте конского каштана были обнаружены такая незаменимая аминокислота, как триптофан. Кроме того, в обоих экстрактах были обнаружены некоторые неосновные аминокислоты, такие как глутаминовая кислота и тирозин.

Обнаруженные в экстракте сладкого каштана флавоноиды включают около тридцати трех фитонутриентов, таких как нарингенин, рутин, апигенин, лютеолин, гиперозид, акацетин, изорамнетин.

Идентификация биоактивных фитохимических соединений с помощью ВЖХ-МС в экстрактах сладкого каштана позволила обнаружить кумарины, такие как эскулетин, скополетин и кумароильный эфир. Эти соединения обладают антиоксидантными и противовоспалительными свойствами.

Среди витаминов в ЭСК мы выделили рибофлавин (витамин В2), который является ключевым компонентом флавиновых коферментов ФМН и ФАД. Эти коферменты участвуют в энергетическом обмене, клеточном дыхании, выработке антител, расщеплении жиров, стероидов и лекарств.

В совокупности наши результаты свидетельствуют о сложном фитонутриентном составе экстрактов сладкого каштана, включающем множество соединений, которые могут обладать различными полезными для здоровья свойствами.

По результатам анализов методом масс-спектрометрии экстракт конского каштана (ЭКК) содержит относительно большое количество фитонутриентов, таких как полифенолы (включая флавоноиды и нефлавоноиды), аминокислоты, карбоновые и жирные кислоты.

Согласно полученным данным, экстракты сладкого и конского каштана имеют практически одинаковое количество общих полифенолов. В то же время по содержанию флавоноидов экстракт конского каштана превосходит экстракт сладкого почти в 2 раза.

Однако, на долю флавоноидов среди полифенолов, обнаруженных в экстракте конского каштана, то флавоноиды составляют около 54,73% от общего количества полифенолов, что указывает на то, что этот экстракт можно считать хорошим источником флавоноидов. В целом, исследованные экстракты являются ценными источниками флавоноидов и полифенолов.

Существует несколько методов, которые можно использовать для оценки антиоксидантного потенциала. Мы использовали метод антиоксидантная активность к свободным синтетическим долгоживущим радикалам (DPPH) и метод FRAP, основанный на восстановлении Fe(III) – трипиридил триазинового комплекса в Fe(II) комплекс при низких pH.

DPPH действует как поглотитель водородных радикалов, и уровень его снижения означает антиоксидантный потенциал исследуемых экстрактов. Полумаксимальная ингибирующая концентрация (IC50) показывает, какое количество экстракта необходимо для подавления антиоксидантной активности DPPH в два раза. Таким образом, экстракт конского каштана является более эффективным антиоксидантом по сравнению с экстрактом сладкого каштана (табл. 2).

Таблица 2

Оценка специфического антиоксидантного потенциала исследуемых экстрактов

экстракты	DPPH антиоксидантный потенциал (мг/мл)	FRAP антиоксидантный потенциал (мг/мл)
Экстракт сладкого каштана	47,68 ± 2,54	39,44 ± 3,68*
Экстракт конского каштана	68,91 ± 4,19**	35,71 ± 2,48

*p<0,05; **p<0,001

Анализ железо-восстанавливающей активности (FRAP) показывает способность антиоксидантов из исследуемых экстрактов восстанавливать комплекс железа. При этом экстракт сладкого каштана повысил антиоксидантный потенциал FRAP экстракта конского каштана на 10,25%.

При определении фитонутриентного профиля сладкого каштана наблюдали наибольшее количество соединений среди флавоноидов и аминокислот, в то время как нефлавоноидный тип полифенолов, кумарины, дубильные вещества, жирные кислоты представлены гораздо меньшим количеством молекул. Категория карбоновых кислот содержала 2 представителя, а эфиров - всего один.

В экстракте сладкого каштана обнаруженные флавоноиды включали около тридцати трех фитонутриентов, таких как нарингенин, рутин, апигенин, лютеолин, гиперозид, акацетин, изорамнетин.

Как в экстракте сладкого каштана, так и в экстракте конского каштана были обнаружены такая незаменимая аминокислота, как триптофан. Кроме того, в обоих экстрактах были обнаружены некоторые неосновные аминокислоты, такие как глутаминовая кислота и тирозин.

Метод DPPH, показал, что экстракт конского каштана обладает самой высокой антиоксидантной способностью. Однако при оценке антиоксидантной способности методом FRAP экстракт сладкого каштана продемонстрировали более высокие значения.

Таким образом, проанализированные экстракты обладают высокими нутриентными свойствами и значительным антиоксидантным потенциалом. Дальнейшее исследование будет

направленны на анализ воздействия экстрактов конского и сладкого каштана на организм ягнят.

Библиографический список

1. Симонов П.Г., Алиев А.Ю., Федотов С.В. Определение остаточного количества действующих веществ препарата «Аргумистин» в молоке при лечении субклинических маститов. – Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2024. – № 2 (50). – С. 254-260. DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202402012
2. Шертаева Н.Т., Шаграева Б.Б., Кыбраева Н.С., Битурсын С.С. Количественное определение биологически активных веществ растения *lepidium ruderale*. – Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2022. – № 3. – С. 70-73. DOI: <https://doi.org/10.17513/mjpf.13370>
3. Шейбак В.М., Павлюковец А.Ю. Триптофан – ключевой метаболит гомеостаза и регулятор функций организма. — Гематология и гастроэнтерология. – 2021. – Т.5. – С. 143-149. <https://doi.org/10.25298/2616-5546-2021-5-2-143-149>
4. Höglund, Erik et al. Tryptophan Metabolic Pathways and Brain Serotonergic Activity: A Comparative Review. – Frontiers in endocrinology. – 8 Apr. 2019. – V. 10. – P. 158 -164. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00158>
5. Лисицын А.Б., Чернуха И.М., Лунина О.И. Конъюгированная линолевая кислота: новые возможности для создания функциональных мясных продуктов. – Все о мясе. – 2018. – № 5. – С. 14-17. DOI: 10.21323/2071-2499-2018-5-14-17
6. Blondeau N., Lipsky R.H., Bourourou M., Duncan M.W., Gorelick P.B., Marini A.M. Alpha-linolenic acid: an omega-3 fatty acid with neuroprotective properties-ready for use in the stroke clinic? – Biomed. Res. Int. – 2015. – V. 24. — P. 1512 -1521. doi: 10.1155/2015/519830. Epub 2015 Feb 19.
7. Бобрышева Т.Н., Анисимов Г.С., Золоторева М.С., Бобрышев Д.В., Будкевич Р.О., Москалев А.А. Полифенолы как перспективные биологически активные соединения. – Вопросы питания. – 2023. – Т. 92. – № 1. – С. 28-35.

УДК 636.4:619:636.082.4

ТЕРАПИЯ СИНДРОМА ПОСЛЕРОДОВОЙ ДИСГАЛАКТИИ СВИНЕЙ

Латынина Евгения Сергеевна, доцент кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, evgenialatynina@rgau-msha.ru

Аннотация: Вопросы терапии и профилактики СПД в свиноводстве продолжают оставаться объектом пристального изучения отечественных и зарубежных исследователей. На сегодняшний день, самым обоснованным и перспективным методом терапии инфекционно-воспалительной формы СПД, сопряженной с клинически выраженными маститами и/или эндометритами, является системное применение больным животным НПВС в сочетании с рациональной антибиотикотерапией, учитывающей фармакокинетику и антимикробную активность препарата.

Ключевые слова: свиньи, синдром послеродовой дисгалактии, терапия, лечение

Вопросы терапии и профилактики СПД в свиноводстве продолжают оставаться объектом пристального изучения отечественных и зарубежных исследователей [1-4]. Больным СПД свиноматкам назначают антибиотики, нестероидные противовоспалительные средства (НПВС) и окситоцин [4,5].

Исходя из вышеизложенного, цель данного исследования – рассмотреть практические возможности и состояние метода искусственное осеменение.

Объектом исследования служили данные отечественных и зарубежных исследований по изучаемой проблеме. В качестве методов исследования были использованы теоретическое методы (анализ и сравнение).

Антибиотикотерапия признана базовым методом лечения инфекционно-воспалительной, сопряжённой с развитием мастита и/или эндометрита, формы СПД у свиноматок. В крупном исследовании, выполненном в Швейцарии, показано, что в проблемных по ММА стадах (с частотой распространения синдрома более 12%), фермеры для лечения больных животных, в подавляющем большинстве случаев (93%), применяют противомикробные препараты (сульфанамиды – триметоприм (в 43% случаях), флюорохинолоны (29%), пенициллин и/или гентамицин (18%) или цефалоспорины 4-го поколения (в 3% случаев) и только в 7% случаях лечение больных свиноматок проводится без применения антибактериальных средств. В этом исследовании было отмечено, что в 54% случаев курс противомикробной терапии был необоснованно коротким, в 19% случаев – противомикробные препараты назначались больным свиноматкам в неадекватно низких дозах. Это, по мнению авторов, может способствовать развитию антибиотико-резистентных штаммов микроорганизмов [4]. Антибиотикотерапия должна быть обоснованной и рациональной. Гипертермия не может служить единственным основанием для её проведения. Не допустимо также назначать противомикробные препараты животным с профилактической целью, поскольку такой подход будет способствовать возникновению штаммов микроорганизмов, проявляющих мультирезистентность к антимикробным препаратам. Для терапии СПД, сопряженного с клинически выраженными формами мастита и/или эндометрита, рекомендуется применять антибиотики широкого спектра действия, а в идеале – с доказанной чувствительностью против предполагаемых возбудителей мастита и/или эндометрита. При выборе противомикробного средства необходимо учитывать также особенности его фармакокинетики. Например, при терапии колиформного мастита препаратом выбора по противомикробной активности (99,7%) против *E. coli* в условиях *in vitro*, способности концентрироваться в молочной железе и клинической эффективности признан энрофлоксацин [3, 6, 7]. Показано, что концентрация энрофлоксацина в молозиве и молоке при его назначении лактирующим свиноматкам внутрь в дозе 2,5 мг/кг живой массы тела достигает 1,2 мкг/мл, что в 20 раз выше минимальной подавляющей концентрации препарата при тестировании *in vitro* [4].

На сегодняшний день, самым обоснованным и перспективным методом терапии инфекционно-воспалительной формы СПД, сопряженной с клинически выраженными маститами и/или эндометритами, является системное применение больным животным НПВС в сочетании с рациональной антибиотикотерапией, учитывающей фармакокинетику и антимикробную активность препарата.

Библиографический список

1. Морфологические особенности половых органов и молочных желез млекопитающих / Г. П. Дюльгер, М. А. Вершинина, Е. С. Седлецкая [и др.]. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – 65 с. – ISBN 978-5-9675-1807-2. – EDN VDAYPW.
2. Латынина, Е. С. Инфракрасная термография - современный метод диагностики заболеваний сельскохозяйственных животных / Е. С. Латынина // Сборник студенческих научных работ: по материалам докладов, 72-й Международной студенческой научно-практической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения А.Г. Дояренко, Москва, 26–29 марта 2019 года. Том Выпуск 26. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. – С. 579-581. – EDN TFXCB.
3. Латынина, Е. С. Синдром послеродовой дисгалактии свиноматок – современное состояние одной из проблем отрасли свиноводства / Е. С. Латынина // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 160-летию В.А. Михельсона: сборник статей, Москва, 09–11 июня 2020 года.

Том 1. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2020. – С. 140-143. – EDN QAWTJJ.

4. Латынина, Е. С. Синдром послеродовой дисгалактии свиноматок: специальность 06.02.06 "Ветеринарное акушерство и биотехника репродукции животных": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Латынина Евгения Сергеевна. – Санкт-Петербург, 2022. – 22 с. – EDN NKYLGJN.

5. Латынина, Е. С. Синдром послеродовой дисгалактии свиноматок: специальность 06.02.06 "Ветеринарное акушерство и биотехника репродукции животных": диссертация на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Латынина Евгения Сергеевна. – Москва, 2022. – 215 с. – EDN DIBTKW.

6. Чувствительность бактериальной микрофлоры влагалища и молочной железы свиноматок больных синдромом послеродовой дисгалактии к антибактериальным препаратам / Е. С. Латынина, Г. П. Дюльгер, А. А. Кремлева, Ю. А. Скоморина // Генетика и разведение животных. – 2021. – № 3. – С. 66-71. – DOI 10.31043/2410-2733-2021-3-66-71. – EDN GMHLJP.

7. Латынина, Е. С. Терапия синдрома послеродовой дисгалактии свиноматок препаратом на основе цефтиофура / Е. С. Латынина, Г. П. Дюльгер, Л. М. Кашковская // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 12(177). – С. 227-231. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-12-227-231. – EDN IJMXUT.

УДК 636.5:614.484

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ДЕЗИНФЕКЦИИ ЦЕХА ПРИ ВЫНУЖДЕННОМ УБОЕ ПТИЦЫ

Козак Юлия Александровна, старший преподаватель кафедры морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация: Вынужденный убой (ВУ) птицы представляет опасность в плане микробной загрязненности цехов, что требует проведения тщательной санитарной обработки после убоя каждой партии птицы. В работе изучены дезинфицирующие свойства средства - АКВАдез-НУК15 («АДН-15») и возможность его использования для дезинфекции в цехе ВУ птицы. Установлено, что применение «АДН-15» в цехе ВУ 0,02%-ных растворов средства «АДН-15» с температурой 18-20°C, при экспозиции 20 мин и норме расхода растворов 500 мл/м² поверхности обеспечивает снижение КМАФАнМ до нормативных показателей и инактивацию E.coli. «АДН-15» может быть рекомендовано для дезинфекции в цехах ВУ птицы.

Ключевые слова: вынужденный убой птицы, дезинфекция, надуксусная кислота.

ВУ подлежит птица при острых и хронических болезнях, при которых лечение считается малоэффективным или требует проведения сложных и экономически неоправданных лечебно-профилактических мероприятий; а также больная или подозрительная по заболеванию птица, убой которой разрешен инструкциями по борьбе с этими заболеваниями. Такую птицу принимают отдельно от здоровой и направляют в цех ВУ, а при его отсутствии убой проводят в убойно-разделочном цехе предприятия в конце смены [1-2]. ВУ связан с повышенным риском контаминации выпускаемой продукции, оборудования и помещений цеха. Поэтому по окончании работы смены цеха и прилегающих к нему помещения подвергают санитарной обработке. Также раз в пять 5 дней в разгрузочном отделении проводят дезинфекцию помещения, оборудования и инвентаря одним из дезинфицирующих растворов [3].

Для этих целей широко применялись щелочные и хлорсодержащие средства. В настоящее время рынок дезинфицирующих средств предлагает ряд экологически безопасных средств, в том числе на основе надуксусной кислоты [4-7]. Одним из таких средств является

дезинфицирующее средство «АДН-15». В качестве действующих веществ (ДВ) содержит надуксусную кислоту (НУК) – (13,0–17,0)% и перекись водорода (ПВ) – (16,0–20,0)%. «АДН-15» - высокоэффективный антимикробный дезинфектант в отношении грамотрицательных, грамположительных бактерий и плесневых грибов, используется для обработки оборудования из нержавеющей стали, алюминия; кроме того, допустима кратковременная обработка оборудования из меди и её сплавов, оцинкованного железа.

Целью настоящей работы стало установление режимов использования «АДН-15» для дезинфекции в цехах ВУ птицы.

Дезинфицирующие свойства «АДН-15» исследовали по Р 4.2.3676-20 [10]. Микробиологические исследования проводили действующим ГОСТ. В качестве тест-микробов был использован *E. coli* штамм М-17 (ЕС) и *St. aureus* (SA).

При исследовании дезинфицирующей активности (ДА) в качестве тест-объектов использовали стерильные батистовые тест-объекты, контаминированные ЕС. При исследовании дезинфицирующей эффективности (ДЭ) в качестве тест-объектов использовали пластинки из нержавеющей стали. На пластины наносили ЕС из расчета 0,5 мл 2-х млрд. взвеси микробных тел/100 см².

При производственных испытаниях, растворы «АДН-15» с температурой 18-20°C наносили на поверхность путем орошения. Норма расхода раствора составляла 500 мл/м² обрабатываемой поверхности, экспозиция - 20 мин.

Средство «АДН-15», использованное в работе содержало 15,6% НУК и 18,8% и ПВ. Растворы «АДН-15» для исследований дозировали по содержанию НУК.

В начале исследований изучили ДА растворов «АДН-15» с использованием батистовых тест-объектах. Установили, что инаktivация ЕС и SA обеспечивается 0,001%-ным раствором «АДН-15».

На следующем этапе изучали ДЭ средства «АДН-15» при обеззараживании поверхностей. Поскольку растворы «АДН-15» показали одинаковую ДА по отношению к ЕС и SA, дальнейшие исследования проводили только с ЕС. На поверхности металлических поверхностей поле контаминации находилось $(1,69,07) \times 10^5$ КОЕ/100см² ЕС. Экспозиция после нанесение растворов «АДН-15» на обрабатываемую поверхность составляла 20 мин. Установили, что обеззараживание пластин от ЕС обеспечивается 0,05%-ным раствором «АДН-15».

Для подтверждения лабораторных исследований провели производственные испытания применения «АДН-15» при дезинфекции цеха при ВУ птицы. Оборудование цеха после окончания рабочей смены механически очистили, вымыли моющими средствами с применением щеток. Затем отобрали смывы с оборудования, для получения фоновых значений микробной контаминации.

По окончании смены, после механической очистки и мойки оборудования, отобрали с него смывы, для получения фоновых значений микробной контаминации, для получения фоновых значений микробной контаминации. Затем провели дезинфекцию путем орошения до полного смачивания обрабатываемой поверхности из расчета 500 мл/м² растворами «АДН-15» в концентрациях: 0,005...0,02%% (по НУК) при температуре растворов 18-20°C.

Для контроля эффективности дезинфекции после экспозиции (20 мин) повторно взяли смывы с тех же объектов. Результаты исследований представлены в таблице 3. Из данных таблицы видно, что КМАФАнМ на оборудовании цеха составляло $(4,15 \pm 0,19) \times 10^4$ - $(6,69 \pm 0,31) \times 10^5$ КОЕ/100 см². ЕС была выделена в большинстве смывов с оборудования.

После дезинфекции 0,01%-ными растворами «АДН-15» КМАФАнМ на оборудовании уменьшилось, однако не на некоторых поверхностях (ванна тепловой обработки, центрифуга, пол на участке потрошения, транспортерная лента, рикша) превышало допустимые нормативы и составляло $(5,87 \pm 0,28) \times 10^2$ - $(6,89 \pm 0,34) \times 10^2$, кроме того на поверхностях центрифуги, рикши, пола на участке потрошения была выделена ЕС.

Применение для дезинфекции оборудования 0,02%-ного раствора «АДН-15» снизило КМАФАнМ на оборудовании до $(9,24 \pm 0,43) \times 10 - (4,12 \pm 0,19) \times 10$ КОЕ/100 см² и обеспечило инактивацию БГКП на всем оборудовании.

При определении остаточных количеств «АДН-15», тест на остаточную кислотность был отрицательный. Растворы «АДН-15» полностью смывались с обрабатываемых поверхностей, не оставляя разводов и пятен.

Применение «АДН-15» в цехе ВУ птицы 0,02%-ных растворов средства «АДН-15» с температурой 18-20°C, при экспозиции 20 мин и норме расхода растворов 500 мл/м² поверхности обеспечивает снижение микробиологических показателей до нормативных. Растворы «АДН-15» полностью смываются водой с обрабатываемых поверхностей, не оставляют разводов и пятен. Средство «АДН-15» может быть рекомендовано для дезинфекции в цехах ВУ птицы.

Библиографический список

1. Козак С.С., Догадова Н.Л., Козак Ю.А. и др. Новые ветсанправила для птицеперерабатывающей промышленности // В сборнике: Новое в технике и технологии переработки птицы и яиц. Сборник научных трудов. Под редакцией В.В. Гущина. Ржавки. - 2019. - С. 89-93.
2. Серегин И.Г., Козак Ю.А., Семенов В.Г. и др. Основные проблемы производственного ветеринарно-санитарного контроля на предприятиях АПК // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана. – 2021. – Т. 246(II). – С. 202-210.
3. Козак Ю.А., Радаев И.Ф., Козак С.С. Применение средства на основе надмуравьиной кислоты для дезинфекции в цехах санитарного убоя птицы // В сборнике: Ветеринарно-санитарная экспертиза: проблемы и пути решения качества и безопасности продукции животного происхождения. Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 110-летию со дня рождения профессора, доктора ветеринарных наук А.П. Ермолаева для преподавателей, молодых ученых, обучающихся. Омск, 2024. - С. 157-161.
4. Подзорова Ю.А., Козак С.С., Серегин И.Г. // Ветеринарно-санитарная оценка продуктов убоя кур-несушек с желточным перитонитом // Ветеринария. - 2016.- № 5. - С. 59-60.
5. Козак С.С. Применение средства «Надуксусная кислота марка НУК 15» в цехе убоя птицы // В сборнике: Научно-техническое обеспечение эффективности и качества производства продукции АПК. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ВНИИПП. Ржавки, 2024. С. 77-80.
6. Козак С.С., Серегин И.Г., Козак Ю.А. Требования к ветеринарно-санитарной обработке в цехах предприятий птицеперерабатывающей промышленности (обзор) // Птицеводство. - 2021. - №1.- С. 60-65.
7. Козак С.С., Догадова Н.Л., Городная Н.А. и др. Новые дезинфицирующие средства для птицеперерабатывающей промышленности. Мясные технологии. - 2006. - №6. - С. 7-11.

УДК 636.5:614.484

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ВЕТЕРИНАРНО – САНИТАРНАЯ ОЦЕНКА ФЕРМЕРСКОГО МОЛОКА

Волкова Елена Петровна, магистр,направление подготовки 36.04.01 Ветеринарно-санитарная экспертиза, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Козак Юлия Александровна, научный руководитель, кандидат ветеринарных наук, старший преподаватель кафедры морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

***Аннотация:** данная статья представляет собой краткое исследование, проведенное с целью сравнения оценки качества сырого фермерского молока с точки зрения*

ветеринарно-санитарных норм и требований ТР ТС 033/2013. Исследование включало определение органолептических, физико-химических и микробиологических показателей.

Ключевые слова: фермерское молоко, органолептическая оценка, физико-химические показатели, микробиологические показатели, ветеринарно-санитарные требования.

Актуальность сравнительной ветеринарно-санитарной оценки фермерского молока является важной темой в современном мире. В связи с растущим спросом на натуральные и органические продукты, потребители все больше обращают внимание на качество молочных продуктов. Однако, несмотря на повышенный интерес к фермерскому молоку, существует необходимость в проведении комплексного сравнительного анализа его ветеринарно-санитарных характеристик [1, 2].

Целью данного исследования является проведение сравнительной ветеринарно-санитарной оценки сырого фермерского молока с целью выявления потенциальных рисков для здоровья потребителей. При этом ставятся следующие задачи:

1. Провести органолептическую оценку образцов молока.
2. Изучить состав в образцах фермерского молока с помощью физико-химических методов анализа.
3. Оценить микробиологическое качество образцов фермерского молока.
4. Провести сравнительную оценку в образцах фермерского молока по результатам проведенных исследований с показателями, установленными законодательством.

Объектом исследований являлись образцы сырого фермерского молока высшего сорта, купленные в на сельскохозяйственном рынке города Москвы от разных поставщиков. Предметом исследований послужили органолептические, физико-химические и микробиологические показатели, характеризующие качество и безопасность фермерского молока.

Исследования проводились в условиях ФГБУ «Центральной научно-методической ветеринарной лаборатории».

Отбор проб и дальнейшие исследования проводили согласно ГОСТ 32901-2014 (определение КМАФАМ), ГОСТ 23453-2014 (определение соматических клеток), ГОСТ ISO 6785-2015 (выявление сальмонелл), ГОСТ 23454-2016 (определения ингибирующих веществ), ГОСТ 23327-98 (определение массовой доли белка), ГОСТу 5867-90 п.2 (определение жира), ГОСТ Р 54758-2011 (определение плотности), ГОСТ Р 54669-2011 (определение кислотности), ГОСТ Р 54761-2011 (определение СОМО) и ТР ТС 033/2013 [3].

В таблице 1 представлены результаты микробиологических исследований фермерского молока.

Таблица 1

Микробиологические показатели фермерского молока

Микробиологические показатели	Образец №1	Образец №2	Норма
КМАФАМ, КОЕ/см ³ (г)	$(3,72 \pm 0,18) \times 10^4$	$(2,81 \pm 0,13) \times 10^4$	Не более 1×10^5
Соматические клетки, КОЕ/см ³ (г)	$(8,33 \pm 41) \times 10^4$	$(1,21 \pm 0,05) \times 10^5$	Не более 2×10^5
Сальмонеллы/25 (г, см ³)	Не обнаружены	Не обнаружены	Не допускаются
Ингибирующие вещества	Не обнаружены	Не обнаружены	Не допускаются

На основании анализа полученных результатов исследований, можно заключить, что фермерское молоко, не превышает допустимые уровни, установленные ТР ТС 033/2013. При этом в образце №1 установлено меньшее содержание соматических клеток, что косвенно свидетельствует о возможной фальсификации сырого молока, например, молоко могло быть разбавлено водой.

В таблице 2 представлены результаты определения физико-химических показателей фермерского молока.

Таблица 2

Физико-химические показатели фермерского молока

Физико-химические показатели	Образец №1	Образец №2	Норма
Титруемая кислотность, в °Т	18	18	От 16 до 21
Плотность, кг/м³	1031	1032	Не менее 1027
Массовая доля белка, %	3,79	3,64	Не менее 2,8
Массовая доля жира, %	3,9	4,2	Не менее 2,8
Массовая доля СОМО, %	9,3	9,1	Не менее 8,2

Согласно результатам таблицы 2, оба образца молока соответствуют установленным нормам физико-химических показателей, установленных ТР ТС 033/2013. Полученные результаты исследований свидетельствуют о высоком качестве молочной продукции. Оба образца входят в установленную норму плотности, не менее 1027 кг/м³. Это свидетельствует о хорошем качестве молока, так как более высокая плотность указывает на большее содержание твердых веществ в нем.

Также и высокое содержание жира в молоке указывает на его питательность и качество, а СОМО является важным источником энергии для организма и способствует его нормальному функционированию, его нормальное значение не менее 8,2%. Если ниже - молоко разведено водой.

Органолептическая оценка фермерского молока проводилась в двух образцах. Методика оценки базировалась на анализе внешнего вида, цвета, консистенции, запаха и вкуса молока.

Первый образец молока обладал выраженным белым цветом, однородной текстурой и приятным слегка сладковатым запахом. Молоко имело нежный и мягкий вкус, с легкой кислинкой и приятной послевкусием. Отмечалась высокая плотность, что говорило о высоком содержании жирных компонентов. Оценка первого образца молока была положительной, подтверждающей его высокое качество и соответствие с нормативным документом.

Второй образец молока также прошел оценку по всем критериям. Внешний вид молока был безупречным - чистое, без посторонних включений. Аромат был приятным, без запаха плесени. Вкус молока был мягким, слегка сладковатым, без кислотности. Консистенция молока была однородной. Цвет соответствовал стандартам – светло-кремовый.

Таким образом, оба образца фермерского молока соответствуют нормам, установленным ТС 033/2013. Они обладают высоким качеством, без посторонних примесей, с приятным ароматом и нежным вкусом.

Исследованные образцы сырого фермерского молока высшего сорта соответствуют установленным требованиям ТР ТС 033/2013. Однако, существует небольшая разница между образцами №1 и №2.

Первое отличие заключается в содержании соматических клеток. По результатам анализа, было обнаружено, что молоко образца №1 имеет более низкое содержание соматических клеток по сравнению с образцом №2.

Кроме того, была замечена разница в массовой доле жира между двумя образцами. Молоко образца №1 имеет более низкое содержание жира по сравнению с образцом №2. Впрочем, следует отметить, что уровень жира в молоке может варьироваться в зависимости от разных факторов, таких как кормление животных и период лактации. Поэтому это отличие не является критическим, но может быть важным фактором при принятии решения о выборе молока.

В целом, оба исследованных образца сырого фермерского молока удовлетворяют требованиям ТР ТС 033/2013 и могут быть использованы в пищевой промышленности. Однако, при анализе соматических клеток и массовой доли жира, молоко образца №1 показало более благополучные показатели. Это может быть важным фактором при принятии решения о выборе молока для дальнейшего использования.

Библиографический список

1. Серегин И.Г., Козак Ю.А., Семенов В.Г. и др. Основные проблемы производственного ветеринарно-санитарного контроля на предприятиях АПК // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. - 2021. Т. 246. - №2. - С. 202-209.
2. Серегин И., Козак С., Козак Ю. и др. Ветеринарно-санитарный контроль на предприятиях АПК // Ветеринария сельскохозяйственных животных. - 2021. - №8. - С. 15-23.
3. ТР ТС 033/2013 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции».

УДК: 636.033:636:061

ПОКАЗАТЕЛИ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ МОЛОДНЯКА КРОЛИКОВ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ МУЛЬТИВИТАМИННОЙ ДОБАВКИ «НУТРИСЕЛ»

Кондрашкин Максим Александрович, аспирант 3 года обучения кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, maksim.kondrashkin@mail.ru

Аннотация: В данной статье приведены результаты изучения мясной продуктивности гибридного молодняка кроликов на откорме при добавлении в их рацион кормления различных доз кормовой добавки «НутриСел». Лучшей мясной продуктивностью обладала II опытная группа с дозировкой данной добавки 0,5 мл/гол/сут., при этом достоверная прибавка по предубойной живой массе молодняка кроликов составила 3,06 кг ($P \leq 0,01$), что больше контроля на 0,11 кг (3,59%).

Ключевые слова: добавка, мясо, убой, кролики, продуктивность

В настоящее время отрасль кролиководства не стоит на месте и динамично развивается. Помимо пуха и шкур, от кроликов получают еще диетическое мясо высокого качества, благодаря их высокой плодовитости и скорости роста. В данной отрасли хорошо изучено разведение и содержание, но проблема изучения кормления остается на низком уровне, особенно влияние различных кормовых добавок на организм животных [1].

Одна из основных целей кормовых добавок в кормлении животных – это обогащение корма комплексом белков и витаминов, которые содержат в себе не только микронутриенты, но и различные незаменимые аминокислоты [2].

В Республике Словения предприятием LekVeterinad.o.o. в недавнем времени была выпущена новая кормовая добавка «НутриСел». Она быстро нашла применение в отраслях скотоводства, свиноводства и птицеводства, но на данный период времени не нашла использования в кролиководстве, поэтому пришли к выводу, что данные исследования будут актуальны [3].

Целью данной работы явилось изучение показателей мясной продуктивности молодняка кроликов при включении кормовой добавки «НутриСел».

Для достижения поставленной цели, была сформирована задача – оценить предубойную и убойную массу, а также убойных выход мяса кроликов при включении в рацион различных дозировок кормовой добавки «НутриСел».

С августа по октябрь 2023 года на кролиководческой ферме ООО «Русский кролик» Костромского района Костромской области был проведен научно-хозяйственный эксперимент.

Было отобрано 160 голов гибридного молодняка кроликов, после чего сформировали 4 группы по 40 голов в каждой. После отъема от матери в возрасте 43-х суток (по технологическому графику предприятия), кролики были взвешены и разделены по принципу пар-аналогов на 3 опытных группы (с дозировками 0,25; 0,5 и 1 мл/гол/сут соответственно) и одну контрольную. При этом был учтен возраст, живая масса и физиологическое состояние каждого кролика. Кормовая добавка «НутриСел» является водорастворимой, поэтому выпаивалась с водой совместно с применением программы кормления ПК-93 «Откорм» по следующей схеме: 4 дня подряд – перерыв 2 недели – последующая выпойка еще в течение 4-х дней. Всех животных содержали в отдельных клетках и в одинаковых условиях, отвечающие всем зоогигиеническим требованиям.

Подопытным животным уделялось большое внимание и регулярное наблюдение, смотрели на поедаемость корма, поведенческую активность и на состояние здоровья в целом. Было установлено, что перед убоем все животные были клинически здоровы [4].

Кролики убойного возраста на предприятии достигают в 77-78-суточном возрасте, и для определения убойных показателей, каждое животное соблюдало 12-часовую голодную выдержку.

Убойный выход рассчитывали по формуле, как убойная масса (кг), деленное на живую массу (кг) и умноженную на 100%.

С помощью программы Statistica 6.0. проводили статистическую обработку данных. Пользуясь параметрическим t-критерием Стьюдента, определяли достоверную разницу между группами с учетом уровня значимости. Результаты в таблицах представлены виде $M \pm m$, где M – среднее значение, m – стандартная ошибка среднего [5].

Эффективность кролиководства напрямую влияет от показателей убоя, поэтому это считается одним из основных характеристик мясной продуктивности кроликов [6].

Рацион играет огромную роль, так как несбалансированное и/или недостаточное кормление может приводить к задержке роста различных частей тела, что отрицательно скажется на выходе мяса.

Чтобы оценить мясную продуктивность кроликов, была определена предубойная и убойная масса (кг), и на этой основе высчитан убойный выход (%). Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Мясная продуктивность кроликов на откорме, ($M \pm m$)

Показатель	Группа (n=40)			
	Контрольная	Опытная I	Опытная II	Опытная III
Предубойная живая масса, кг	2,95±0,01	2,78***±0,01	3,06***±0,01	2,90*±0,02
Убойная масса, кг	1,29±0,03	1,27±0,01	1,37±0,03	1,32±0,01
Убойный выход, %	45,70±0,17	45,20±0,37	46,40±0,50	45,90±0,14

Примечание: достоверная разность между опытной и контрольными группами при * – $p \leq 0,05$, ** – $p \leq 0,01$, *** – $p \leq 0,001$.

Исходя из данных таблицы, можно отметить, что показатели предубойной живой массы в опытных группах значительно отличается от аналогичных показателей контрольной группы. Например, животные из II опытной группы превышали кроликов контрольной на 0,11 кг (3,59%; $P \leq 0,001$), а группы I и III – 0,28 кг (10,07%; $P \leq 0,001$) и 0,16 кг (5,51%; $P \leq 0,001$) аналогично. Но при этом наблюдаем, что кролики I опытной группы были легче контрольных на 0,17 кг (5,76%; $P \leq 0,001$), а животные из III опытной на 0,05 кг (1,72%; $P \leq 0,05$) соответственно.

По убойной массе кроликов отмечается аналогичная закономерность, видим, что животные II опытной группы имели результаты более высокие в сравнении с другими группами. Данная группа превысила контрольную на 0,08 кг (6,20%), I опытную на 0,1 кг (7,29%) и III на 0,05 кг (3,78%) соответственно. Также наблюдаем, что кролики I опытной показали результаты ниже контрольной на 0,02 кг (1,57%).

Как и предыдущие показатели мясной продуктивности, убойный выход имел аналогичную закономерность. Из данных таблицы видим, что у кроликов II опытной группы показатель лучше, чем у других групп. К примеру, данная группа преобладала над контролем на 0,7% (1,53%), опытную I и III на 1,2% (2,65%) и 0,5% (1,08%) соответственно. Кролики опытной группы I, имеют показатели ниже контроля на 0,5% (1,10%).

На рисунке 1 отображены показатели мясной продуктивности молодняка кроликов на откорме с введением мультивитаминовой добавки «НутриСел».



Рис.1 Изменение возрастной динамики живой массы молодняка кроликов на откорме

Подводя итоги вышесказанного, можно сказать, что II опытная группа обладала более высокими убойными показателями, указывая о положительном влиянии и правильно подобранной дозировки мультивитаминовой кормовой добавки «НутриСел» в количестве 0,5 мл/гол/сут. Именно данная концентрация добавки к моменту убоя обеспечила более высокую мясную продуктивность.

Библиографический список

1. Горлов, И.Ф. Интенсивность роста и развитие бычков калмыцкой породы разных типов телосложения / И.Ф. Горлов, У.Э. Гаряев, Б.К. Болаев, А.К. Натиров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 2 (38). – С. 156-159.
2. Gidenne, T., Combes, S., Briens, C., Duperray, J., Mevel, L., Rebours, G., Salaun, J. M., Weissman, D., Combe, Y., Travel, A., 2012. Intake limitation strategy and dietary protein concentration: effect on rabbit growth performance and health, from a large-scale study in a french network of experimental units (GEC). In: 10th World Rabbit Congress, 4-6 September, Sharm El Sheik, Egypt, P.244-248.
3. Кульмакова, Н. И. Влияние мультивитаминового комплекса на зоотехнические показатели гибридного молодняка кроликов на откорме / Н. И. Кульмакова, Е. В. Шастина, М. А. Кондрашкин // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 1. – С. 100-109. – DOI 10.26897/0021-342X-2024-1-100-109. – EDN ZDGVKS.

4. Кондрашкин, М. А. Морфологические и биохимические показатели крови молодняка кроликов при использовании кормовой добавки «нутрисел» / М. А. Кондрашкин, Н. И. Кульмакова, Е. В. Шастина // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2(25). – С. 124-128. – DOI 10.48612/vch/te2t-4zu4-e138. – EDN CVSSBA.

5. Черненко, А.В. Качество мяса кроликов при разных условиях кормления и содержания [Текст] / А.В. Черненко, А.Н. Ратошный // Кролиководство и звероводство. – 2015. – №6. – С. 44-46.

6. Коцюбенко, А.А. Влияние организованных факторов на откормочные качества кроликов [Текст] / А.А. Коцюбенко // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2013. – №5. – С. 162-167.

УДК 619 :612.178.1 : 636.7

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАМАДОЛА В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ОБЕЗБОЛИВАНИИ У СОБАК

Антонова Дарья Алексеевна, студент института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, antonova.dasha.1207@gmail.com

Сычева Ирина Николаевна, научный руководитель, доцент кафедры частной зоотехнии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, sycheva@rgau-mscha.ru

Аннотация. Современная ветеринарная медицина нуждается в эффективных и безопасных средствах для купирования послеоперационной боли у собак. Трамадол — синтетический анальгетик с умеренной опиоидной активностью — активно применяется в клинической практике, но его эффективность у собак остаётся спорной. В исследовании рассмотрено применение трамадола у 30 собак после различных хирургических вмешательств. Установлено, что в качестве монотерапии препарат часто оказывается недостаточно эффективным, особенно при высокой травматичности операций. При комбинировании с нестероидными противовоспалительными средствами анальгезия улучшалась. Побочные эффекты наблюдались редко и были слабо выражены. Трамадол рекомендуется использовать как часть мультимодального обезболивания с учётом индивидуальных особенностей пациента.

Ключевые слова: трамадол, анальгезия, О-дезметилтрамадол, послеоперационная боль, опиоиды, мультимодальная анальгезия, ветеринарная анестезиология, побочные эффекты, шкала боли Глазго, обезболивание

Современная ветеринарная практика требует надёжных методов купирования боли у животных в послеоперационный период. У собак, как и у людей, хирургическое вмешательство вызывает стресс, воспалительную реакцию и острую боль. Недостаточное обезболивание может привести к замедлению восстановления, осложнениям и даже хроническому болевому синдрому. Для решения этой проблемы ветеринарные врачи используют различные фармакологические стратегии. Наиболее распространёнными являются опиоидные анальгетики, которые эффективно купируют боль и улучшают состояние пациента. Однако применение сильных опиоидов ограничено в ряде стран из-за строгого регулирования оборота наркотических средств. В этом контексте особый интерес вызывает трамадол — синтетический анальгетик с умеренным опиоидным потенциалом и дополнительным механизмом действия через норадренергическую и серотонинергическую системы [1]. Несмотря на широкое использование трамадола, его эффективность в ветеринарной медицине остаётся предметом дискуссий.

Трамадол активно используется в клинической ветеринарной практике благодаря доступности, широкому терапевтическому окну и разнообразию форм введения. Он может

применяться перорально, внутримышечно, внутривенно, что делает его удобным в различных клинических ситуациях. Кроме того, трамадол обладает меньшим потенциалом вызывающей зависимости и реже вызывает угнетение дыхания по сравнению с классическими опиоидами.

Фармакологически трамадол представляет собой рацемическую смесь двух энантиомеров. Один из них подавляет обратный захват серотонина, а другой — норадреналина, усиливая центральный анальгезирующий эффект [2]. Главный активный метаболит — О-дезметилтрамадол (M1) — обладает в 200 раз более высокой аффинностью к μ -опиоидным рецепторам, чем сам трамадол. Тем не менее, у собак M1 не вырабатывается, поэтому такое фармакокинетическое разнообразие ставит под сомнение универсальность анальгетического эффекта трамадола у собак.

Ряд клинических наблюдений указывает на недостаточную анальгезию при применении трамадола в стандартных дозах. Это особенно актуально в отношении хирургических вмешательств средней и высокой степени травматичности. Тем не менее, остаётся значительное количество клинических случаев, в которых применение трамадола привело к удовлетворительному контролю боли.

В настоящей статье представлен анализ применения трамадола для обезболивания у 30 собак в послеоперационный период. Все животные перенесли операции различного профиля, включая овариогистерэктомию, орхифуникулэктомию, ортопедические вмешательства и энуклеацию глазного яблока. Учитывались тип вмешательства, способ введения препарата, необходимость в дополнительной анальгезии и наличие побочных эффектов.

Наиболее часто трамадол применялся в дозировке 5–10 мг/кг [3] внутримышечно или перорально каждые 8–12 часов. В ряде случаев он назначался в комбинации с нестероидными противовоспалительными средствами (например, мелоксикамом), что соответствовало принципам мультимодальной анальгезии. Это позволяло снижать дозировку каждого из препаратов и минимизировать побочные эффекты.

По результатам наблюдений, у большинства животных, получавших трамадол в качестве монотерапии, сохранялась потребность в дополнительном введении анальгетиков в течение первых 12 часов после операции. Особенно это касалось собак после ортопедических и онкологических вмешательств. Напротив, при сочетании трамадола с другими средствами эффективность анальгезии повышалась, и потребность в экстренной анальгезии снижалась.

Отмечались и побочные эффекты, наиболее частыми из которых были умеренная седация, рвота и снижение аппетита. Эти проявления, как правило, были краткосрочными и не требовали отмены препарата. Более серьёзные побочные реакции (например, дисфория или выраженное угнетение ЦНС) зафиксированы не были. Профиль безопасности трамадола у собак можно охарактеризовать как удовлетворительный при условии правильного подбора дозы [4].

Сравнение трамадола с другими анальгетиками показало, что он уступает по эффективности метадону и морфину, но может быть сопоставим с бупренорфином и налбуфином при умеренной боли [5]. Против ингибиторов ЦОГ (например, карпрофена) трамадол демонстрировал переменные результаты, в зависимости от типа операции и уровня боли.

Важно отметить, что многие клинические наблюдения были затруднены отсутствием стандартизированной оценки боли. Использовались различные шкалы: шкала боли Глазго (GCMPS), визуально-аналоговая шкала (VAS), числовая рейтинговая шкала и другие. Это создавало сложности при сопоставлении данных и снижало точность анализа. Поэтому рекомендуется внедрение единых валидированных инструментов оценки боли в ветеринарной практике.

Общая эффективность трамадола как средства для купирования боли у собак оказалась ограниченной при использовании его в качестве единственного препарата. В связи

с этим он рассматривается скорее как компонент мультимодальной анальгезии, чем как препарат первой линии. Тем не менее, в условиях ограниченного доступа к наркотическим анальгетикам трамадол остаётся актуальным вариантом выбора [6].

На основании полученных данных можно сделать вывод, что трамадол целесообразно применять в сочетании с другими анальгетиками при операциях средней и высокой травматичности. При несложных вмешательствах и низком уровне болевой стимуляции он может использоваться как самостоятельное средство при условии адекватного мониторинга. Также важно учитывать индивидуальные особенности метаболизма препарата у конкретного пациента.

Трамадол представляет собой компромисс между доступностью, безопасностью и анальгетической эффективностью. Внедрение персонализированного подхода, включающего оценку болевого профиля и особенностей метаболизма, позволит повысить эффективность терапии. Перспективным направлением является разработка клинических алгоритмов, включающих трамадол в составе мультимодальной схемы обезболивания.

В целом, трамадол занимает промежуточное положение между НПВС и сильными опиоидами, обладая умеренной эффективностью и удовлетворительным профилем безопасности. При правильном применении он может значительно улучшить качество послеоперационного ухода у собак. Однако дальнейшие исследования с участием различных пород и возрастных групп необходимы для уточнения его роли в ветеринарной практике.

Библиографический список

1. Grond S, Sablotzki A. Clinical pharmacology of tramadol. Clin Pharmacokinet. 2004;43(13):879-923. doi: 10.2165/00003088-200443130-00004. PMID: 15509185.
2. Beakley BD, Kaye AM, Kaye AD. Tramadol, Pharmacology, Side Effects, and Serotonin Syndrome: A Review. Pain Physician. 2015 Jul-Aug;18(4):395-400. PMID: 26218943.
3. Применение опиоидных препаратов – Текст: электронный // Режим доступа: URL <https://spbvet.info/zhurnaly/5-2020/primenenie-opioidnykh-preparatov/>
4. Donati PA, Tarragona L, Franco JVA, Kreil V, Fravega R, Diaz A, Verdier N, Otero PE. Efficacy of tramadol for postoperative pain management in dogs: systematic review and meta-analysis. Vet Anaesth Analg. 2021 May;48(3):283-296. doi: 10.1016/j.vaa.2021.01.003. Epub 2021 Feb 10. PMID: 33745825.
5. Gültekin Ç. Comparison of the analgesic effects of morphine and tramadol after tumor surgery in dogs. Open Vet J. 2021 Oct-Dec;11(4):613-618. doi: 10.5455/OVJ.2021.v11.i4.11. Epub 2021 Nov 9. PMID: 35070856; PMCID: PMC8770189.
6. Miotto K, Cho AK, Khalil MA, Blanco K, Sasaki JD, Rawson R. Trends in Tramadol: Pharmacology, Metabolism, and Misuse. Anesth Analg. 2017 Jan;124(1):44-51. doi: 10.1213/ANE.0000000000001683. PMID: 27861439.

УДК 636.22/. 28:591.16

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ МОРФОЛОГИИ ЭМБРИОНОВ

Секеров Д.Б., аспирант кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация: Объектами исследования являлись цифровые системные модели мониторинга, используемые для классификации эмбрионов по степени развития и морфологическим признакам.

Контроль качества эмбрионов проходили в режиме нон-стоп. В результате установлено, что *time-lapse* + искусственный интеллект повышает точность предсказания

жизнеспособности эмбрионов на 17–20%, также отмечено сокращение времени на ручной отбор в 2,5 раза.

Применение искусственного интеллекта (ИИ) в оценке эмбрионов крупного рогатого скота способствует объективной и стандартизированной диагностике качества, повышая воспроизводственную эффективность и снижая затраты на отбор. Системы машинного обучения способны анализировать множество параметров одновременно и выявлять неочевидные для человеческого глаза закономерности, что позволяет более точно прогнозировать потенциал развития эмбрионов. Дальнейшее развитие и применение технологий должно быть направлено на адаптацию систем для мобильного применения в полевых условиях.

Ключевые слова: эмбрионы, крупный рогатый скот, искусственный интеллект, time-lapse мониторинг

Современное скотоводство требует высокой эффективности репродуктивных технологий, в частности трансплантации эмбрионов. Одним из ключевых факторов, влияющих на успех данной технологии - точная и воспроизводимая оценка морфологии эмбрионов. Традиционные методы визуальной оценки эмбрионов, основанные на субъективном мнении эмбриологов, подвержены вариативности и не всегда коррелируют с реальным имплантационным потенциалом [1, 5].

Современные технологии оценки морфологии эмбрионов, включая временную микроскопию, позволяют анализировать динамику развития и повышает точность отбора на 22-35%. Поляризационная микроскопия визуализирует структуры с двойным лучепреломлением, что дает возможность оценки веретена деления и мембранной целостности, повышая выявление аномалий на 18%. Конфокальная микроскопия обеспечивает 3D-визуализацию с высоким разрешением для детальной оценки клеточных структур. AI-анализ изображений применяет машинное обучение для оценки морфологии, обеспечивая объективизацию оценки и выявление скрытых паттернов с точностью прогноза имплантации 75-88% [2].

В настоящее время перспективно использование технологий искусственного интеллекта для автоматизированной оценки морфологии эмбрионов. Системы машинного обучения способны анализировать множество параметров одновременно и выявлять неочевидные для человеческого глаза закономерности, что позволяет более точно прогнозировать потенциал развития эмбрионов [3].

В связи с этим всё более актуальным становится применение технологий искусственного интеллекта (ИИ), позволяющих автоматизировать и стандартизировать процесс оценки [4, 6].

Изначально технология искусственного интеллекта с функцией time-lapse мониторинга разрабатывалась для клиник экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) человека, но с 2019 года начала использоваться и в ветеринарной эмбриологии. Успешные пилотные проекты внедрения данной ИИ-технологии в странах Южной Америки и Восточной Азии демонстрируют рост имплантационной успешности на 15–20% [7].

Цель исследования определение возможности применения технологии искусственного интеллекта (ИИ) для автоматизированной оценки морфологии эмбрионов крупного рогатого скота.

Работа проводилась в лаборатории ЭКО кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ ВО МСХА-РГАУ. Использовался ламинарный шкаф ESCO 1.2 IFV; настольный планшетный инкубатор WTA EVE 3 –х камерный и инкубатор с функцией time-lapse мониторинга EmbryoScore® (рис. 1).

Объектами исследования являлись цифровые системные модели мониторинга, используемые для классификации эмбрионов по степени развития и морфологическим признакам.

Использовались эмбрионы коров голштинской породы, предоставленные НИИплемом в качестве экспериментальных образцов. При оценке качества эмбрионов соблюдали ветеринарно-санитарные правила, чтобы предотвратить микробное загрязнение. Для полного исключения возможного контакта вымывной жидкости и эмбрионов с микроорганизмами воздуха проводили ультрафиолетовую санацию помещения.

Нормально развитые эмбрионы имели равномерные по ширине оболочки и цитоплазму в состоянии, соответствующему возрасту эмбриона. Морула представляет собой скопление бластомеров, не всегда одинаковых по размеру из-за асинхронности дробления.



Рис. 1 Лаборатории ЭКО кафедры ветеринарной медицины

Эмбрионы поступали в лабораторию в среде Дюльбекко в течении 2 часов после вымывания *In vivo*. Из них формировали экспериментальные группы. Первую группу эмбрионов помещали в настольный 3 –х камерный планшетный инкубатор WTA EVE. Для контроля качества использовали классическую визуальную оценку, включающую использование мультиомической технологии для поиска ключевых факторов созревания и развития эмбрионов.

Цитоплазма у 7-ми дневных эмбрионов при 10 бальной оценке была гомогенной, бластомеры имели полигональную связь. Перивителлиновое пространство было свободно от гранул и включений. У бластоцисты были хорошо различима бластополость, клетки были дифференцированы на трофо-и эмбриобластические. Перивителлиновое пространство было узкое; прозрачная оболочка имело толщину до 15 мкм (рис. 2).

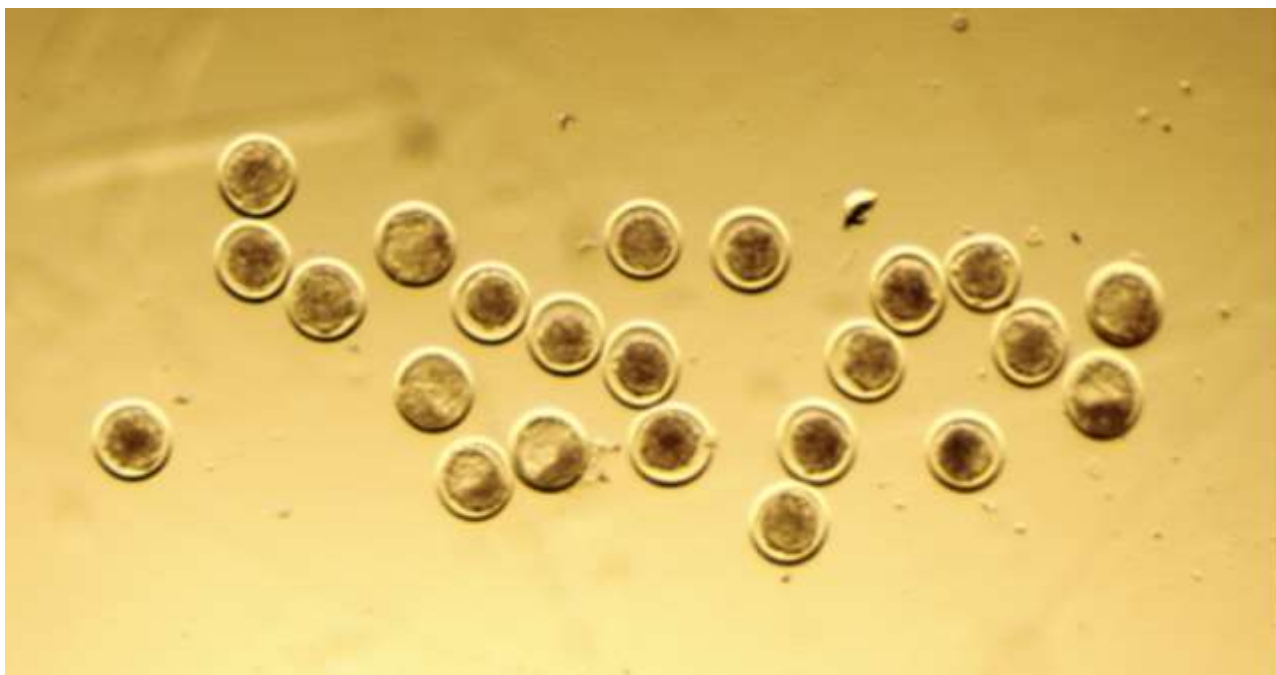


Рис. 2 Семидневные эмбрионы крупного рогатого скота с 10-ти балльной оценкой

Вторую группу эмбрионов поместили в инкубатор EmbryoScope® с функцией time-lapse мониторинга, который сочетает в себе микроскоп, камеру и систему ИИ-анализа для непрерывного наблюдения за развитием эмбрионов без необходимости извлекать их из инкубационной среды.

Контроль качества эмбрионов проходил в режиме нон-стоп. В результате установлено, что time-lapse + искусственный интеллект повышает точность предсказания жизнеспособности эмбрионов на 17–20%, также отмечено сокращение времени на ручной отбор в 2,5 раза.

Применение искусственного интеллекта (ИИ) в оценке эмбрионов крупного рогатого скота способствует объективной и стандартизированной диагностике качества, повышая воспроизводственную эффективность и снижая затраты на отбор. Системы машинного обучения способны анализировать множество параметров одновременно и выявлять неочевидные для человеческого глаза закономерности, что позволяет более точно прогнозировать потенциал развития эмбрионов. Дальнейшее развитие и применение технологий должно быть направлено на адаптацию систем для мобильного применения в полевых условиях.

Библиографический список

1. Кузнецова О.А., Никитин В.А. Современные подходы к оценке эмбрионов сельскохозяйственных животных. Зоотехния. 2021;9:21–25.
2. Скачкова О.А., Бригида А.В., Ковальчук С.Н. Проблемные вопросы результативности технологии трансплантации эмбрионов при применении у крупного рогатого скота // Ветеринария и кормление. — 2020. — № 3. — С. 46–49.
3. Чинаров Р.Ю. Развитие технологии прижизненного получения ооцитов у коров: современное состояние и направления исследований (обзор) // Сельскохозяйственная биология. — 2024. — Т. 59, № 2. — С. 194–220.
4. Гриднева Н.В., Савельева И.В. Применение искусственного интеллекта в животноводстве. Вестник аграрной науки. 2022;2(90):75–78.
5. Петрова А.А., Мельников И.С. Влияние морфологии эмбрионов на эффективность трансплантации у КРС. Животноводство России. 2020;6:34–38.
6. Сидоров К.В. и др. Применение цифровых технологий в эмбриотрансфере сельскохозяйственных животных. ТрудыВНИИЖ. 2023;4(128):49–53.
7. Kudo Y. et al. Morphokinetics and machine learning prediction of bovine embryo development. SciRep. 2021;11:13415.

ИЗМЕНЕНИЕ ИММУНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ПОРОСЯТ НА ДОРАЩИВАНИИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИММУНОСТИМУЛЯТОРОВ

Садыхов Эдуард Фамилович, аспирант кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация: Результаты исследования подтверждают потенциал препарата «Иммбаклиз С» как элемента стратегии повышения продуктивности и устойчивости поголовья. Его использование способствует обеспечению продуктовой безопасности в условиях увеличения требований к качеству и биобезопасности животноводческой продукции. Курсовое введение ИммбаклизС поросятам в возрасте 33–113 суток обусловило достоверное увеличение иммунологических показателей. У опытной группы зафиксирован прирост абсолютного количества Т-лимфоцитов на 18,2% ($5.39 \times 10^9/\text{л}$ против $4.56 \times 10^9/\text{л}$), относительное содержание увеличилось на 10,2 процентных пункта (30.29% против 20.09%) ($p < 0.001$). Показатели В-лимфоцитов также значительно превышали значения контрольной группы: абсолютное содержание — прирост 12,6% ($3.94 \times 10^9/\text{л}$ против $3.50 \times 10^9/\text{л}$), относительное — на 10,3 п.п. (25.51% против 15.17%) ($p < 0.001$). Уровень фагоцитарной активности нейтрофилов в опытной группе составил 65.93% против 56.54% в контроле (разница 9.39 п.п., прирост 16.6%, $p < 0.001$), что свидетельствует об усилении врождённой резистентности. Опытные животные показали увеличение концентрации IgG на 18,1% (7.62 мг/мл против 6.45 мг/мл) и IgM на 22,8% (3.01 мг/мл против 2.45 мг/мл), что указывает на активацию гуморального звена иммунной системы и усиление синтеза антител.

Ключевые слова: поросята, иммуностимуляторы, Иммбаклиз С, гематологические показатели.

Одним из ключевых аспектов успешного свиноводства являются ветеринарные мероприятия. Они направлены на предотвращение заболеваний, улучшение здоровья животных и повышение качества продукции. Эффективная ветеринарная помощь включает в себя регулярные осмотры, вакцинацию и контроль за состоянием окружающей среды. Это особенно важно в условиях современных вызовов, таких как вспышки инфекционных заболеваний, которые могут негативно сказаться на поголовье [1].

В связи с ориентацией современного свиноводства на повышение продуктивности и снижение антибиотикозависимости, что усиливается интерес к иммуномодулирующим биологически активным веществам [2]. Их применение способствует стабилизации микробиоты и повышению иммунной резистентности [3].

Для нормализации функций иммунной системы разработаны и успешно применяются иммуномодуляторы природного происхождения [4]. На основе продукта криофракционирования селезенки крупного рогатого скота и интерферона свиного рекомбинантного, создан препарат аминоселеферон [5].

Применение нормализующих иммунитет препаратов и кормовых добавок в условиях промышленного свиноводства должно сочетаться с целым комплексом условий их содержания. Необходимо получить таких животных, которые бы при должном уровне кормления дали максимальный прирост живой массы и, если это самки, соответствующий экономически эффективный за счет выхода поросят [6, 7].

Цель работы — экспериментальная проверка иммуномодулирующего действия и оценка влияния на иммунологические показатели крови поросят препарата «Иммбаклиз С».

Эксперимент проводился с апреля по июль 2024 года на промышленном свиноводческом комплексе Московской области. В исследование включено 60 поросят-самок на доращивании (33–113 суток, 7–48 кг), отобранных по принципу аналогов. Животные были разделены на контрольную и опытную группы по 30 голов. Условия

содержания, микроклимат и рацион были стандартизированы. Опытной группе ежедневно вводили препарат «Иммбаклиз С» с кормом в дозе 0,6 г/кг на протяжении трёх 14-дневных курсов с интервалом 21 день.

Иммбаклиз С содержит белковолипидсахаридный комплекс, полученный из лизатов *Bordetella bronchiseptica* (атрофический ринит), *Haemophilus parasuis* (болезнь Глейзера) и *Streptococcus suis* (менингит, септицемия, артрит).

Контрольная группа получала базовый рацион. Забор крови производили из яремной вены на 0, 8, 15 и 22 сутки каждого курса, объём пробы не превышал 10 мл. Иммбаклиз С не применяли совместно с вакцинацией и антибиотиками. Анализы проводились в лаборатории кафедры ветеринарной медицины РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева, аккредитованной по ГОСТ ISO/IEC 17025. Изучались уровни IgG и IgM (ИФА), содержание Т- и В-лимфоцитов (проточная цитометрия), фагоцитарная активность (латексные частицы, микроскопия). Выбор показателей обусловлен чувствительностью Т- и В-клеточного звена иммунитета к БАВ.

Все экспериментальные работы проводились согласно протокола, утверждённого локальным этическим комитетом. Животные прошли 7-дневную адаптацию. Физиологические и поведенческие нарушения не наблюдались. Контроль условий включал автоматизированные системы кормления и водоснабжения, ежедневный мониторинг температуры, влажности и концентрации аммиака. Корма проверялись на микотоксины. Персонал не был информирован о принадлежности животных к группам, что исключало предвзятость.

Для оценки иммунного статуса поросят использованы средние значения иммунологических показателей, рассчитанные по индивидуальным заключениям. Сравнение проведено между контрольной и опытной группами. Оформлены таблицы по каждому параметру. Проанализирована динамика действия препарата в каждом курсе и по сводным данным. Эксперимент проводился на поросятах одного генотипа и возраста, в пределах одного свиноводческого комплекса. Это требует осторожного подхода к интерпретации результатов и обоснования при экстраполяции на иные хозяйственные и климатические условия.

Статистическая обработка данных выполнялась в Statistica v.13.0 с применением критериев Манна–Уитни и Фишера, уровень значимости — $p \leq 0,05$.

Иммбаклиз С вводился в период активной перестройки кишечника: формирования крипт, удлинения ворсинок, созревания лимфоидной ткани. Препарат усиливал выработку Ig, фагоцитоз и защитную секрецию, не нарушая микробный гомеостаз. Устойчивый эффект, сохранявшийся 10 суток после курса, указывает на возможное формирование иммунной памяти.

После проведения экспериментов, был сделан анализ по всем 3 курсам исследования препарата Иммбаклиз С. Сводные данные по 3 курсам собраны в таблице 1.

Таблица 1

Обобщённые средние значения иммунологических показателей у поросят контрольной и опытной групп за весь период эксперимента

Показатель	Опытная гр.	Контрольная гр.
Т-лимфоциты 10 ⁹ /л	5.39 ± 0.33	4.56 ± 0.33
Т-лимфоциты %	30.29 ± 6.36	20.09 ± 0.94
В-лимфоциты 10 ⁹ /л	3.94 ± 0.35	3.50 ± 0.19
В-лимфоциты %	25.51 ± 8.92	15.17 ± 0.50
Фагоцитарная активность %	65.93 ± 1.72	56.54 ± 1.25
IgG мг/мл	7.62 ± 0.75	6.45 ± 0.28
IgM мг/мл	3.01 ± 0.39	2.45 ± 0.41

*Примечание: $p \leq 0.005$

Сравнительный анализ по трём курсам применения Иммбаклиз С показал достоверное увеличение Т-лимфоцитов в опытной группе: абсолютное количество — $5.39 \times 10^9/\text{л}$ против $4.56 \times 10^9/\text{л}$ (прирост 18,2%, $p < 0.001$), относительное — 30.29% против 20.09% (разница 10.20 п.п., $p < 0.001$). Это указывает на пролонгированное активирующее действие препарата на Т-клеточное звено иммунной системы, обусловленное устойчивой циркуляцией лимфоцитов в периферической крови. Следовательно, препарат «Имбаклиз С» способствует активации и поддержанию клеточного иммунного ответа при курсовом введении.

Показатели В-лимфоцитов также были выше у опытных животных: абсолютное значение — $3.94 \times 10^9/\text{л}$ против $3.50 \times 10^9/\text{л}$ (прирост 12,6%, $p < 0.001$), относительное — 25.51% против 15.17% (разница 10.34 п.п., $p < 0.001$). Это отражает активацию В-клеток и усиление гуморального ответа в ответ на систематическое введение Иммбаклиз С. Иммуномодуляторы данной группы стимулируют пролиферацию В-лимфоцитов и синтез антител, тем самым усиливают гуморальное звено иммунитета за счёт активации В-клеток.

Уровень фагоцитоза в опытной группе составил 65.93% против 56.54% в контрольной (разница 9.39 п.п., прирост 16.6%, $p < 0.001$). Эти результаты подтверждают повышение врождённой резистентности организма, обусловленное активацией фагоцитарного звена под действием препарата.

Таким образом, препарат «Имбаклиз С» усиливает неспецифическую защиту за счёт активации фагоцитарного звена.

Уровни IgG и IgM в опытной группе были достоверно выше: 7.62 мг/мл против 6.45 мг/мл (IgG, прирост 18.1%, $p < 0.001$) и 3.01 мг/мл против 2.45 мг/мл (IgM, прирост 22.8%, $p < 0.001$). Это свидетельствует о высокой активности гуморального звена и устойчивом иммуностимулирующем эффекте на протяжении курсового применения Иммбаклиз С. Механизм действия обусловлен усилением кооперации Т- и В-клеток и активацией генов, регулирующих синтез антител.

Динамика показателей в течение трёх курсов продемонстрировала накопительный и пролонгированный эффект Иммбаклиз С, особенно выраженный по относительному содержанию В-лимфоцитов и уровню IgM, что отражает стабильную иммунологическую активацию при повторном применении препарата.

Так же препарат оказал положительное влияние на физиологическое состояние поросят. В опытной группе отмечался прирост живой массы, обусловленный улучшением общего обмена веществ, переваривания и снижением метаболической нагрузки. Эти эффекты зафиксированы на фоне общего повышения иммунных показателей.

Имбаклиз С представляет собой эффективное и безопасное средство иммунопрофилактики, пригодное для применения в условиях интенсивного свиноводства. Он способен снижать антибиотикозависимость, укреплять эпизоотическое благополучие и может быть интегрирован в технологические схемы ветеринарного сопровождения.

Имбаклиз С показал высокую переносимость и физиологическую безопасность. Ранее подобные составы демонстрировали снижение кортизола и улучшение переваривания питательных веществ. Препарат перспективен для включения в схемы профилактики иммунодефицитных состояний у поросят, может быть интегрирован в программы воспроизводства и биобезопасности на промышленных свинокомплексах.

Результаты исследования подтверждают потенциал препарата «Имбаклиз С» как элемента стратегии повышения продуктивности и устойчивости поголовья. Его использование способствует обеспечению продуктовой безопасности в условиях увеличения требований к качеству и биобезопасности животноводческой продукции.

Курсовое введение ИммбаклизС поросятам в возрасте 33–113 суток обусловило достоверное увеличение иммунологических показателей. У опытной группы зафиксирован прирост абсолютного количества Т-лимфоцитов на 18,2% ($5.39 \times 10^9/\text{л}$ против $4.56 \times 10^9/\text{л}$),

относительное содержание увеличилось на 10,2 процентных пункта (30.29% против 20.09%) ($p < 0.001$).

Показатели В-лимфоцитов также значительно превышали значения контрольной группы: абсолютное содержание — прирост 12,6% ($3.94 \times 10^9/\text{л}$ против $3.50 \times 10^9/\text{л}$), относительное — на 10,3 п.п. (25.51% против 15.17%) ($p < 0.001$).

Уровень фагоцитарной активности нейтрофилов в опытной группе составил 65.93% против 56.54% в контроле (разница 9.39 п.п., прирост 16.6%, $p < 0.001$), что свидетельствует об усилении врождённой резистентности.

Опытные животные показали увеличение концентрации IgG на 18,1% (7.62 мг/мл против 6.45 мг/мл) и IgM на 22,8% (3.01 мг/мл против 2.45 мг/мл), что указывает на активацию гуморального звена иммунной системы и усиление синтеза антител.

Учитывая установленные иммунологические изменения, Иммбаклиз С может рассматриваться как средство, способствующее снижению риска инфекций: рожистого воспаления, пастереллёза, колибактериоза, ротавирусной и коронавирусной инфекций, диарейного синдрома новорождённых поросят.

Библиографический список

1. Федотов С.В., Максимов В.И., Корязова М.А. Репродуктивные особенности свиней крупной белой породы. - Ветеринария, зоотехния и биотехнология. - 2021. - № 4. - С. 41-46. - DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202104006.
2. Алексеева Т.В., Морозов Д.И. Методические рекомендации по применению пробиотиков в кормлении поросят. Издательство «АгроТех», 2021, 75 с.
3. Белооков А.А., Белоокова О.В., Чухутин Е.В., Горелик О.В. Эффективность применения пробиотиков в промышленном свиноводстве. *Аграрная наука*, 2022, №7–8, с. 98–101.
4. Гапоненко Е.Н. Повышение продуктивности свиней при применении пробиотиков. *Свиноводство*, 2025, №1, с. 44–47.
5. Востроилова Г.А., Хохлова Н.А., Канторович Ю.А., Корчагина А. А. Изучение токсичности аминокселеферона в остром и хроническом опыте. - Ученые записки УО ВГАВМ, т. 54. - вып. 4. - 2018 г.
6. Орлова Н.А., Сеницын В.А. Иммуитет и биобезопасность в свиноводстве. М.: АгроНаука, 2020. — 230 с.
7. Жукова И.С., Лапина О.Г. Иммуномодулирующие препараты в профилактике болезней поросят. *Ветеринария*, 2023, №4, с. 12–15.

УДК 637.41:639.622

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕРЕПЕЛИНЫХ ЯИЦ ПОРОД ОМСКАЯ И РАДОНЕЖСКИЕ

Четвергова Ирина Георгиевна, аспирант кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы продуктов животноводства и гигиены сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО Омский ГАУ, ig.chetvergova@omgau.org

Аннотация: В статье представлены результаты сравнительного морфологического анализа яиц перепелов породы омская и радонежские. Проведен количественный анализ основных морфологических показателей.

Ключевые слова: яйца перепелиные, масса, скорлупа, белок, желток

В последние годы наблюдается растущий интерес к перепелиным яйцам как к ценному диетическому продукту. Они характеризуются высокой питательной ценностью, содержат большое количество витаминов, минералов и аминокислот [1,4]. Породы перепелов, разводимые с целью получения яиц, отличаются по продуктивности, размеру яиц и их качественным характеристикам. Данное исследование направлено на сравнительный

анализ морфологических показателей двух перспективных пород: омская [2] и радонежские [3].

Целью работы является выявление различий и сходств в морфологических характеристиках яиц, что позволит оценить их товароведческую и потребительскую ценность и рекомендовать наиболее подходящую породу для конкретных целей.

Материалы и методы: для проведения исследования были отобраны перепелиные яйца породы омская и радонежские, полученные от птиц, содержащихся в идентичных условиях кормления и содержания. Были изучены следующие показатели: масса яйца определялась с помощью электронных весов с точностью до 0,01 г; масса скорлупы, белка и желтка разделением яиц на составные части, которые взвешивались по отдельности; индекс формы яйца рассчитывался как отношение ширины яйца к его длине, умноженное на 100%. Толщина скорлупы измерялась с помощью прибора микрометра с точностью до 0,01 мкм. Высота белка и желтка определялась с помощью штангенциркуля. Статистическая обработка данных проводилась с использованием MicrosoftOfficeExcel. Для сравнения средних значений использовался t – критерий Стьюдента.

Результаты и обсуждение. Результаты исследования морфологических показателей перепелиных яиц пород омская и радонежские представлены в таблице 1.

Таблица 1

Морфологические показатели перепелиных яиц пород омская и радонежские

Показатели	Породы перепелов	
	омская	радонежские
Масса яйца, г	12,21±1,03	12,06±0,62
Масса скорлупы, г	1,55±0,04	1,65±0,1
Масса белка, г	5,99±0,74	5,96±0,53
Масса желтка, г	4,66±0,3	4,45±0,42
Толщина скорлупы, мкм	0,28±0,02	0,26±0,01
Индекс формы яйца, %	72,14	76,93

Анализ данных показал, что яйца породы омская характеризуются статистически значимо большей массой по сравнению с яйцами породы радонежские, масса яйца превышала на 0,15 г, масса белка на 0,03 г, масса желтка на 0,21 г. В то же время толщина скорлупы была выше у яиц породы омская, превосходя показатель породы радонежские на 0,02 мкм.

Выводы. На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы. Яйца породы омская характеризуются большей массой, массой белка и желтка, а также большей толщиной скорлупы по сравнению с яйцами породы радонежские.

Заключение. Обе породы птицы омская и радонежские, производят перепелиные яйца высокого качества. Яйца породы радонежские, благодаря большому размеру и прочности скорлупы, могут быть предпочтительнее для коммерческого производства и транспортировки. Однако, яйца обеих пород являются ценным источником питательных веществ и могут быть рекомендованы для употребления в пищу.

Библиографический список

1. Кислицына, Н. А. Ветеринарно-санитарная оценка яиц перепелов при использовании в рационе янтарной кислоты / Н. А. Кислицына // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2024. – Т. 10, № 4(40). – С. 341-348. – DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-4-341-348. – EDN NMSZMP.

2. Четвергова, И. Г. Морфологические показатели яиц перепелов породы омская / И. Г. Четвергова // Инновационные тенденции развития российской науки : Материалы XVI Международной научно-практической конференции молодых ученых, Красноярск, 29–31 марта 2023 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 189-191. – EDN IBVSFP.

3. Четвергова, И. Г. Морфологические показатели качества яиц перепелов породы радонежские / И. Г. Четвергова // Ветеринарно-санитарная экспертиза: проблемы и пути решения качества и безопасности продукции животного происхождения : Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 110-летию со дня рождения профессора, доктора ветеринарных наук А.П. Ермолаева для преподавателей, молодых ученых, обучающихся, Омск, 18 декабря 2023 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2024. – С. 107-109. – EDN EECYNQ.

4. Яичная продуктивность перепелов при включении в их рацион цеолитов и пораженного микотоксинами зерна, обработанного СВЧ / Л. Ф. Якупова, Э. К. Папуниди, А. Н. Жубантаева, А. Х. Волков // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2024. – Т. 258, № 2. – С. 251-256. – DOI 10.31588/2413_4201_1883_2_258_251. – EDN LYIWFU.

УДК 637.54.65

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Васильева Алина Сергеевна, студент 31-24 группы ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, alina.vasilieva2002@mail.ru

Баранович Евгения Сергеевна, доцент кафедры морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ebaranovich@rgau-msha.ru

Аннотация. По-прежнему многие вопросы использования мяса бройлеров с признаками PSE-порока остаются недостаточно изучены. В статье представлены результаты органолептического и микробиологического исследования мяса цыплят-бройлеров с показателями повышенной и нормальной упитанности.

Ключевые слова: мясо цыплят-бройлеров, органолептическая оценка, микробиологический анализ.

Известно, что птица отличается достаточно высокой скороспелостью и убой цыплят-бройлеров на птицефабриках осуществляется в возрасте 39-ти или 42-х суток. Мясо птицы являясь важным источником белка в питании населения, обладает высокими мясными качествами и диетическими свойствами. При этом часто при выращивании бройлеров мясных пород применяются ускоренные темпы откорма, что позволяет увеличить живую массу птицы. Однако ограниченная подвижность и интенсивная кормовая нагрузка могут приводить к развитию патологических структурных изменений в мышечной ткани птицы с избыточным накоплением влаги, что характерно для PSE-порока. Мясо с такими признаками характеризуется выраженной экссудацией, светлым оттенком мышечной ткани, вялой консистенцией и ухудшенными органолептическими свойствами. Подобные отклонения могут вызывать признаки порчи более быстрее по сравнению с мясом здоровых бройлеров, что приводит к изменению органолептических и физико-химических показателей, а также повышенной микробной обсеменённости [6,7].

Целью настоящего исследования явилось сравнение органолептических и микробиологических показателей мяса цыплят-бройлеров с показателями повышенной и нормальной упитанности.

Объектом исследования явилось мясо бройлеров, имеющее признаки PSE-порока. Исследования проводили на 1 сутки хранения. В работе использовали общепринятые в ветсанэкспертизе лабораторные методы исследования.

В начале работы провели органолептический анализ мяса цыплят-бройлеров с показателями повышенной и нормальной упитанности. Исследования проводили согласно ГОСТ и определяли следующие показатели: внешний вид, цвет на разрезе, консистенцию, запах, прозрачность и аромат бульона [1]. По результатам органолептической оценки установили, что мясо цыплят-бройлеров с показателями нормальной упитанности имело равномерный розовый цвет на разрезе, плотную и упругую консистенцию, характерный свежий запах. Поверхность мяса была сухой, без видимых выделений тканевой влаги. При варке бульон получался прозрачным и ароматным, что соответствует нормативным требованиям. При этом мясо цыплят-бройлеров с показателями повышенной упитанности было бледным, с сероватым оттенком мышечной ткани, вялой, дряблой консистенцией. При надавливании на поверхность выступала жидкость, что свидетельствовало об избыточной влажности. Запах был слабым, менее характерным для свежего мяса. При приготовлении бульона отмечалась его мутность и отсутствие ярко выраженного аромата, характерного для нормального куриного мяса.

Затем нами проведен микробиологический анализ мяса цыплят-бройлеров с показателями повышенной и нормальной упитанности. Общее количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), бактерий рода *Salmonella* и *Listeria monocytogenes* определяли согласно ГОСТ [2,3,4].

Установили, что во всех исследуемых образцах мяса цыплят-бройлеров патогенные микроорганизмы, такие как бактерии рода *Salmonella* и *Listeria monocytogenes* не были обнаружены. Однако общее количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в образцах мяса цыплят-бройлеров с показателями повышенной упитанности с признаками PSE-порока было выше по сравнению с мясом нормальной упитанности. В мясе с признаками PSE-порока содержание КМАФАнМ варьировало от $1,5 \times 10^3$ до $4,6 \times 10^3$ КОЕ/г; в мясе нормальной упитанности цыплят-бройлеров – от $1,3 \times 10^2$ до $2,3 \times 10^2$ КОЕ/г. Полученные результаты соответствуют ТР ЕАЭС 051/2021 «О безопасности мяса птицы и продукции его переработки», что подтверждает микробиологическую безопасность продукции на момент исследования [5].

Полученные в ходе исследования данные свидетельствуют о том, что органолептическая и микробиологическая оценка мяса цыплят-бройлеров с признаками PSE демонстрируют выраженные отклонения от параметров, характерных для доброкачественного сырья. В частности, мясо имело менее выраженный аромат бульона, изменения в цвете и консистенции, что снижает доброкачественность мясного сырья. Хотя микробиологические показатели оставались в пределах допустимых норм, увеличение общего микробного числа в образцах с признаками PSE указывает на потенциальную склонность такого мяса к ускоренной порче при хранении. Таким образом, своевременно проведенные лабораторные исследования позволяют выявить повышенную микробную контаминацию мясного сырья и не допустить его поступления в реализацию в сыром виде. При этом в зависимости от степени развития PSE-порока мясное сырье рекомендуется использовать для промышленной переработки.

Библиографический список

1. ГОСТ 31470-2012 «Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы органолептических и физико-химических исследований» – Введ. 2013-01-07.— М.: Стандартинформ, 2013 – 41 с. – Текст: непосредственный.

2. ГОСТ 7702.2.0-2016 «Продукты убоя птицы, полуфабрикаты из мяса птицы и объекты окружающей производственной среды. Методы отбора проб и подготовка к микробиологическим исследованиям» - Введ. 2018-01-01.— М.: Стандартиформ, 2018. — 23 с. – Текст: непосредственный.
3. ГОСТ 31468-2012 «Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Метод выявления сальмонелл» - Введ. 2019-11-29.— М.: Стандартиформ, 2019.— 10 с. – Текст: непосредственный.
4. ГОСТ 32031-2022 «Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *ListeriaMonocytogenes*» - Введ. 2023-01-01.— М.: Стандартиформ, 2016.— 36
5. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности мяса птицы и продукции его переработки» - Введ. 2021-10-29.— М.: Стандартиформ, 2021.— 63 с. – Текст: непосредственный.
6. Никитченко В. Е., Серегин И. Г., Никитченко Д. В. Показатели идентификации PSE-порока и миопатии инфекционной и инвазионной этиологии // Вестник Ульяновской ГСХА. 2020. №2 (50).
7. Серегин И.Г. и др. Изменения в мясе бройлеров и свиней с признаками PSE-порока/ Серегин И.Г., Баранович Е.С., Никитченко В.Е., Никитченко Д.В., Козак Ю.А.// Птица и птицепродукты. 2020. № 4 С.30-33.

УДК 619:004

НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЕ

Елфимова С.А., ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева», РФ, s3010elfimova@gmail.com

Павлова М.А., ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева», РФ, pavl.frost@gmail.com

Акчурина С.В., ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева», РФ, sakchurin@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье рассматриваются перспективные направления использования машинного обучения в ветеринарной медицине, рассмотрены различные направления применения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, цифровые технологии, ветеринария, нейронные сети

С активным развитием информационных технологий наблюдается рост популярности использования искусственного интеллекта в различных сферах, в том числе в гуманной медицине, ветеринарии и сельском хозяйстве. Машинное обучение открывает возможности для улучшения диагностики патологий, особенно с учетом растущих тенденций в оцифровке изображений, в том числе микроскопических. Технология машинного обучения привлекает к себе все большее внимание в гуманной медицине, внося заметный вклад в развитие прогностической медицины и современной онкологической практики [5]. Вместе с тем данная технология имеет значительный потенциал применения в ветеринарной медицине, в том числе в части оптимизации процессов интерпретации результатов лабораторной и инструментальной диагностики и мониторинга состояния здоровья животных.

Существует три основных типа машинного обучения: неконтролируемое, контролируемое обучение и обучение с подкреплением. При обучении с подкреплением, программа распознает закономерности в данных, чтобы разработать алгоритм для выполнения задач. При неконтролируемом обучении данные не помечаются; компьютеру представляются только входные данные, и искусственный интеллект изучает закономерности в этих данных для определения выходных данных. При контролируемом обучении компьютеру предоставляются помеченные данные (изображения с примечаниями ориентиров, сделанные экспертами в данной области), известные как “достоверные данные”, для обучения модели. Затем компьютер изучает математическую функцию, которая сопоставляет входные данные с выходными на основе предоставленных пар данных. В области медицинской визуализации наиболее распространенным типом машинного обучения является контролируемое обучение.

Основой для научения искусственного интеллекта является база данных, с помощью которой осуществляется дифференцировка и анализ. Поэтому первоочередной задачей для эффективного внедрения машинного обучения в ветеринарии является создание достоверных и стандартизированных баз данных.

Количество используемых изображений сильно варьируется, поскольку необходимое количество требуемых изображений варьируется в зависимости от типа применяемого метода машинного обучения и в зависимости от того, используются ли методы увеличения или переноса обучения.

Цель данного исследования – на основании анализа литературных источников выявить потенциальные направления применения технологии машинного обучения в ветеринарии.

Для анализа литературных источников использовались библиографические базы данных Elibrary, Pubmed, Research Gate. В качестве поисковых запросов использовались следующие слова и выражения на русском и английском языках: ветеринария, машинное обучение, искусственный интеллект. Анализу было подвергнуто более 100 статей, опубликованных за период 2012-2023 гг.

Проведенный анализ статей позволил выявить широкий спектр применения технологии машинного обучения в ветеринарии. Все направления, были разделены на следующие группы:

1) Визуальная диагностика. Широкое распространение получило применение машинного обучения для интерпретации изображений визуальной диагностики. В ветеринарной практике данные методы хорошо зарекомендовали себя для интерпретации рентген снимков, МРТ и КТ сканов, для диагностики патологий опорно-двигательного аппарата, грудной полости, нервной системы, брюшной полости.

2) Интерпретация гистопатологических изображений. Классификация гистопатологических изображений опухолей молочной железы собак для дифференцировки злокачественных образований от доброкачественных показала высокую точность и потенциал в применении [2]. Использование программного обеспечения с открытым исходным кодом для анализа биоизображений, таких как QuPath, также показало высокую эффективность для объективной оценки воспаления эндометрия у свиней при репродуктивном-респираторном синдроме [4].

3) Видеомониторинг состояния животных. Машинное обучение может использоваться для мониторинга состояния животных на крупных хозяйствах с большим поголовьем. Например, искусственный интеллект использовался для видеомониторинга состояния свиней на основе заданных паттернов патологических симптомов [1]. Применение машинного зрения для постоянного контроля и своевременного обнаружения больных животных позволит ветеринарным специалистам оперативнее оказать необходимое лечение и своевременно карантинировать больных животных в случае инфекционных заболеваний.

4) Мониторинг параметров окружающей среды. В таких сферах, как рыбоводство,

благополучие и здоровье животных зависит от параметров среды обитания, таких как температура, pH, насыщение кислородом, уровень воды. В последние годы наблюдается рост и увеличение рентабельности рыбоводства, увеличиваются объемы производства, из-за чего повышаются риски потерь из-за сбоев оборудования. Ведутся отдельные разработки для применения машинного обучения в мониторинге и прогнозирования критических параметров среды водоемов [6].

5) Гематология. Гематология является перспективным направлением применения методом машинного обучения в ветеринарии. В настоящее время, на рынке ветеринарного оборудования уже представлено оборудование, например анализатор VETSCAN IMAGYST от компании Zoetis, использующее для гематологического анализа технологии искусственного интеллекта. Применение данных технологий помогает снизить затраты предприятия на содержание и обучение сотрудников, для выполнения рутинных анализов мазков крови. [7]

Также существует отдельная перспективная отрасль – это анализ мазков крови животных, имеющих особенности морфологического строения клеток крови, например птицы, рыбы и земноводные. Сканирование мазков крови у данных видов животных и использование для их интерпретации технологий машинного обучения может позволить автоматизировать и упростить процесс рутинных анализов, а также оптимизировать систему мониторинга для отслеживания больных особей в местах их скученного содержания. [7]

Применение технологий искусственного интеллекта и машинного обучения в ветеринарной практике и сельском хозяйстве является перспективной отраслью, поскольку имеет большой потенциал использования в различных отраслях, например патологии, гематологии, визуальной диагностике, также данные технологии могут использоваться для создания системы мониторинга. Все эти «точки приложения» позволяют не только улучшить качество и скорость оказания ветеринарной помощи, но и повысить экономическую эффективность сельскохозяйственных предприятий благодаря системе мониторинга состояния здоровья животных, прогнозирования развития заболеваний и их ранней диагностике.

Библиографический список

1. Г. А. И. Папаев Р.М., Загидуллин Л.Р., Рахматов Л.А., Шагивалиев Л., Ежкова А.М. Использование машинного обучения для исследования форм поведения животных. Сборник материалов Международного форума KazanDigitalweek-2022. Под общей редакцией Р.Н. Минниханова. Казань, 2022
2. Burrai G. P. Canine Mammary Tumor Histopathological Image Classification via Computer-Aided Pathology: An Available Dataset for Imaging Analysis // *Animals*. 2023. № 9 (13). С. 1563.
3. El Alaoui Y. A Review of Artificial Intelligence Applications in Hematology Management: Current Practices and Future Prospects // *Journal of Medical Internet Research*. 2022. № 7 (24). С. e36490.
4. Horváth D. G. Quantitative Analysis of Inflammatory Uterine Lesions of Pregnant Gilts with Digital Image Analysis Following Experimental PRRSV-1 Infection // *Animals*. 2023. № 5 (13). С. 830.
5. Swanson K, Wu E, Zhang A, Alizadeh AA, Zou J. From patterns to patients: Advances in clinical machine learning for cancer diagnosis, prognosis, and treatment. *Cell*. 2023 Apr 13;186(8):1772-1791. doi: 10.1016/j.cell.2023.01.035. Epub 2023 Mar 10. PMID: 36905928.
6. Zambrano A. F. Machine learning for manually-measured water quality prediction in fish farming // *PloS One*. 2021. № 8 (16). С. e0256380.
7. Zoetis. “Efficient, accurate blood smear review” [Электронный ресурс] URL: <https://www.vetscanimagyst.com/ai-blood-smear> (дата обращения: 15.10.2023)

ЛОБЭКТОМИЯ ПРИ ГНОЙНО-НЕКРОТИЧЕСКОЙ ПНЕВМОНИИ У КОШКИ

Градова Юлия Викторовна, аспирант кафедры клинической диагностики ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, bushik.dog@yandex.ru

Ковалев Сергей Павлович, профессор, заведующий кафедрой клинической диагностики ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, spkov111@mail.ru

Аннотация. В данной работе отображен результат диагностики и лечения гнойно-некротической бронхопневмонии у кошки. Использовались все современные лабораторные и инструментальные методы диагностики. Комбинация хирургического и терапевтического лечения оказалась успешной.

Ключевые слова: кошка, бронхопневмония, лобэктомия, клиническая диагностика.

В настоящий момент международными стандартами установлено, что эффективность лечения пневмонии является высокой, если проведена полная диагностика. Проводится забор анализов крови, рентген, компьютерная томография, ларинготрахеобронхоскопия с аспиратором введенного в бронхи физиологического раствора. Данный аспират подвергается микробиологическому (с подтитровкой на антимикробные препараты), молекулярно-генетическому и цитологическому исследованию. По исследованиям авторов, чаще всего обнаруживаются патогенные бактерии в клинически значимом количестве. Лечение является комплексным, первоочередным является антибиотикотерапия с учетом резистентности конкретного микроорганизма, но иногда терапия длится много месяцев и оканчивается локализацией патологического процесса в одной из долей легких, где нередко возникает некроз, что диктует необходимость проведения лобэктомии (удаление доли легкого). При наличии некроза организм будет подвергаться аутоинтоксикации, перераздражению со стороны нервной системы, а также из-за некроза нарушается кислотно-щелочное равновесие и газовый состав крови. Помимо этого, некроз является очагом инфекции. Прогноз при некрозе доли легкого при отсутствии хирургического лечения неблагоприятный [1, 4].

В настоящее время лобэктомия проводится под общей комбинированной анестезией торакоскопически. Доступы определяются индивидуально с учетом топографии пораженной доли. Перед операцией необходимо убедиться в отсутствии абсолютных противопоказаний к наркозу и альтернатив лечения, то есть лечащий врач должен быть абсолютно уверен в таком радикальном лечении пневмонии [4-7].

Цель данной работы – на примере клинического случая показать исход хирургического лечения некроза доли легкого при длительной пневмонии у кошки.

Исследование проводилось на базе ветеринарной клиники Санкт-Петербурга в 2024 году. В клинику обратились с 10-летней стерилизованной кошкой породы мейн-кун, которая весила 5.5 кг, с жалобой на непроходящее длительное время диспноэ.

Методы исследования, использованные при обращении в клинику – клиническое, рентгенологическое, ультразвуковое исследование, компьютерная томография с контрастированием, исследование крови и измерение оксигенации пульсоксиметром, торакоскопия с удалением пораженной доли и ее гистологическим исследованием. До операции был проведен бронхоальвеолярный лаваж. Результат цитологического исследования бронхоальвеолярного лаважа – бактериальное нейтрофильное воспаление (большое количество бактерий). ПЦР на наличие герпесвируса кошек, хламидиоза и бордетеллеза была отрицательной. Бактериологическое исследование было unsuccessful (высеялась нормофлора ротовой полости со среды обогащения).

До этого обращения животное, несмотря на полноценную диагностику и терапевтическое лечение в течение 3 месяцев в сторонней клинике, не было полностью вылечено от пневмонии, отмечалось лишь временное улучшение состояния животного.

Состояние животного на момент обращения в ветеринарную клинику было критическим. У животного отмечали тахипноэ (57 дыхательных движений в минуту), выраженное угнетение, лихорадку, анорексию.

При рентгенологическом исследовании грудной клетки [3] в правой латеральной и вентродорсальной проекциях лежа в инспираторную фазу дыхания выявлен альвеолярный тип затемнения с признаками наличия свободной жидкости, преимущественно в области левого легкого. На рентгеновских снимках кошки визуализировался выраженный бронхиальный паттерн по всем полям легких.

Оксигенация крови составляла 86 %.

Результаты компьютерной томографии легких также показали безвоздушность всех левых долей с накоплением контраста и консолидацией (рис.).

При проведении ультрасонографии грудной клетки также визуализировалась «гепатизированная» безвоздушная доля легкого, окруженная свободной жидкостью.

При проведении эхокардиографии визуализировались ультразвуковые признаки легочной гипертензии (увеличение диаметра легочных вен и правых отделов сердца).

В общем клиническом анализе крови присутствовал выраженный лейкоцитоз, моноцитоз, нейтрофилия, лимфоцитопения. Уровень сывоточного амилоида А в крови составлял 49,9 мкг/мл (выше верхней границы нормы в 5 раз). Стандартный профиль биохимического анализа крови не показал существенных отклонений в изучаемых показателях [2].

Была проведена торакоскопия [6], принято решение об удалении каудальной части левой краниальной доли, как наиболее пораженной.

По результатам гистологического исследования удаленной части пораженной доли был поставлен диагноз «гнойно-некротическая бронхо-интерстициальная пневмония».

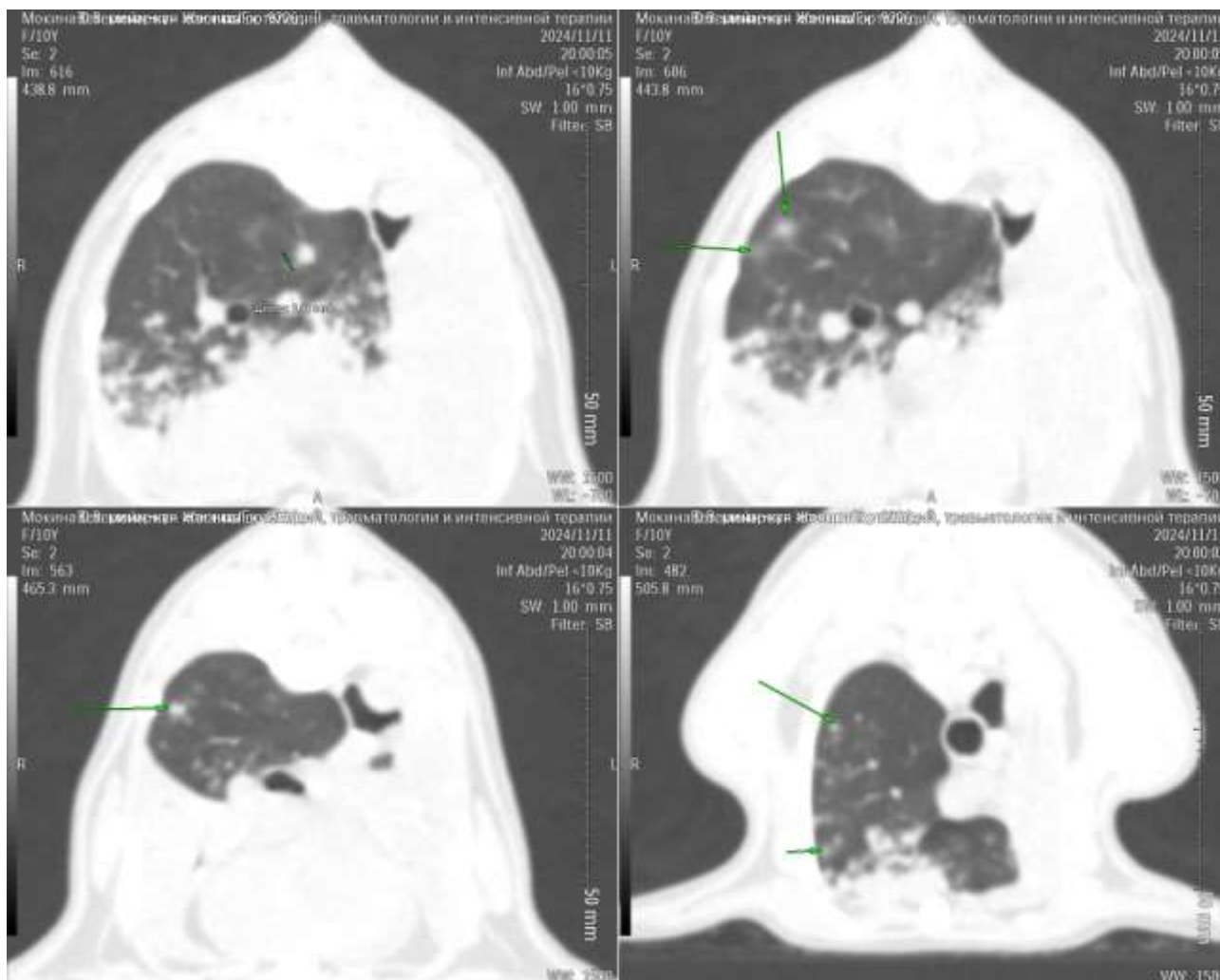


Рис. 1 Томограммы легких данной кошки.

Левые доли легких полностью не воздушны, консолидированы, диффузно неравномерно накапливают контрастное вещество, долевые бронхи преимущественно не воздушны, заполнены содержимым. Правая средняя и добавочная доли легкого полностью не воздушны, консолидированы, каудальная доля правого легкого консолидирована вентрально до 20 %, краниальная доля правого легкого не воздушна вентрально до 10%, диффузно неравномерно накапливают контрастное вещество. В воздушной паренхиме правых долей легких определяются очаги с неровным контуром различной плотности (по типу матового стекла/мягкотканной) размером до 4 мм. Данные изменения наиболее характерны для пневмонии (но по результатам КТ полностью не исключается бронхоальвеолярный рак).

Послеоперационный период проходил в условиях стационарного лечения. После операции общее состояние улучшилось, была рекомендована новая схема комбинированной антибиотикотерапии и ингаляционной терапии. Рекомендовано проверить кошку на наличие хронических вирусных инфекций кошек, которые значительно влияют на иммунитет (вирусный иммунодефицит, вирусный лейкоз, инфекционный перитонит). Спустя 21 день после операции оксигенация крови составляла 95 %, а в анализах крови не отмечалось существенных отклонений от референсных значений.

Таким образом, лечение оказалось успешным только при сочетании лобэктомии и комплексной терапии.

Библиографический список

1. Анников, В. В. Эффективность лобэктомии и интраплевральной новокаиновой блокады при хирургической патологии легких у собак: автореф. дис. ... канд. ветер. наук: 16.00.05 / Анников Вячеслав Васильевич. – Казань, 1994. – 19 с.
2. Клиническая оценка гематологических исследований у сельскохозяйственных животных // методические указания / С. П. Ковалев и др. – Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО СПбГУВМ, 2024. – 139 с.
3. Никулин, И. А. Ветеринарная рентгенология / И.А. Никулин и др. – СПб., 2019. – 208 с.
4. Canine and Feline Respiratory Medicine. 2 ed. USA: John Wiley & Sons. 2020. – 220 p.
5. Murphy, S. T. Pulmonary lobectomy in the management of pneumonia in five cats / S. T. Murphy, K. G. Mathews, G. W. Ellison et al. // J Small Anim Pract. – 1997. – № 38 (4). – P. 159-62. doi: 10.1111/j.1748-5827.1997.tb03454.x.
6. Scott, J. E. Determination of optimal location for thoracoscopic-assisted pulmonary surgery for lung lobectomy in cats / J. E. Scott, A. Singh, J. B. Case et al. // Am J Vet Res. – 2019. – № 80 (11). – P. 1050-1054. doi: 10.2460/ajvr.80.11.1050.
7. Wormser C. Thoracoscopic-assisted pulmonary surgery for partial and complete lung lobectomy in dogs and cats: 11 cases (2008-2013) / C. Wormser, S. Singhal, D. E. Holt et al. // J Am Vet Med Assoc. – 2014. – № 245 (9). – P. 1036-41. doi: 10.2460/javma.245.9.1036.

УДК 636.09:616-073.7

ОЦЕНКА ЗНАЧЕНИЯ МЕТОДА ВЫЧИСЛЕНИЯ КАРДИОВЕРТЕБРАЛЬНОГО ИНДЕКСА РЕНТГЕНОДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕРДЦА У СОБАК

***Шмаренкова Юлия Сергеевна**, старший преподаватель кафедры ветеринарии и физиологии животных, КФ ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Ishmarenkova_11@mail.ru
Научный руководитель: Акчуриин Сергей Владимирович, профессор кафедры ветеринарной медицины, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, sakchurin@rgau-msha.ru*

Аннотация. В статье представлен анализ оценки влияния метода расчета кардиовертебрального индекса на точность рентгенодиагностики заболеваний сердца у собак. Для этого были отобраны изображения 30 собак с установленным заболеванием сердца и проанализированы двумя независимыми ветеринарными врачами. Анализ проводился в два этапа.

Ключевые слова: кардиовертебральный индекс, рентгенологические изображения, собаки, кардиомегалия.

Рентгенодиагностика заболеваний сердца у собак основана на визуализации таких признаков, как аномальные размер и форма сердечного силуэта. К дополнительным маркерам относятся патологии легочных сосудов и наличие торакальных выпотов. Однако, при оценке данных параметров вероятно наличие ошибок, особенно при исследовании щенков, брахицефалических пород или животных, имеющих ожирение, так как у данных собак сердце при визуализации имеет относительно широкий, округлый силуэт [3].

Считается, что лучший метод оценки сердечного силуэта – это сравнение рентгеновского изображения исследуемого животного со снимками здоровой собаки той же породы. Но поиск подходящих для сравнения рентгенограмм может быть затратным по времени и неудобным. Для более точного определения размеров сердечного силуэта на рентгенограммах животных был предложен метод расчета кардиовертебрального индекса. На сегодняшний день это одна из наиболее точных методик для выявления кардиомегалии на рентгеновских изображениях [1].

Целью данного исследования было оценить влияние применения метода расчета кардиовертебрального индекса при оценке рентгеновских изображений собак для выявления заболеваний сердца.

Исследование проводилось на базе ветеринарной клиники «Лига», г. Калуга. Были отобраны 30 пар рентгенологических изображений грудной клетки собак – в правой латеральной проекции и в прямой дорсовентральной. В исследование были включены снимки собак разного пола и разных пород с зрелым скелетом (возраст животных составлял от 3 до 8 лет). Все рентгенологические изображения получены в период с 2022 по 2024 год и принадлежали собакам с заболеваниями сердца, которые были подтверждены с помощью эхокардиографии и/или электрокардиографии. Среди выявленных патологий встречались: недостаточность митрального клапана (15 собак), открытый артериальный (боталлов) проток (1 собака), дилатационная кардиомиопатия (9 собак), перикардиальный выпот (5 собак).

Рентгенограммы были исследованы дважды двумя ветеринарными врачами общей практики (наблюдатель А и наблюдатель В). Из доступной информации о собаках для врачей была известна только порода, так как при расчете кардиовертебрального индекса, данные сведения являются необходимыми для более четкой интерпретации результатов [2].

Исследование проводилось дважды. В первый раз ветеринарные врачи оценивали изображения для выявления патологий сердца, основываясь только на свой опыт и знания. Во втором исследовании необходимо было измерить кардиовертебральный индекс (рисунок 1).

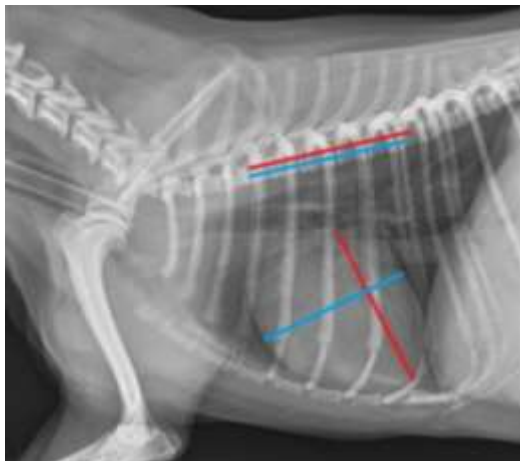


Рис.1 Второй этап исследования, расчет кардиовертебрального индекса

Во время первого этапа исследования наблюдатель А смог обнаружить кардиомегалию на изображениях у 15 исследуемых собак, что составляет 50,0 % от общего числа животных. Наблюдатель В определил патологию на 19 снимках (63,3 %).

При проведения второго этапа после расчета кардиовертебрального индекса наблюдатели изменили своё решение, определив патологию ещё у шести животных. На данном этапе наблюдатель А выявил патологию суммарно у 21 собаки (70 %), наблюдатель В – у 25 собак (83,3 %).

Результаты исследования можно увидеть в таблице 1.

Таблица 1

Результаты наблюдений ветеринарных врачей

Ветеринарный врач	Количество животных с выявленной патологией на 1 этапе, гол	Количество животных с выявленной патологией на 1 этапе, %	Количество животных с выявленной патологией на 2 этапе, гол	Количество животных с выявленной патологией на 2 этапе, %
А	15	50,0	21	70,0
В	19	63,3	25	83,3

Точность диагноза ветеринарных врачей увеличилась в результате применения метода расчета кардиовертебрального индекса в качестве дополнения к субъективной оценке рентгенограмм. Измерение данного показателя позволило довольно точно судить о наличии кардиомегалии у собак, чьи рентгенограммы были исследованы.

Однако, для более точных выводов необходим анализ большего числа изображений и участие в исследовании большего числа наблюдателей. Но методика определения кардиовертебрального индекса является перспективным направлением для дальнейшего изучения и внедрения в рутинную практику ветеринарных врачей.

Библиографический список

1. Шмаренкова, Ю. С. Значение вычисления кардиовертебрального индекса у собак и кошек при рентгенодиагностике грудной полости / Ю. С. Шмаренкова, С. В. Акчури // Современные проблемы естествознания и естественно-научного образования: Материалы I Всероссийской научно-практической конференции, Калуга, 26 марта 2024 года. – Калуга: Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, 2024. – С. 216-218. – EDN XFCUNT.
2. Шмаренкова, Ю. С. Расчет кардиовертебрального индекса у собак с учетом их породных особенностей / Ю. С. Шмаренкова, С. В. Акчури // Зоотехническая и ветеринарная наука – основа инновационного развития животноводства России : Сборник статей, по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня образования Института зоотехнии и биологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, 06–07 декабря 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – С. 204-207. – EDNSHONWM.
3. Lamb CR., Tyler M., Boswood A., Skelly BJ., Cain M. Assessment of the value of the vertebral heart scale in the radiographic diagnosis of cardiac disease in dogs. *Veterinary Record*. 2000 Jun 10;146(24):687-90. doi: 10.1136/vr.146.24.687. PMID: 10887980.

УДК 636.5033:636.034

СОДЕРЖАНИЕ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (МАССОВАЯ ДОЛЯ СВИНЦА, КАДМИЯ, МЫШЬЯКА, РТУТИ) В МЯСЕ ЦЕСАРОК РАЗНЫХ ПОРОД В ПРОЦЕССЕ ВЫРАЩИВАНИЯ

Степанова С.П., аспирант ВНИИПП.

Научный руководитель: **Козак С.С.**, д-р биол. наук, главный научный сотрудник, руководитель ИЛЦ Всероссийского научно-исследовательского института птицеперерабатывающей промышленности (ВНИИПП) – филиала Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства»

Аннотация. Представлены результаты определения содержания токсичных элементов в мясе цесарок загорской белогрудой, волжской белой пород и серо-кряпчатой, голубой пород возрасте от 42 суток до 9 месяцев. Установлено, что содержание токсичных элементов (массовая доля Pb, Cd, As, Hg) в исследуемых образцах было менее предела обнаружения для каждого элемента: – свинца <0,1 мг/кг; кадмия – <0,01 мг/кг; мышьяка – <0,05 мг/кг; ртути – <0,0025 мг/кг. Таким образом, по содержанию токсичных элементов (свинца, кадмия, мышьяка, ртути) мясо цесарок безопасно и может реализовываться без ограничений.

Ключевые слова: грудные мышцы, бедренные мышцы, цесарки, породы цесарок, популяции цесарок, массовая доля свинца, кадмия, мышьяка, ртути.

В последние годы традиционное использование мясного сырья добавило производство различных экзотических животных и птиц. В этом плане настоящий интерес могут вызвать цесарки [5]. Их мясо и яйца обладают ценными диетическими и вкусовыми свойствами. Мясо цесарок по вкусу напоминает боровую дичь, но несколько сочнее и нежнее. Грудные и ножные мышцы у цесарок хорошо развиты. Костяк тонкий и легкий, благодаря этому птица сохранила способность к полету и быстрому продолжительному бегу [2, 3].

Большинство публикаций в зарубежной литературе в области цесарководства, как отрасли сельского хозяйства, касаются выращивания, разведения, кормления, пищевой ценности мяса, показателям крови цесарок [4-7]. В отечественной и зарубежной литературе в основном указаны показатели данных химического состава и физико-химическим показателям мяса цесарок без исследований на содержание токсичных элементов.

Целью данного исследования явилось определение содержания токсичных элементов в мясе цесарок. Согласно указанной выше цели, были поставлены следующие задачи:

- определить содержания массовой доли свинца (Pb),
- определить содержания массовой доли кадмия (Cd),
- определить содержания массовой доли мышьяка (As),
- определить содержания массовой доли ртути (Hg) в мясе цесарок разных пород в процессе выращивания.

Работа была выполнена в лаборатории физико-химических исследований ИЛЦ ВНИИПП.

Для исследования содержания токсичных элементов в грудных и бедренных мышцах было выбрано нескольких пород цесарок: загорская белогрудая, волжская белая, серо-крапчатой и голубой. Возраст птицы составлял 42 суток ... 9 месяцев. Цесарки содержались в вольерах, в кормлении использовался комбикорм «Южная корона».

Определение токсичных элементов проводили атомно-абсорбционным методом с использованием спектрометра «Квант-2мт». Содержание массовой доли свинца и кадмия определяли по ГОСТ 30178-96, массовую долю мышьяка исследовали по ГОСТ 26930-86, содержание ртути определяли по ГОСТ 34427-2018.

Объектом исследований служили грудные и бедренные мышцы цесарок, предметом исследований – содержание токсичных элементов в мышцах.

Результаты определения в грудных и бедренных мышцах цесарок содержания токсичных элементов загорской белогрудой, волжской белой пород и серо-крапчатой, голубой популяций в возрасте от 42 суток до 9 месяцев представлены в таблице.

Таблица 1

Содержание токсичных элементов (массовая доля свинца, кадмия, мышьяка, ртути, мг/кг) в грудных и бедренных мышцах тушек цесарок

Породы и популяции	Наименован ие образцов	Показатели			
		Массовая доля Pb, мг/кг	Массовая доля Cd, мг/кг	Массовая доля As, мг/кг	Массовая доля Hg, мг/кг
Возраст - 42 дня, 62 дня, 3, 4, 5, 7 и 9 месяцев					
Волжская белая, загорская белогрудая, серо-крапчатая, голубая	Грудные и бедренные мышцы	< 0,1	< 0,01	< 0,05	< 0,0025

Данные таблицы свидетельствуют, что в возрасте от 42 суток и до 9 месяцев всех представленных пород и популяций цесарок в грудных и бедренных мышцах тушек содержание Pb; Cd; As и Hg было менее предела обнаружения для каждого элемента, т.е. для Pb < 0,1 мг/кг; Cd < 0,01 мг/кг; As < 0,05 мг/кг и Hg < 0,0025 мг/кг.

Таким образом, при выращивании цесарок тяжелые элементы не накапливаются в мышечной ткани грудки и бедра. Такое мясо, с учетом требований ТР ЕАЭС 051/2021 [13] к содержанию токсичных элементов в продуктах из мяса птицы, безопасно для употребления в пищу.

Содержание токсичных элементов (массовая доля) в исследуемых образцах было менее предела обнаружения для каждого элемента: – Pb <0,1 мг/кг; Cd – <0,01 мг/кг; As – <0,05 мг/кг; Hg – <0,0025 мг/кг. Таким образом, по содержанию токсичных элементов (свинца, кадмия, мышьяка и ртути) мясо цесарок загорской белогрудой, волжской белой пород и серо-крапчатой, голубой пород в возрасте от 42 суток до 9 месяцев безопасно и может реализовываться без ограничений.

Библиографический список

1. Козак С.С. К вопросу обоснования ветеринарно-санитарного производственного контроля при переработке цесарок / С.С. Козак, С.П. Степанова, Ю.А. и др. // Журнал: АПК России Т.29. - №4. – 2022. – С. 500-503.
2. Степанова С.П., Козак С.С. Обоснование производственного ветеринарно-санитарного контроля при переработке цесарок // В книге: Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации. Материалы II Международной научно-практической конференции. Чебоксары, 2023. - С. 368-369.
3. Вейцман Л.Н., Иващенко В. Н., Макушина Н.И. Содержание аминокислот, микроэлементов и биологическая ценность мяса цесарки // Методы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных. Саранск, 1982. - С.149-152.
4. Забиякин В.А. Опыт получения голубых цесарок и их продуктивные качества // Птицеводство. 2008. - № 4. - С.45-47.
5. Степанова С.П., Дерина Д.С., Козак С.С., Тарарова К.С. Показатели крови цесарок разных пород и возрастов // В сборнике: Научно-техническое обеспечение эффективности и качества производства продукции АПК. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ВНИИПП. Ржавки, 2024. - С. 139-144.
6. Степанова С.П., Дерина Д.С., Козак С.С. Динамика прироста живой массы и физико-химические показатели мяса цесарок разных пород в процессе выращивания // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2023. № 4 (48).- С. 489-494.
7. Забиякин В.А., Кропотова А.Л. О цесарководстве России (для обсуждения и выработки решений) // Агрорусь: материалы Международного конгресса «Сельское хозяйство – драйвер российской экономики». 1–4 сентября 2016 г. Санкт-Петербург, 2016. - С. 237-238.

СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЩЕЙ И ЧАСТНОЙ ЗООТЕХНИИ»

УДК 636.52/.58.033:611.21/.23:697.92

ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТИНА ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ БРОЙЛЕРОВ В ПТИЧНИКАХ С РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ЦИРКУЛЯЦИИ ВОЗДУХА

Малородов Виктор Викторович, к.с.-х.н., доцент кафедры частной зоотехнии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, malorodov@rgau-msha.ru

Аннотация: в первом опыте гистологическая картина слизистой оболочки трахеи бройлеров соответствует нормальной структуре, отсутствуют нарушения целостности эпителия, реснички ровные, без деформаций и заломов. С обеспечением циркуляции

воздушных потоков в птичниках закрытого типа в первом опыте толщина слизистой оболочки трахеи уменьшается в 2,6 раза, а собственной пластинки слизистой в 2,9 раза. Во втором опыте такой закономерности в собственной пластинке слизистой оболочки трахеи не обнаружено, но деструктивные изменения, увеличение количества гликопротеидов и протеогликанов в опытных группах подтверждают влияние фактора вентиляции.

Ключевые слова: микроклимат, респираторная система, вентиляция, бройлер, трахея, слизистая оболочка, деструкция реснитчатого эпителия.

Введение. На сегодняшний день выполняются исследования в области изучения морфогистологического строения и функционирования респираторной системы сельскохозяйственных птиц [1, 2]. Дыхательная система птиц приспособлена к высокой интенсивности воздухообмена, необходимого для поддержания повышенного уровня обменных процессов в организме. Она достаточно сложно устроена морфологически и имеет свои особенности [3].

Основные компоненты слизи, покрывающей эпителий дыхательных путей, продуцируются как бокаловидными клетками в пласте эпителия, так и в значительном количестве в экзоклеточных железах подслизистой [4]. У человека состав слизи достаточно хорошо изучен в сравнении с различными видами сельскохозяйственных птиц. Верхний слой представляет собой гель, а нижний (перицилиарный) слой – это жидкость. Гель на 90-95% состоит из воды, в которой присутствуют сывороточные белки, липиды и иммуноглобулины, около 3-5% приходится на муцины [5]. Муцины слизи являются высокомолекулярными сульфатированными гликопротеинами, которые на 70-80% состоят из углеводов, содержат 20% белков и 1-2% сульфатов, связанных с олигосахарами [6]. Так как слизь дыхательных путей играет важную роль в мукоцилиарном клиренсе, при нормальном состоянии дыхательной системы, без аллергических и воспалительных реакций увеличение количества слизи и структур, которые ее производят может интерпретироваться как положительный факт. Но слишком большое количество слизи может быть ответом на раздражение слизистой и способствует обструкции дыхательных путей [7].

В представленной работе впервые показано, и подтверждено двумя экспериментами, что циркуляция воздуха в закрытых помещениях положительно влияет на показатели продуктивности, улучшает состояние трахеальной стенки, ее гистологической картины и гистохимического статуса у цыплят.

Цель эксперимента – визуализация гистологической картины трахеальной стенки у бройлеров кросса Росс-308, содержащихся в помещениях с дополнительной циркуляцией и при отсутствии циркуляции воздуха.

Методика исследования. Для гистологического исследования проводился забор участков трахеи размером 1 см в средней части органа. Образцы были получены от 35 бройлеров со средней живой массой 2500 г для каждой группы, отобранных методом пар-аналогов (7 цыплят от каждой группы). Для фиксации объектов использовался 10 % формалин. Образцы органов затем промывали водой, заливали в парафин используя стандартные методики. Далее на ротационном микротоме KD-202A фирмы JINHUA KEDEE, (производство КНР) изготавливались срезы тканей толщиной 5 мкм. Для морфометрических измерений и описания структуры органа срезы окрашивали гематоксилин-эозином согласно стандартным методикам. Микроскопию препаратов осуществляли с помощью светового микроскопа МИКМЕД – 6 фирмы ООО «ЛОМО-МА» (Россия) с увеличением 15х20. Всего было сделано 105 измерений трахеи от группы. Проводилась визуальная оценка и описание структур стенки трахеи. Фотографирование препаратов осуществлялось с помощью цифровой камеры MC-8.3C ООО «ЛОМО-МА» (Россия).

Статистическую обработку проводили методом вариационной статистики с использованием t-критерия Стьюдента в пакете Microsoft Excel 2016.

Результаты и их обсуждение. Морфометрия стенки трахеи цыплят в первом опыте, показала, что из всех групп у птицы в опытной группе 1 толщина слизистой оболочки и

подслизистой основы была минимальная $147,2 \pm 3,3$ мкм, а в группе 3 максимальная – $404,7 \pm 9,4$ мкм. Достоверная разность обусловлена различиями в толщине собственной пластинки слизистой и в подслизистой оболочке, она оказалась соответственно $129,1 \pm 3,1$ мкм в группе 1 и $395,7 \pm 9,4$ мкм в группе 3 ($p \leq 0,01$). В опыте 2 измерение толщины подслизистой оболочки не проводилось и не учитывалось в виду того, что ее показатели слабо изменялись между группами в обоих экспериментах. Это позволяет пренебречь измерениями подслизистой оболочки в наших исследованиях.

Результаты морфометрии стенки трахеи в опыте 2 показывают, что максимальная высота эпителия наблюдалась в группе 1 – $21,3 \pm 5,8$ мкм, а высота ресничек в группе 5 – $4,6 \pm 1,3$ мкм. Минимальная высота эпителия была в группе 3 – $15,2 \pm 5,0$ мкм, а высота слоя ресничек была минимальная в группе 4 – $1,7 \pm 1,2$. Максимальная толщина собственной пластинки слизистой оболочки характерна для группы 4, она составила $59,0 \pm 40,7$ мкм. Минимальная толщина собственной пластинки слизистой и всей стенки наблюдалась в группе 3 ($29,6 \pm 18,3$ мкм и $47,6 \pm 16,9$ соответственно).

Исследование гистологической картины стенки трахеи двух экспериментов подтверждает, что трахея имеет типичное строение и состоит из слизистой, подслизистой фиброзно-хрящевой оболочек и адвентиции (рис. 1 и 2). Эпителий, выстилающий слизистую, многорядный мерцательный, среди клеток преобладают реснитчатые. В пласте эпителия встречаются бокаловидные клетки в соотношении с реснитчатыми примерно 1:10. Около базальной мембраны залегают невысокие камбиальные клетки. Мышечная пластинка в слизистой практически не выражена, поэтому граница собственной пластинки слизистой и подслизистой оболочкой определяется только по структуре соединительной ткани. В собственной пластинке преобладает клеточный компонент, много клеток лейкоцитарного ряда, а в подслизистой оболочке скопления клеток встречаются редко, в соединительной ткани преобладает межклеточное вещество с волокнистым компонентом, встречаются крупные сосуды. В собственной пластинке располагались простые трахеальные слизистые железы. Также нами обнаружены простые эндоепителиальные железы, которые положительно окрашиваются альциановым синим и ШИК-реакцией.

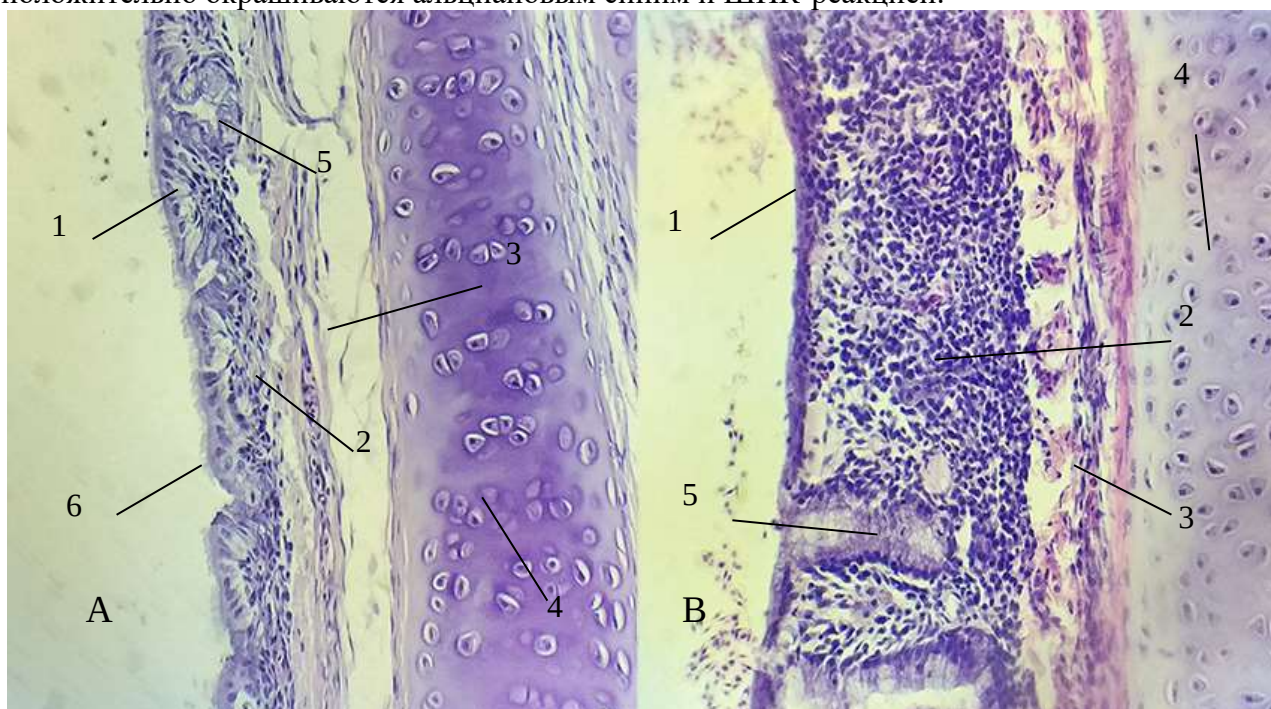


Рисунок 1. Эксперимент 1. Гистологическое строение стенки трахеи у бройлеров (*Gallus gallus domesticus*) кросса Ross-308 в V группе, содержащийся в вентилируемом помещении (А), и III группе, содержащийся в помещении без циркуляции воздуха (В): 1 – эпителий; 2 – собственная пластинка слизистой оболочки; 3 – подслизистая оболочка; 4 –

хрящ; 5 – трахеальные железы; 6 – реснички (окраска гематоксилин-эозином; увеличение 15х20).

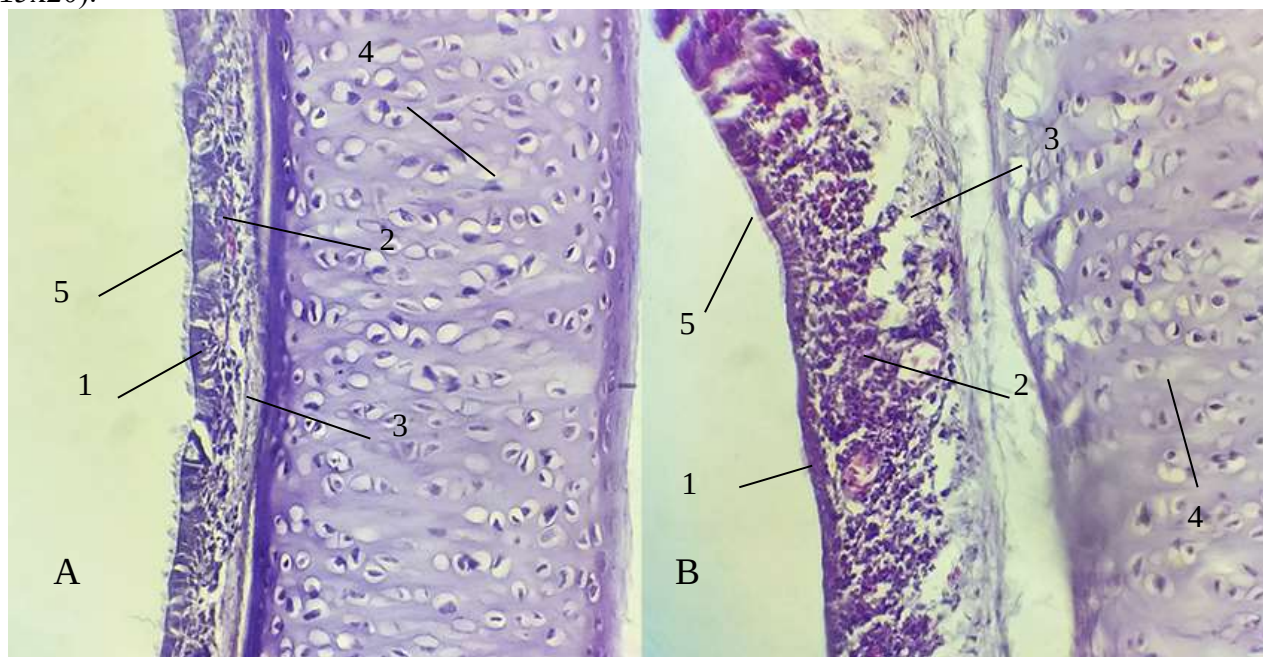


Рисунок 2. Эксперимент 2. Гистологическое строение стенки трахеи у бройлеров (*Gallusgallusdomesticus*) кросса Ross-308 в V группе, содержащийся в вентилируемом помещении (А), и III группе, содержащийся в помещении без циркуляции воздуха (В): 1 – эпителий; 2 – собственная пластинка слизистой оболочки; 3 – подслизистая оболочка; 4 – хрящ; 5 – трахеальные железы; 6 – реснички (окраска гематоксилин-эозином; увеличение 15х20).

Закключение. Подтверждена зависимость состояния стенки трахеи у бройлеров кросса Росс-308 от интенсивности циркуляции воздуха в производственных птичниках. Недостаточность вентиляции увеличивает аэрозольную нагрузку на респираторную систему. Это выражается в уменьшении высоты эпителия, нарушении целостности ресничек, что приводит к метаплазии эпителия и нарушению мукоцилиарного транспорта. Деструктивные изменения в эпителии приводят к уменьшению количества бокаловидных клеток, и компенсаторному увеличению количества трахеальных желез и выделяемой слизи, что подтверждается гистохимическими исследованиями.

Библиографический список

1. Carvalho O., Gonçalves C. Comparative physiology of the respiratory system in the animal kingdom. *The Open Biology Journal*, 2011, 4: 35-46 (doi: 10.2174/1874196701104010035).
2. John N. Maina. Pivotal debates and controversies on the structure and function of the avian respiratory system: setting the record straight. *Biol Rev Camb Philos Soc*. 2017 Aug;92(3):1475-1504. doi: 0.1111/brv.12292.
3. Duncker HR (1972) Structure of the avian lung. *Respir Physiol* 14:4–63
4. Kim KC, McCracken K, Lee BC, Shin CY, Jo MJ, Lee CJ, et al. Airway goblet cell mucin: its structure and regulation of secretion. *Eur Respir J*. 1997; 10:2644–2649.
5. Verdugo P. Goblet cells secretion and mucogenesis. *Ann. Rev. Physiol*. 1990;52:157–176. doi: 10.1146/annurev.ph.52.030190.001105.
6. Fuloria M., Rubin B. K. Evaluating the efficacy of mucoactive aerosol therapy. *Resp. Care*. 2000;45(7):868–873.
7. Rose MC, Nickola TJ, Voynow JA. Airway mucus obstruction: mucin glycoproteins, MUC gene regulation and goblet cell hyperplasia. *Am J Respir Cell Mol Biol*. 2001; 25: 533–537.

ВЫСОТА ГЛУБОКОЙ ПОДСТИЛКИ В ПТИЧНИКЕ, КАК ФАКТОР ЗООГИГИЕНИЧЕСКОГО И ПРОДУКТИВНОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ ПЕРЕПЕЛОВ

Голентовский Денис Николаевич, аспирант кафедры частной зоотехнии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, denis.golen@yandex.ru

Научный руководитель: Малородов Виктор Викторович, к.с.-х.н., доцент кафедры частной зоотехнии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, malorodov@rgau-msha.ru

Аннотация: получены экспериментальные данные о зоотехнической продуктивности и мясных качествах перепелов, зоогигиеническом состоянии стоп птицы под влиянием фактора высоты глубокой подстилки в виварных условиях. Установлена экономическая целесообразность применения минимальной глубины насыпи подстилочного материала на фоне отсутствия снижения мясных продуктивных качеств перепелов.

Ключевые слова: микроклимат, глубокая подстилка, высота насыпи подстилочного материала, перепела, мясная продуктивность.

Введение. Наиболее распространённая технология выращивания сельскохозяйственной птицы в птичниках с напольным способом – на глубокой подстилке. Основные функции подстилки заключаются в поглощении и испарении влаги, содержащейся в помещении. При использовании подстилочного материала учитывают глубину насыпи, которую определяют исходя из срока использования, размера птичника, поголовья птицы и микроклимата помещения, а также гигроскопических свойств материала подстилки. Глубина насыпи напрямую влияет на физиологическое состояние птицы, а именно, подошвы стоп и качество тушки [1–4].

В результате исследований по определению оптимальной глубины подстилки были разработаны методические указания по напольному содержанию бройлеров и кур-несушек, так как это самый многочисленный вид сельскохозяйственной птицы [5]. В рекомендациях по технологическому проектированию птицеводческих предприятий РД-АПК 1.10.05.04-13 также отражены нормативы толщины слоя подстилки для содержания мясных кур, индеек, уток, гусей и цесарок, однако для выращивания перепелов на мясо норматив не разработан. В последние годы подотрасль перепеловодства набирает популярность из-за диетических свойств мяса птицы [6, 7].

Таким образом, целесообразно исследовать и установить минимальную высоту глубокой подстилки для выращивания перепелов на мясо с целью снижения расхода подстилочного материала, как следствие, финансовых затрат на фоне сохранения мясной продуктивности и зоогигиенического благополучия поголовья сельскохозяйственной птицы.

Материалы и методика. Работа выполнена в зимний период 2023-2024 гг. в условиях учебно-производственного птичника РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева на перепелах мясо-яичного направления продуктивности маньчжурской породы. Из молодняка средней массой 9,5 г методом пар-аналогов без учёта полового соотношения были сформированы 3 группы по 57 голов в каждой. Перепелов размещали в одном помещении, разделённом на 3 секции площадью 1 м² каждая с плотностью посадки 0,02 м² на 1 голову до 39-суточного возраста. Кормление птицы осуществляли 3 раза в сутки с учётом питательности комбикорма в соответствии с рекомендациями ВНИТИП, поение – вволю. В качестве подстилочного материала использовали древесные опилки. Различия между вариантами по технологии содержания птицы заключались в глубине насыпи подстилки: в группе 1 – 10 см,

в группе 2 – 7 см; в группе 3 – 5 см. Выбор вариантов глубины насыпи подстилочного материала обоснован экспериментальным подходом с учётом живой массы перепелов, тогда как для бройлеров 1-6-недельного возраста глубина слоя подстилки должна составлять 7–10 см согласно РД АПК 1.10.05.04-13 (информация по глубине слоя подстилки для перепелов не приводится).

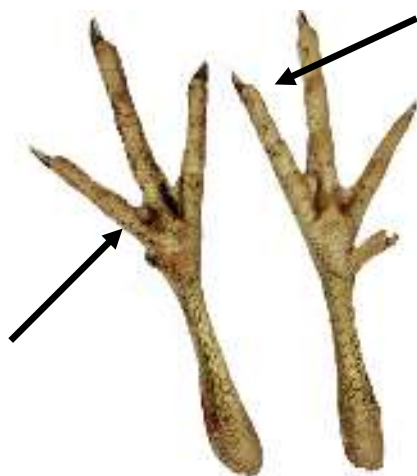
Полученный цифровой материал обработан с использованием пакета программ «MicrosoftExcel» методом вариационной статистики.

Результаты исследования. Средняя живая масса перепелов в течение всего периода выращивания во всех группах находилась на одном уровне, что указывает на отсутствие влияния изучаемых вариантов высоты глубокой подстилки на величину этого показателя. Начиная со 2 недели выращивания сохранность перепелов во всех группах оставалась на уровне 81,1%. Таким образом, можно предположить, что на сохранность перепелов влияла не глубина подстилки, а жизнеспособность молодняка, которая во многом зависит от качества инкубационных яиц. В группе 3 получен расход корма, превышающий аналогичный показатель в групп 1 и 2, что может быть связано с частичным рассыпанием комбикорма из кормушки на подстилку, как следствие, меньшим потреблением комбикорма перепелами группы 3. Зоотехническая продуктивность птицы группы 3 по окончании эксперимента была ниже, чем в группах 1 и 2 на 0,4 единицы. Однако в 35-суточном возрасте самый высокий индекс продуктивности перепелов отмечен в группе 3 – 11,1 против 10,5 и 10,7 единиц соответственно (табл. 2).

Таблица 2.Эффективность выращивания перепелов до 39-суточного возраста

Показатель	Группа		
	1 (10 см)	2 (7 см)	3 (5 см)
Средняя живая масса, г	155,9±19,60	156,1±20,79	154,5±17,60
Сохранность поголовья, %	81,1	81,1	81,1
Расход корма на 1 кг прироста живой массы, кг	3,66	3,66	3,77
Индекс продуктивности перепелов, единиц	8,9	8,9	8,5

Наилучшее зоогигиеническое состояние подошвы стоп получили самки и самцы группы 3, что указывает на более предпочтительную глубину подстилки – 5 см. Подошва стоп перепелов в группе 3 была практически чистой, без ран и наростов, на подошве стоп птицы группы 2 отмечали мелкие раны и прилипший влажный помёт (см. рисунок, показано стрелкой), что связано с образованием твердой корки на верхнем слое подстилочного материала. Аналогичная с группой 2 ситуация наблюдается также в группе 1.



группа II

Рисунок. Подошва стоп перепелов

Снижение себестоимости мяса перепелов вследствие уменьшения используемого подстилочного материала в группе 3 привело к увеличению прибыли в размере 5,2 тыс. руб. Это на 1,9 и 1,8 тыс. руб. больше, чем в группах 1 и 2 соответственно. В результате уровень рентабельности производства в группе 3 составил 5,7%, что на 2,1 и 2,0% выше, чем в группах 1 и 2 соответственно (табл. 3).

Таблица 3. Экономическая эффективность производства мяса перепелов на глубокой подстилке различной высоты в расчёте на 1000 голов

Показатель	Группа		
	1	2	3
Поголовье выращенных перепелов, голов	811	811	811
Производство мяса, кг	126,4	126,6	125,3
Выручка от реализации потрошенных тушек перепелов, тыс. руб.	95,6	96,1	96,5
Полная себестоимость мяса перепелов, тыс. руб.	92,3	92,7	91,3
Прибыль, тыс. руб.	3,3	3,4	5,2
Уровень рентабельности, %	3,6	3,7	5,7

Выводы. Средняя живая масса и сохранность перепелов по итогам выращивания во всех группах различались не существенно, что указывает на отсутствие влияния фактора высота глубокой подстилки. С целью рационального и экономичного использования подстилочного материала (на примере древесных опилок) для напольного способа выращивания перепелов, улучшения мясных качеств и состояния подошвы стоп перепелов рекомендуется выращивать поголовье на подстилке глубиной не выше 5 см.

Библиографический список

1. Егоров И., Белякова Л. Кормление и содержание перепелов // Птицеводство. 2009. №4. С.31–33.
2. Lien R.J., Hess J.B. Conner D.E., Wood C.W., Shelby R.A. Peanut hulls as a litter source for broiler breeder replacement pullets // Poult. Sci. 1998;77(1):41–46.
3. Grimes J.L., Carter T.A., Godwin J.L. Use of a litter material made from cotton waste, gypsum, and old newsprint for rearing broiler chickens // Poult. Sci. 2006;85(3):563–568.
4. Hesham H. Mohammed, Enas N. Said and Shereen EL. Abdel-Hamid. Impact of different litter materials on behaviour, growth performance, feet health and plumage score of Japanese quail (*Coturnix japonica*) / European Poultry Science (EPS). – 2017. Volume 81.
5. Shepherd E.M., Fairchild B.D., Ritz C.W. Alternative bedding materials and litter depth impact litter moisture and footpad dermatitis // Journal of Applied Poultry Research. 2017. Volume 26. Issue 4. Pp. 518–528.
6. Афанасьев Г. Д., Попова Л. А., Саиду С. Ш. Мясная продуктивность перепелов разного происхождения // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2015. № 3. С. 94–101.
7. Интенсивность роста тела, внутренних органов, мышц и костей перепелов в зависимости от породы и пола / А. Б. Дымков, А. Б. Мальцев, М. Н. Радченко, С. В. Борисенко // Птицеводство. 2022. № 5. С. 13–18.

УДК 636.52

ТЕПЛОВЫЙ СТРЕСС КУР-НЕСУШЕК: ОБЗОР НА КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ

ФОНТ ПУЭНТЕ Харолд, аспирант кафедры частной зоотехнии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, fontpuenteh@gmail.com

Научный руководитель: **Малородов Виктор Викторович**, к.с.-х.н., доцент кафедры частной зоотехнии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, malorodov@rgau-msha.ru

Аннотация: в обзорной статье рассмотрены вопросы о ключевых проблемах теплового стресса кур-несушек в физиологическом и технологическом аспектах.

Ключевые слова: микроклимат, тепловой стресс, куры-несушки, яйценоскость.

На протяжении многих лет значительное внимание уделялось влиянию глобального потепления на промышленное птицеводство. Однако, текущие знания и понимание механизмов, посредством которых тепловой стресс, возникающий в результате глобального потепления, влияет на благополучие, поведение, иммунный ответ, производственные показатели и даже на переход поколений сельскохозяйственной птицы, все еще являются неполными. Необходимы дальнейшие исследования, чтобы глубже изучить эти механизмы и получить всестороннее представление о них. В ходе многочисленных исследований были изучены различные биомаркеры стресса у сельскохозяйственной птицы с целью выявления надежных маркеров, которые могут точно оценить физиологический статус и благополучие птиц. Однако результаты, полученные в ходе различных исследований, значительно различаются и противоречивы. Это несоответствие подчеркивает необходимость в более стандартизированных методах и анализах, а также в более четком понимании факторов, влияющих на эти биомаркеры у сельскохозяйственной птицы. В этой обзорной статье особое внимание уделяется микроклиматическим факторам теплового стресса в содержании кур.

Стресс – это состояние, при котором птица пытается восстановить гомеостаз, и это вызвано факторами или проблемами, которые нарушают нормальное функционирование организма. Сельскохозяйственная птица, как и все животные, регулярно подвергается воздействию различных стрессоров, включая социальные факторы или факторы окружающей среды [1]. Сельскохозяйственная птица, особенно куры-несушки, более восприимчивы к тепловому стрессу, из-за того, что они не могут потеть, поэтому используют «тяжелое» дыхание как средство отвода тепла. Физиологические реакции сельскохозяйственной птицы на стресс включают высвобождение катехоламинов, таких как адреналин и норадреналин, из мозгового вещества надпочечников. После высвобождаются кортизол и кортикостерон, из коры надпочечников [2, 3]. Оба гормона оказывают положительное или отрицательное воздействие на организм, в зависимости от продолжительности и интенсивности стрессора. Однако острый стресс может иметь более позитивные побочные эффекты такие, как повышение бдительности и улучшение иммунных реакций птицы, в то время как хронический стресс может привести к целому ряду негативных последствий, включая нарушение роста, репродукции и иммунной функции организма кур. В целом, стресс является важным фактором, который необходимо учитывать при содержании птицы и обеспечении ее благополучия.

Тепловой стресс у кур можно разделить на две категории в зависимости от продолжительности и интенсивности стрессового фактора. Острый тепловой стресс – это внезапное повышение температуры и влажности воздуха в течение короткого периода времени, в то время как хронический тепловой стресс возникает при длительном периоде повышенной температуры и влажности воздуха относительно оптимальных значений. Для сельскохозяйственной птицы температура воздуха может колебаться от 27 до 38°C в течение 1-24 часов (острая), 7 суток (умеренная) и более 7 суток (хроническая) [4]. Известно, что сельскохозяйственная птица наиболее восприимчива к тепловому стрессу из-за своей неспособности рассеивать тепло ввиду наличия перьев и отсутствия потовых желез. Во

многих исследованиях было показано, что тепловой стресс оказывает негативное влияние на эффективность птицеводства, например, на изменения в продуктивности, поведении и иммунологических реакциях. Было обнаружено, что хронический тепловой стресс приводит к снижению массы тела, увеличению расхода корма [5], снижению фертильности и яйценоскости [6], иммунитета и качества яиц [7] у сельскохозяйственной птицы.

Таким образом, в следующих работах будет экспериментально продемонстрирована необходимость поддержания стандартизированного микроклимата в птичниках для содержания кур в клеточных батареях на всей производственной территории помещения с целью равномерного производства пищевых яиц.

Библиографический список

1. Scanes C.G. Biology of stress in poultry with emphasis on glucocorticoids and the heterophil to lymphocyte ratio // Poult. Sci., 95 (2016), pp. 2208-2215.
2. Li Q., Zhou H., Ouyang J., Guo S., Zheng J., Li G. Effects of dietary tryptophan supplementation on body temperature, hormone, and cytokine levels in broilers exposed to acute heat stress // Trop. Anim. Health Prod., 54 (2022), pp. 1-11
3. Oluwagbenga E.M., Tetel V., Schober J., Fraley G.S. Chronic heat stress part 1: decrease in egg quality, increase in cortisol levels in egg albumen, and reduction in fertility of breeder pekin ducks // Front. Physiol., 13 (2022), p. 2392
4. Vandana G.D., Sejian V., Lees A.M., Pragna P., Silpa M.V., Maloney S.K. Heat stress and poultry production: impact and amelioration // Int. J. Biometeorol., 65 (2021), pp. 163-179.
5. Zhang C., Zhao X.H., Yang L., Chen X.Y., Jiang R.S., Jin S.H., Geng Z.Y. Resveratrol alleviates heat stress-induced impairment of intestinal morphology, microflora, and barrier integrity in broilers // Poult. Sci., 96 (2017), pp. 4325-4332.
6. Sahin K., Sahin N., Onderci M. Vitamin E supplementation can alleviate negative effects of heat stress on egg production, egg quality, digestibility of nutrients and egg yolk mineral concentrations of Japanese quails // Res. Vet. Sci., 73 (2002), pp. 307-312.
7. Mehaisen G.M.K., Desoky A.A., Sakr O.G., Sallam W., Abass A.O. Propolis alleviates the negative effects of heat stress on egg production, egg quality, physiological and immunological aspects of laying Japanese quail // PLoS One, 14 (2019), Article e0214839.

УДК 639.3

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛАДОЖСКОЙ ПАЛИИ, ВЫРАЩИВАЕМОЙ В ХОЛОДНОВОДНОМ БАССЕЙНОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Белинский Антон Андреевич, аспирант кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, antonbel0908@yandex.ru

Аннотация: Являясь перспективным объектом аквакультуры, Ладожская палия сложно адаптируется к индустриальным условиям выращивания. Отслеживать состояние рыбы помогает изучение системы крови, отражающей ее иммунно-физиологический статус.

Ключевые слова: ладожская палия, иммунно-физиологический статус, хвостовая вена, гемоглобин, эритрограмма

Ладожская палия (*Salvelinus alpinus complex*, Linnaeus 1758) является озерной формой арктического гольца. Обитает в целом ряде водоемов Северо-Запада России: в Ладожском, Онежском озерах, в озерах Топозеро, Пяозеро, Сегозеро и др. Нуждается в искусственном воспроизводстве для пополнения природных запасов, в том числе естественной популяции Ладожского озера. Эта рыба отличается эффектным внешним видом и прекрасными вкусовыми качествами [2].

Палия – перспективный объект аквакультуры. Однако, она достаточно требовательна к температурному и кислородному режиму и существует проблема ее адаптации к промышленным условиям выращивания. Она более подвержена бактериальным и паразитарным болезням [1,4].

Поэтому при ее разведении важно контролировать физиологическое состояние этой рыбы. Индикатором состояния здоровья рыбы являются гематологические и лейкоцитарные показатели крови. Они дают возможность вовремя выявить отклонения в состоянии здоровья рыбы и вовремя принять меры.

В связи с этим, важным представляется изучение системы крови как отражение иммуно-физиологического статуса [3,5].

Объектом исследования являлась ладожская палия (*Salvelinus alpinus complex*, Linnaeus 1758) возрастом 1 год. Количество изучаемых рыб 14 голов. Рыбы выращивались в холодноводном бассейновом хозяйстве ИП Романов (Ленинградская область). Исследования проводились в апреле 2025 года.

Размерно-весовые показатели определялись стандартными методами бонитировки.

Отбор крови осуществлялся прижизненно из хвостовой вены (рис.).



Рис. Отбор крови прижизненно из хвостовой вены

Готовились мазки крови, высушивались на воздухе и окрашивались по Паппенгейму. Эритрограмма и лейкоцитарная формула определялись методом дифференциального подсчета микроскопически.

Масса тела рыб колебалась в пределах 50-85 (таблица 1).

Таблица 1

Размерно-весовые, гематологические показатели годовиков ладожской палии

Показатели	Диапазон значений
Размерно-весовые показатели	
Масса тела, г	50-85
Длина тела малая, см	17.4-21,8
Длина головы, см	3,3-4,3
Высота	2,8-3,9
Обхват	7,1-9,8
Гематологические показатели	

Гемоглобин, г/л	59-86
Количество эритроцитов, $\times 10^{12}$ шт/л	0,8-1,4
Лейкоцитарная формула, %	
Миелобласты	0-0,9
Промиелоциты	0,5-1,8
Миелоциты	0-1,8
Метамиелоциты	0-0,5
Палочкоядерные нейтрофилы	0-1
Сегментоядерные	1,8-3
Эозинофилы	0-0
Базофилы	0-0,5
Моноциты	0,4-1,6
Лимфоциты	92,4-94,7

Результаты исследований показали, что содержание гемоглобина у изучаемых рыб было невысоким, однако близкие значения у рыб являются нормой и регистрируются рядом авторов [1,3]. Количество эритроцитов у ладожской палии было достаточно высоко, что свидетельствует о хорошем физиологическом состоянии выращиваемых рыб. В литературе встречаются различные данные о количестве эритроцитов, средняя величина у молоди кеты составляет $0,75-0,90 \times 10^{12}$ шт/л, а у радужной форели $1,47-2,49 \times 10^{12}$ шт/л [6]. Данные получены в результате исследований близки к средним показателям и составляют $0,8-1,4 \times 10^{12}$ шт/л.

Кровь у палии, так же как у большинства костистых рыб, лимфоидного типа: лимфоциты составляют значительную долю в лейкограмме. Присутствуют бластные формы миелоидного ряда от нуля до 1,8%. Зрелые сегментоядерные нейтрофилы на достаточном для рыб уровне до 3%. Эозинофилы у изучаемых рыб не выявлены, базофилы составляют очень небольшой процент. Определено, что процент моноцитов имел оптимальное значение для рыб.

Таким образом, определены диапазоны значений размерно-весовых показателей и индикаторов крови. В лейкоцитарной формуле исследуемой группы рыб наибольший процент составляют лимфоциты. Присутствуют миелобласты, миелоциты, метамиелоциты, небольшой процент базофилов.

Библиографический список

1. Нечаева, Т.А. Применение рекомбинантного интерлейкина-2 (Ронколейкин) при инкубации икры и выращивании личинок радужной форели / Т.А. Нечаева // Вопросы нормативно-правового урегулирования в ветеринарии. – 2012. – №1. – С. 48-51.
2. Никандров, В.Я. Арктический голец (*Salvelinus alpinus* L.) – перспективный объект для аквакультуры Севера России/ В.Я. Никандров., А.А. Павлисов, Н.И. Шиндавина, А.А. Лукин, В.М. Голод, М.И. Липатова // Арктика: экология и экономика. – 2018. – № 3 (31). – С. 137-143.
3. Пронина, Г.И. Влияние Ронколейкина на морфометрические и гематологические показатели и фагоцитарную активность нейтрофилов арктического гольца / Г.И. Пронина, О.В. Саная, Т.А. Нечаева, Д.В. Микряков, Т.А. Суворова, С.В. Кузьмичева, В.А. Назаров, М.И. Ковальчук // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 1. – С. 110-120.
4. Knobloch, S. The gut microbiome of farmed Arctic char (*Salvelinus alpinus*) is shaped by feeding stage and nutrient presence / S. Knobloch, S. Skirnisdóttir, M. Dubois, L. Mayolle, L. Kolypczuk, F. Leroi, A. Leeper, D. Passerini, V. Marteinson // FEMS Microbes. – 2024. – V.5. – P.1-13.
5. Witeska M. Hematological methods in fish – Not only for beginners / Kondera E., Ługowska K., Bojarski B // Aquaculture, 2022, Vol. 547. 737498.

6. Зеленников, О. В. Гематологический анализ заводской и природной молоди горбуши *oncorhynchusgorbuscha* и кеты *oncorhynchusketa* в сахалинской области / О.В. Зеленков, Т.А. Шнайдер, М.Ю. Стеколыщикова // Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра), 201 (3), 702-711.

УДК 639.3

УСПЕШНЫЙ ОПЫТ ГОРМОНАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ НЕРЕСТА ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ

Желанкин Роман Викторович, младший научный сотрудник ФГБНУ НИИПЗК

Сычёва Ирина Николаевна, доцент кафедры частной зоотехнии РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, к.с.-х.н.

Разведение лягушек (ранакультура) — успешно развивающаяся отрасль аквакультуры в ряде стран мира, где зачастую лягушка считается не только деликатесным продуктом, но и товаром повседневного спроса (Динь и др., 2013). Озерная лягушка (*Pelophylaxridibundus*) является самым крупным и основным используемым в пищу земноводным в Европе длина ее туловища может достигать 17 см, а масса — 250 г. Продолжительность жизни этого земноводного в природе составляет 6 - 10 лет. Половозрелость у лягушек наступает на третьем году жизни. Сезонные явления природы оказывают влияние на жизненный цикл земноводных.

- Основные периоды годового цикла лягушек:
- 1-весеннеепробуждение,
- 2-периоднереста (размножения),
- 3-периодлетнейактивности
- 4-зимняяспячкаподводой.

Стимулированный нерест лягушек ученые производят по физиологичным для данного вида принципам. Сезон размножения лягушек – май – начало июня. Согласно литературным данным, озерная лягушка откладывает 5000 - 10000 икринок. Смертность яиц и головастиков достигает 80,4 – 96,8%. Первоначально для стимуляции созревания половых продуктов применяли гипофизы тех же или близкородственных видов. Недостатки: необходимость забоя животных для извлечения гипофиза; видоспецифичность стимулирующего эффекта. Этот метод применяется для стимуляции нереста у рыб. В практике разведения наиболее часто используют различные аналоги гипоталамического нейрогормоналюлиберина (LHRHa), в частности, сурфагон (Uteshevetal., 2013). Другие ученые успешно использовали для стимуляции амфибий хорионический гонадотропин, который оказывает стимулирующее воздействие, аналогичное действию гипофизарных гонадотропных гормонов (Koubaetal. 2012).

Физиологические процессы при нересте амфибий малоизучены, обратимся к другим позвоночным-гидробионтам – рыбам. Посленерестовый период является одним из наиболее узких мест годового цикла. Значительная часть отнерестившихся особей сильно истощается. У таких рыб резко падают показатели гемоглобина, коллоидной устойчивости, осмотического давления сыворотки крови, содержание липидов в тканях становится минимальным, а воды, наоборот, нарастает (Микряков, Мартемьянов, 2004, 2015).

Цель: отработать технологию стимуляции нереста озерной лягушки для использования на фермах и диагностировать их физиологическое состояние до и после нереста.

Задачи:

- 1) Создать условия содержания лягушек, наиболее физически приближенные к природным, необходимые для правильного развития гонад и нереста.

- 2) Проанализировать массу лягушек до зимовки, после нее и после нереста.

Результаты и обсуждение. Лягушки всю зиму содержались в аквариуме в лабораторных условиях. В марте 2021 г. они были введены в искусственную спячку. Спячка осуществлялась в течение 45 дней в наполненном водой контейнере в холодильнике при 4°C, смена воды той же температуры проводилась каждые 2 - 3 дня. Затем лягушек посадили в нерестовый бассейн, который представлял собой ванну размером 110 x 110 см, с уровнем воды 25 - 30 см, где поддерживалась температура 21 - 23° С. Над водой были оборудованы островок для отдыха амфибий и 2 кормоместа, к одному из которых была подведена трубка от пассивного кормораздатчика (с живым кормом) и автоматического кормораздатчика - с сухим (Желанкин, 2021). Перед нерестом животных откармливали в течение 14 дней.

При содержании лягушек в аквариуме при температуре воздуха 22 °С и кормлении только культивируемыми кормами распределение привеса и отвеса было примерно равным. После спячки при температуре 4 °С лягушки сильно потеряли в весе и были помещены в специальный нерестовый бассейн. После гормональной стимуляции лягушек смесью препаратов «Гонадотропин хорионический» и «Сурфагон» наблюдался успешный нерест со 100%-ным оплодотворением икры, при этом отвес был небольшим и более равномерным.

Средний вес особей после зимовки сильно уменьшился (на 6,14 г), а после нереста еще снизился, но незначительно (на 2,43 г). Итак, общее среднее изменение веса лягушек на протяжении наблюдений было отрицательным и составило в среднем -0,7 г, различия достоверны: $t_{Эмп} = 2,6$; критические значения равны от 2,45 до 3,71, $p \leq 0,05$.

Длина туловища лягушек немного увеличилась (в среднем на 46 мм, $t_{Эмп} = 2,7$, критические значения равны от 2,45 до 3,71, достоверность $p \leq 0,05$).

Поскольку в опыте участвовали лягушки с длиной тела более 61 мм (61–78 мм[4]), можно однозначно сделать заключение о половозрелости исследуемых лягушек и возрасте более двух лет, что дополнительно подтверждается успешным нерестом и оплодотворением икры. Учитывая, что, по литературным данным, в природе прирост лягушек за один год составляет 20–30 мм (Иванова, 2017), можно заключить об увеличении среднего прироста лягушек при содержании их с укороченной зимовкой (46 мм в нашем случае, на 16 мм больше). В нашем опыте более мелкие лягушки быстрее росли, но больший привес давали более крупные, возможно, из-за их пищевой активности, но эти показатели, в любом случае были связаны с температурным режимом и условиями содержания.

Выводы. 1. Успешно апробирован новый способ стимуляции размножения лягушек — при помощи смеси ветеринарных препаратов: «Гонадотропин хорионический» и «Сурфагон» в дозе 2,86 мл/кг живой массы. 2. В зависимости от условий содержания и температуры изменяется массатела лягушек: в вольере в течение лета были зафиксированы привесы (6,57 г), тогда как осенью масса снизилась (на 2,71 г) и у ряда особей продолжила снижаться в аквариуме. После спячки наблюдалось сильное снижение массы тела (отвес 6,14 г), тогда как после нереста, несмотря на снижение, масса тела стабилизировалась (отвес 2,43 г; различия достоверны: $p \leq 0,05$). 3. У всех лягушек за один год содержания в разных условиях длина тела (туловища) увеличилась (в среднем на 46 мм, $p \leq 0,05$).

Библиографический список

Динь В.Х., Мукатова М. Д., Сколков С. А. О возможности использования озёрной лягушки (*Ranaridibunda*) в качестве пищевого сырья // Вестник АГТУ: сер. Рыбное хозяйство. – 2013. – № 1. – С. 190-193.

Желанкин Р.В. Изменения морфологических и физиологических показателей взрослых особей озёрной лягушки на разных фазах технологии их нагула и разведения // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2021. – № 10. – С. 36-48.

Иванова, Н.Л. Характер и темпы роста озерной лягушки *Pelophylax ridibundus* pall., интродуцированной в водоемы Среднего Урала / Н.Л. Иванова // Известия РАН. Серия биологическая. – 2017. – № 4. – С. 414–418.

4. Микряков В.Р., Мартемьянов В.И. Иммуно-физиологические модификации в организме рыб в период размножения // Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов: расширенные материалы IV Международной конференции, Борок, 24-27 сентября 2015 года / РАН, Федер. агентство науч. орг. России, ФГБУН Ин-т биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН; [под ред. В. Р. Микрякова, Е. А. Криксунова, Д. В. Микрякова] ; отв. за вып. Д. С. Павлов [идр.]. – Ярославль: Филигрань, 2015. – С. 56-63

5. Kouba, A.J. Comparison of human chorionic gonadotropin and luteinizing hormone releasing hormone on the induction of spermiation and amplexus in the American toad (*Anaxyrus americanus*) / A.J. Kouba, J. del Barco-Trillo, C.K. Vance, C. Milam, M.A. Carr // Reproductive Biology and Endocrinology. – 2012. – № 10. – P. 59.

6. Uteshev V.K., Shishova N.V., Kaurova S.A., Manokhin A.A., Gakhova E.N. Collection and cryopreservation of hormonally induced sperm of pool frog (*Pelophylaxlessonae*). Russian Journal of Herpetology, 2013, 20(2): 105-109.

УДК 639.33

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ В ВОДЕ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ КАРПОВЫХ РЫБ ВНУТРИ ГЕРМЕТИЧНЫХ ЕМКОСТЕЙ

Кандыбин Антон Алексеевич, аспирант кафедры аквакультуры и пчеловодства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kandybin.anton@gmail.com

Научный руководитель: Бубунец Эдуард Владимирович, д. с.-х. н., доцент, и.о. заведующего кафедрой аквакультуры и пчеловодства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, bubunets@rgau-mscha.ru

Аннотация: В данной статье рассматривается оптимизация процесса транспортировки карповых рыб в герметичных емкостях с акцентом на контроль уровня нитратов в воде. Исследуются основные факторы, влияющие на концентрацию нитратов, такие как плотность посадки, продолжительность перевозки и использование специальных добавок, способствующих снижению содержания вредных веществ. Установлено, что применение препаратов для нейтрализации нитратов позволяет значительно увеличить допустимую плотность посадки рыб, что, в свою очередь, способствует увеличению объемов транспортировки и снижению потерь среди живого товара. Полученные результаты могут стать основой для улучшения технологий перевозки карповых рыб и повышения их выживаемости в процессе транспортировки.

Ключевые слова: нитраты, транспортировка, полиэтиленовые пакеты, представители семейства карповых рыб, плотность посадки

Введение. В современных реалиях торговля живой рыбой занимает важное место на продовольственных рынках, демонстрируя стабильный рост и динамичное развитие. Этот сектор становится все более значимым для экономики, характеризуясь комплексной положительной тенденцией: увеличением объемов промышленного вылова, активным развитием аквакультуры, а также устойчивым ростом спроса и цен на рыбу.

Благодаря этим факторам, рыба уверенно занимает лидирующие позиции среди самых популярных продуктов питания в мире. Считается, что наиболее востребованы такие виды, как карп, тиляпия, пангасиус и лосось, которые занимают важное место в товарных запасах. [1].

Однако в продаже в живом виде преобладают именно пресноводные виды, такие как карп, карась и толстолобик, что обусловлено их популярностью и удобством транспортировки [5].

Не смотря на вышесказанное, развитие рыбной торговли сталкивается с рядом

значительных вызовов. Одним из ключевых вопросов остаются логистические сложности и высокие затраты на транспортировку и хранение рыбы, поскольку этот продукт является скоропортящимся. Вопреки внедрению современных технологий мониторинга состояния рыбы и повышения её выживаемости, отрасль продолжает сталкиваться с трудностями в обеспечении качественной доставки на отдалённые рынки [1].

Важным аспектом транспортировки является использование полиэтиленовых пакетов - одних из наиболее распространённых емкостей для перевозки рыбы. Они легки, безопасны и достаточно прочны, что позволяет перевозить значительное количество особей без угнетения. Пакеты объёмом 40 литров признаны оптимальным стандартом для транспортировки рыбы [6].

Однако, использование полиэтиленовых пакетов как герметичных ёмкостей для транспортировки рыбы накладывает определённые ограничения и требует особого подхода.

В условиях закрытой системы происходит накопление продуктов жизнедеятельности рыб, которые могут негативно влиять на их состояние. Одним из ключевых загрязняющих веществ являются нитраты - конечный продукт преобразования нитритов (NO_2) в процессе биохимического окисления.

Важно понимать, что нитраты представляют собой не просто побочный продукт метаболизма, а целый каскад химических превращений, где токсичные соединения последовательно преобразуются в менее опасные, но всё равно нежелательные для водной среды вещества.

Исследования показывают, что содержание нитратов в воде должно находиться в пределах 0,2–2,0 мг/л, при этом допустимый максимум - 3,0 мг/л [4].

При превышении допустимых концентраций нитраты начинают оказывать токсическое воздействие на рыб, что проявляется в ухудшении их физиологического состояния, снижении иммунитета и повышенной смертности.

Как отмечают некоторые авторы, содержание нитратов в воде выше 5 мг/дм³ начинает негативно влиять на организм рыбы и её клетки [2].

Однако в практике коммерческой аквариумистики допускают содержание нитратов в воде в пределах определенной нормы – 15-30 мг/л, что зависит от чувствительности конкретного вида рыб. Важно отметить, что в статичных аквариумах максимальная концентрация нитратов может достигать 40 мг/л, что требует к себе особого внимания [3].

Поэтому при организации транспортировки необходимо учитывать не только плотность посадки рыбы, но и контролировать динамику накопления нитратов, чтобы минимизировать риски и обеспечить сохранность гидробионтов в процессе перевозки.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью разработки методов контроля концентрации нитратов в герметичных емкостях, что позволит повысить безопасность и эффективность перевозки карповых рыб.

Целью работы является анализ, изменения уровня нитратов в условиях транспортировки карповых рыб в зависимости от продолжительности перевозки, и определить оптимальные параметры для минимизации негативных последствий.

Материал и методы исследования. Исследование осуществлялось на кафедре аквакультуры и пчеловодства Российского государственного аграрного университета - МСХА имени К. А. Тимирязева.

В качестве объекта исследования был выбран обыкновенный карп (*Cyprinus carpio*), который известен своим высоким уровнем адаптивности и способностью успешно справляться с различными условиями окружающей среды. Этот вид является идеальным кандидатом для изучения, так как его устойчивость позволяет получить значимые результаты в контексте транспортировки и сохранения здоровья рыб.

В рамках исследования была организована серия экспериментов, целью которых стало изучение динамики изменения концентрации нитратов в герметично закрытых полиэтиленовых пакетах, заполненных водой и кислородом в соотношении 1:2. Для проведения этих экспериментов была определена оптимальная плотность посадки карповых

рыб в зависимости от продолжительности транспортировки, при этом не использовались химические добавки в воду. Также была рассчитана плотность посадки карповых рыб с применением специальных химических веществ, что позволило оценить влияние этих добавок на уровень нитратов в условиях транспортировки.

Эксперимент по перевозке карпов в полиэтиленовых пакетах проводился с использованием пенопластовых термоконтейнеров при температуре окружающей среды 20 °С. Для оценки уровня нитратов в воде использовался тестовый набор «НИЛПА». В рамках эксперимента анализировалось влияние различных факторов, включая количество рыб, использование специальных добавок для снижения концентрации вредных веществ в воде, а также продолжительность транспортировки.

В первом эксперименте была исследована динамика изменения концентрации нитратов в герметично закрытых полиэтиленовых пакетах, как с рыбами, так и без них, в процессе транспортировки в течение 20, 24 и 28 часов. Для этого использовались шесть пакетов с водой, разделённых на две равные группы: первая группа содержала пакеты без рыб, а во второй находились обыкновенные карпы. Средняя масса рыб в пакетах составила 40 граммов, а плотность посадки была следующей: 130 г/л для 20 часов, 105 г/л для 24 часов и 100 г/л для 28 часов.

Все пакеты были заполнены кислородом из баллона в соотношении 1:2 (вода и кислород), герметично запечатаны и помещены в пенопластовые термоконтейнеры для транспортировки. По истечении указанных периодов были вскрыты пакеты, и проведено измерение содержания нитратов.

Вторая серия экспериментов проводилась аналогично первой, но с некоторыми изменениями: средняя масса рыб составила 67 граммов, а плотность посадки была в два раза выше оптимальной для данной массы, составив 284 г/л для 20 часов, 234 г/л для 24 часов и 210 г/л для 28 часов. Это превышение компенсировалось добавлением в воду 5-кратной дозы (1,25 мл/л) экспериментального препарата, представляющего собой кондиционер для воды, который широко используется в коммерческой аквариумистике для снижения содержания аммиака, нитратов и нитритов.

Третья серия экспериментов проводилась аналогично второй, с той разницей, что средняя масса рыб составила 70 граммов, а плотность посадки осталась такой же, как во втором эксперименте. Однако в этом случае использовался другой препарат, популярный в промышленности, состоящий из растительных экстрактов и имеющий рН-нейтральную формулу, предназначенный для нейтрализации аммиака и снижения продукции нитритов.

Результаты исследования. Данные о проведённых сериях экспериментов приведены ниже (таблица 1).

Таблица 1

Данные об изменении концентрации нитратов

Содержание нитратов, мг/л.						
Время транспортировки, ч.	Эксперимент №1		Эксперимент №2		Эксперимент №3	
	Без рыб	С рыбами	Без рыб	С рыбами	Без рыб	С рыбами
0	7	7	10	10	20	20
20	12	20	3	4	9	12
24	10	25	2	3	8	10
28	14	30	2	3	10	9

Согласно полученным результатам, увеличение времени транспортировки рыб приводит к повышению уровня нитратов в герметично закрытых пакетах. Это наблюдается в данных первого эксперимента, который проводился без применения химических добавок. Основной причиной этого явления является накопление вредных веществ, вызванное жизнедеятельностью рыб в замкнутом пространстве. Кроме того, можно предположить, что активность микроорганизмов также способствовала незначительному увеличению

концентрации нитратов в воде, даже в пакетах без рыб. Однако использование специализированных препаратов, предназначенных для снижения содержания вредных веществ в воде, значительно уменьшает рост концентрации нитратов в герметичных емкостях, что подтверждает их эффективность в процессе транспортировки.

Более наглядно с результатами экспериментов можно ознакомиться ниже (рис.).

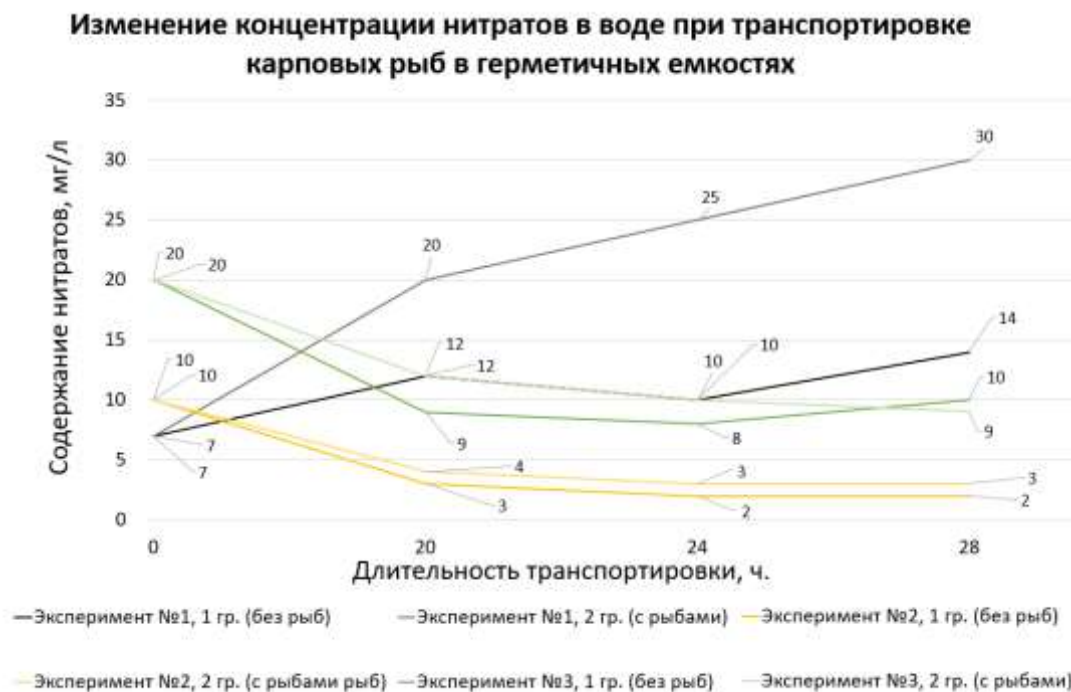


Рис. Изменение концентрации нитратов в воде при транспортировке карповых рыб в герметичных емкостях

В результате проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. Наличие рыб в герметично закрытых пакетах способствует более быстрому накоплению нитратов по сравнению с пакетами без рыб, что подчеркивает важность контроля за условиями транспортировки.
2. С увеличением продолжительности перевозки рыб наблюдается интенсивное накопление нитратов, что было подтверждено в первом эксперименте.
3. Применение специальных препаратов, минимизирующих воздействия вредных факторов, таких как содержание нитратов в воде, позволяет значительно превысить нормативы плотности посадки, в связи с чем использование их во время перевозки, позволит в целом увеличить объемы транспортировки и снизить гибель рыб.
4. Результаты экспериментов подтверждают необходимость дальнейших исследований в области оптимизации условий транспортировки карповых рыб, что может способствовать повышению их выживаемости и снижению потерь в аквакультуре.

Финансирование. Работа выполнена за счет средств Программы развития университета в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

Библиографический список

1. Андропова Инна Витальевна, Якимович Елена Александровна Мировой рынок рыбы: современные тенденции, состояние и перспективы // Вестник РУДН. Серия: Экономика. 2019. №2.
2. Верголяс М. Р. Определение токсичности нитратов с использованием

цитоморфологических параметров разных тканей рыб как биомаркера // SR. 2015. №4 (14).

3. Зоомагазин СПб [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://spbzoomagazin.ru/articles/o-ribkah/article-nitraty> (26.05.2025).

4. Магомедова Ф.Э., Субботина Ю.М. Загрязнение водоемов азотосодержащими веществами их действие на гидробионты // Материалы VIII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум»

5. Уголков С.В. Особенности организации перевозки живой рыбы // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №3(21),

6. Юрин Денис Анатольевич, Осепчук Денис Васильевич, Юрина Наталья Александровна, Максим Екатерина Александровна Повышение сохранности мальков рыб при перевозке // Сборник научных трудов СКНИИЖ. 2020. №2.

УДК 357.223

АНАЛИЗ БИОМЕХАНИКИ ДВИЖЕНИЙ ЛОШАДЕЙ ЧИСТОКРОВНОЙ ВЕРХОВОЙ ПОРОДЫ

Колчева Анастасия Игоревна, аспирант кафедры коневодства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kolcheva-anastasia18@yandex.ru

Научный руководитель: Цыганок Инна Борисовна, кандидат с.-х. наук, доцент кафедры коневодства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tsyganoki@rgau-msha.ru

Аннотация: лошади чистокровной верховой породы являются самыми резвыми и дорогостоящими среди скаковых лошадей в мире. Данная работа посвящена изучению биомеханики движения лошадей чистокровной верховой породы во время тренинга на Пятигорском ипподроме в 2023 году.

Ключевые слова: чистокровная верховая порода лошадей, биомеханика движений, скачки.

Исследование биомеханики лошадей является неотъемлемой и очень важной частью селекционеров и коневладельцев в отрасли во всём мире. Для скаковых лошадей, коими и являются представители чистокровной верховой породы, это необходимо в первую очередь для оценки резвости, что напрямую влияет на скорость и результаты в скаковых испытаниях, а также для оценки и корректировок тренинга, составления селекционных планов, выявления физиологических особенностей двигательных качеств лошадей различных линий, предупреждения заболеваний конечностей [1, 3, 5].

В ведущих скаковых странах, таких как США, Великобритания, Япония, ОАЭ и другие, где скаковой спорт является неотъемлемой частью культуры населения, где тотализатор и выигрыш исчисляется огромными суммами, исследования биомеханики проводят постоянно, для этих целей задействуют дорогостоящую и высокоточную аппаратуру, пишут компьютерные программы, а для анализа привлекают искусственный интеллект. Одним из наиболее часто встречающихся в исследованиях инструментов стало американское программное обеспечение DeepLabCut (Mathis et al., 2018), которое основывается на свёрточных нейронных сетях [3, 4, 6]. Сети обучают соответствующие операторы на базе видео, где фиксируют локомоции животного, а также проставляют исследуемые анатомические точки на теле лошади. Чем выше по качеству задействованная видеоаппаратура, тем точнее выдаются значения.

В нашем исследовании приняли участие 20 лошадей чистокровной верховой породы разного пола, возраста и линий. Лошади скакали на галопе во время тренинга на дорожке Пятигорского ипподрома. Видеофиксация происходила на камеру GoPro, на финишной прямой – наиболее важной в скачках дистанции, перед которой лошади в норме ускоряются, демонстрируя наилучший результат. Каждое видео длилось не более 4 секунд. Полученные

результаты обрабатывали на написанном автором скрипте Python, который рассчитывал угол движения в максимальных и минимальных фазах, а также амплитуду движения, и выводили на монитор в виде графиков, как, например, представлен на рисунке.

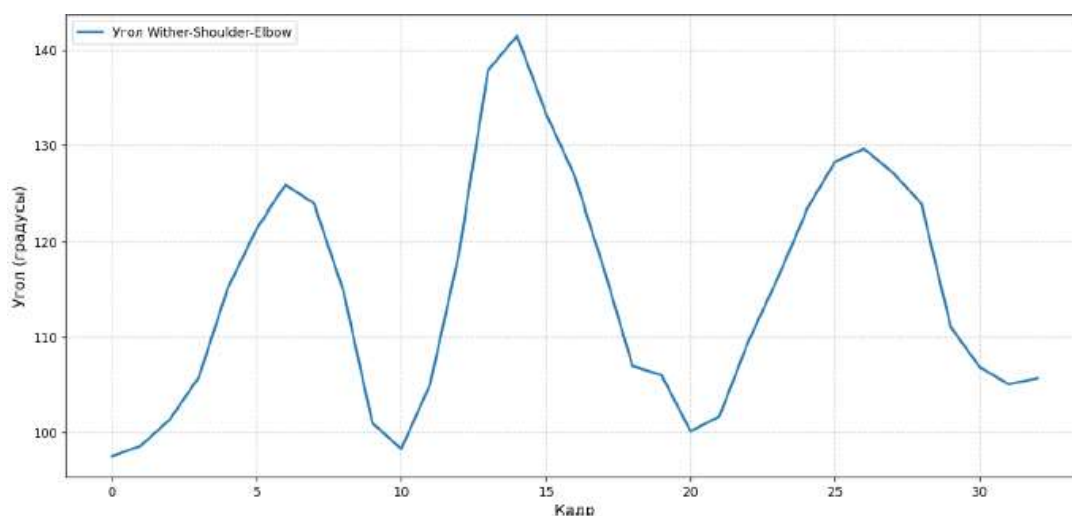


Рис. График изменения величины плечелопаточного угла исследуемой лошади (в градусах)

Были изучены показатели плечелопаточного угла, который состоял из точек: холка (Wither) – плечелопаточный сустав (Shoulder) – локоть (Elbow). Известно, что плечелопаточный угол играет роль в амплитуде выноса передней конечности вперед и влияет на показатель рессорности (смягчения толчков). Величина этого угла зависит от степени наклона лопатки к горизонту [2]. В норме у скаковых и и других быстроаллюрных лошадей, угол должен составлять 95-120°. С целью определения связи результатов резвости и скакового класса – важнейших хозяйственно-полезных признаков у скаковых лошадей – с полученными результатами биомеханики движения плечелопаточного угла были рассчитаны коэффициенты корреляции (таблица 1).

Таблица 1

Коэффициенты корреляции величин плечелопаточного угла с показателями скорости, Win%, ITM% у лошадей разного возраста

Значение	Признак	Лучшая скорость, км\ч			Win%			ITM%		
	Возраст, лет	2	3	4 и стр.	2	3	4 и стр.	2	3	4 и стр.
Число животных		5	9	6	5	9	6	5	9	6
Угол макс (°)		-0,37	0,18	-0,75*	-0,80***	0,28	-0,19	0,31	0,60*	-0,52
Угол мин (°)		-0,03	-0,68*	-0,36	-0,03	0,65	-0,42	-0,74*	-0,41	-0,40
Δ угол (амплитуда,°)		-0,36	0,72*	-0,72*	-0,65	0,65	-0,06	0,31	0,89**	-0,45

*P=0,95, ***P=0,999

Из таблицы 1 видно, что отрицательная связь между показателями максимального угла, лучшей скоростью и ITM фиксируется и у 4-х летних лошадей. Показатель

минимального угла отрицательно связан с лучшей скоростью, у 3-х летних с процентом выигрыша WIN% у 4х летних и старше, с ITM% - у лошадей всех возрастов. Показатель побед (Win%) положительно коррелирует с минимальной величиной угла и амплитудой только в трёхлетнем возрасте. Показатель попадания в первые три призовых места (Itm%) также связан с максимальным углом и углом амплитуды у трёхлетних лошадей.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции величин плечелопаточного угла с показателями скорости, Win%, ITM% у лошадей, 20 гол.

	Угол макс (°)	Δ угол (амплитуда,°)	Скорость, км/час	WIN%	ITM%
Угол макс (°)	-	0,80***	-0,09	-0,11	0,19
Угол мин (°)	0,32	-0,31	-0,37	-0,35	-0,36
Δ угол (амплитуда,°)	0,80***	-	0,14	0,11	0,42*

*P=0,95, ***P=0,999

Из таблицы 2 следует, что достоверная связь прослеживается у максимального раскрытия плечелопаточного угла и его амплитудой, что вполне объяснимо. Также большая величина амплитуды данного угла имеет положительное достоверное влияние на процент выигрыша призовых мест ITM%. Тенденция к отрицательной связи минимальной величины сжатия угла на показатели скорости, Win% и ITM% указывает на то, что чем меньше возможности у лошади сильнее сгибать плечелопаточный сустав, тем труднее ей развивать максимальную скорость и получать высокий процент побед и призовых мест. Тенденция к положительной связи минимального сжатия угла с максимальным его раскрытием говорит о возможной компенсации большего угла раскрытия, для достижения оптимальной амплитуды, если сустав не достигает значительного «сжатия».

Результаты исследования показывают, что положительная связь между показателями плечелопаточного угла и работоспособностью зафиксировано преимущественно у лошадей трёхлетнего возраста. Положительная связь выявлена между максимальным углом раскрытия плечелопаточного сустава и его амплитудой. Обнаружено, что чем больше амплитуда движения плечелопаточного угла, тем больше процент попадания в призовые места. Тем не менее, самих исследований биомеханики движения скаковых лошадей в России в настоящее время проводится мало. Технического оснащения на ипподромах для более точных исследований явно недостаточно. Отсутствие возможности совершать точную оценку биомеханики не позволяет провести качественный мониторинг поголовья непосредственно на ипподромах, что также может влиять на качество тренинга, возможности селекции и предупреждение травм.

Библиографический список

1. Колчева А.И., Цыганок И.Б., Демин В.А. Работоспособность жеребцов чистокровной верховой породы в испытаниях 2023 года в России // Коневодство и конный спорт. 2025. № 2. С. 30-34.
2. Кононова С.А., Демин В.А., Цыганок И.Б. Биомеханика прыжка пони на разных высотах препятствий. В сборнике: Материалы Международного научного симпозиума, посвященного 150-летию со дня рождения выдающегося ученого в области зоотехнии академика Е.Ф. Лискуна "Достижения зоотехнической науки в решении актуальных задач животноводства и аквакультуры". сборник статей. Москва, 2023. С. 118-122.
3. Clayton H.M., Hobbs S.J. The role of biomechanical analysis of horse and rider in equitation science // Applied Animal Behavior Science. – 2017. – Vol. 190. – P. 123-132.

4. Demin V.A., Tsyganok I.B., Kolcheva A.I. The racing performance of mares of the thoroughbred racehorses of different ages. In the collec.: Scientific research of the SCO countries: synergy and integration. Proceedings of the International Conference. Beijing, 2023. P. 204-209.

5. Kolcheva A.I. Results of thoroughbred stallion trials at the central Moscow hippodrome in 2021-2022. В сборнике: Наука без границ и языковых барьеров. Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Орел, 2023. С. 180-183.

6. Mathis A., Mamidanna P., Cury K.M., Abe T., Murthy V.N., Mathis M.W., Bethge M. DeepLabCut: markerless pose estimation of user-defined body parts with deep learning // Nature Neuroscience. – 2018. – Vol. 21, No. 9. – P. 1281–1289.

УДК636.08

К ВОПРОСУ ОРГАНИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ОВЦЕВОДСТВА И КОЗОВОДСТВА

*Олесюк Анна Петровна, к.б.н., доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
Сергеенкова Надежда Алексеевна, к.б.н., доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

Аннотация: *Возрастающий спрос покупателей к экологической продукции способствует развитию отраслей органического животноводства. Для получения экологически чистого пищевого яйца и мяса, необходимо выращивать кур-несушек по органической технологии с первых дней жизни. Важно, чтобы молодняк происходил от родительского стада, также выращенного в соответствии с органическими стандартами. Органическое производство открывает значительные возможности для развития малого и среднего бизнеса.*

Ключевые слова: *органическая продукция, принцип экологии, овцеводство, козоводство, стандарты органик*

Для обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства и сохранения окружающей среды необходимо применять комплексный подход к эффективному использованию сельскохозяйственных угодий, учитывая экологические, экономические и социальные аспекты. Переход к высокопродуктивному и экологически чистому агрохозяйству обусловлен необходимостью обеспечения потребителя органической продукцией овцеводства и козоводства: мяса, молока, шерсти, овчины и укрепления продовольственной безопасности страны [1]. В соответствии со Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ 1 декабря 2016 года № 642, а также Федеральным Законом «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» № 280-ФЗ от 03.08.2018 г. необходимо разрабатывать и внедрять технологии производства органической продукции [4].

В органическом овцеводстве и козоводстве, как и в любой отрасли органического животноводства, основной принцип заключается в удовлетворении здоровым и продуктивным животным своих естественных потребностей. Этот подход учитывает не только физические характеристики и физиологию животного, но и его способность к адаптивному поведению, которое имеет важное значение для обеспечения как физического, так и психического благополучия сельскохозяйственных животных [3].

Цель исследований: изучить принципы и особенности ведения органического овцеводства и козоводства в России и странах мира.

Животным должны предоставляться натуральные корма в достаточном объеме, чистая вода, условия для отдыха, социального взаимодействия и проявления естественного поведения. Основные принципы организации органического овцеводства и козоводства

представлены на рисунке.

В органическом овцеводстве и козоводстве период перехода для пастбищ составляет 24 месяца. Он начинается после последнего традиционного использования животных (выпаса, перемещения), а также с момента посева однолетних культур. Через 12 месяцев без запрещенных обработок трава и кустарники считаются «кормами/кормовыми материалами», пригодными для органического животноводства [5]. В таблице 1 представлены сроки перехода пастбищ и получения продукции для органического овцеводства и козоводства.



Рис. Основные принципы организации органического овцеводства и козоводства

Таблица 1

Период перехода для органического овцеводства и козоводства

Элементы органического производства	Период перехода
Пастбища	24 месяца
Молочные продукты	90 дней в течение периода внедрения новых методов, установленных компетентным органом, и после этого ещё 6 месяцев
Мясная продукция	6 месяцев

Все продукты животного происхождения должны быть получены только от животных, рожденных и выращенных в соответствии с принципами органического животноводства. Правила, разрешающие закупку скота только на органических фермах, направлены на предотвращение любого возможного заражения, возникающего в результате традиционного животноводства. Если молодняк приходится закупать на обычных фермах, максимальный возраст на момент покупки должен составлять 45 дней для ягнят и козлят

(сразу после отъема). Одно из исключений позволяет ежегодно закупать 20% самок мелкого рогатого скота с обычных ферм, если их нет на органических фермах, и до первых родов. Самцов, взятых напрокат на обычных фермах, можно использовать при соблюдении правил и с одобрения сертифицирующего органа.

В органическом овцеводстве и козоводстве существуют ограничения на использование кормов, допустимых в традиционном производстве. Синтетические аминокислоты, стимуляторы и гормоны роста, а также минеральные удобрения для выращивания кормов находятся под запретом. Одним из ключевых требований органического животноводства является преобладание кормов собственного производства, доля которых должна превышать 50% [3]. Зерновые, выращиваемые на ферме, должны обеспечивать концентрированный корм и источник соломы. Кроме того, в севооборот добавляют кормовые культуры, а также включают белый и красный клевер. Использование искусственно созданных витаминов не допускается. Разрешено применение только витаминов, полученных из сырья, встречающегося в природе в кормах. В зимний период может возникнуть дефицит витаминов А, D и Е, поскольку естественные условия (солнечный свет) и корма (небольшое количество грубых кормов зимой) не могут удовлетворить потребности скота. Витамины А и Е являются компонентами грубых кормов. Эти синтетические витамины можно скармливать высокопродуктивным козам и овцам (молочным животным) с одобрения ветеринара о необходимости и одобрения инспекционного органа.

Максимальное количество голов овец и коз на 1 га в странах ЕС, содержащихся по органической технологии, составляет 13,3 голов. Это рассчитано из эквивалентного количества образующегося навоза и помёта, не превышающего 170 кг азота/га [5].

Таблица 2

Требования к содержанию овец и коз в органическом овцеводстве и козоводстве

Вид животного	В помещении (овчарня, м ² /животное)	Выгул на открытом воздухе (м ² /животное)
Овца/коза	1,5	2,5
Ягненок/козленок	0,35	0,5

В настоящее время в российском реестре производителей экологически чистой продукции на 4 февраля 2025 года зарегистрировано 242 предприятия, и их число быстро растёт. Лидерами по количеству хозяйств, производящих органическую продукцию животноводства, являются Калужская и Ярославская области. Вероятно, это связано с благоприятными климатическими условиями и региональной поддержкой, оказываемой местным производителям органической продукции. ЛПХ «АРРА» Орловской области, Холдинг «АгриВолга» Ярославской области, Экоферма «Вьюхово» Московской области [2].

В России органическое овцеводство и козоводство – это слабо развивающаяся отрасль животноводства, однако существует ресурсный потенциал для увеличения объемов производства органического молока и баранины.

Для стимулирования развития данного направления в РФ необходимо внедрение мер государственной поддержки производителей на федеральном и региональном уровнях и включение органической продукции в план госзакупок.

Библиографический список

1. ГОСТ 33980-2016 Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации. – М.: Стандартинформ, 2020 – 59 с.
2. Единый государственный реестр производителей органической продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://soz.bio/edinyy-gosudarstvennyy-reestr-proiz-3/>

3. Олесюк, А.П. Особенности и перспективы развития органического сельского хозяйства в Российской Федерации / А.П. Олесюк, Н.А. Сергеевкова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 1. – С. 216-228.

4. Федеральный закон от 03.08.2018 N 280-ФЗ (ред. от 29.12.2022) "Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.zakonrf.info/doc-35382364/>

5. Э. Морджера, К. Буллон, К. Грасия, М. Дюран Органическое сельское хозяйство и право / Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН, Рим. – 2015. – 237 с. УДК 636.32/.38

ПОКАЗАТЕЛИ УБОЯ БАРАНЧИКОВ ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ СКРЕЩИВАНИИ РАЗНЫХ ПОРОД ОВЕЦ

Пахомова Елена Владимировна, кандидат с.-х. наук, доцент кафедры частной зоотехнии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Рубцова Ирина Сергеевна, кандидат с.-х. наук, хранителя фондов Музея животноводства имени Е.Ф. Лискуна, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Базаев Савр Олегович, кандидат с.-х. наук, Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ

Аннотация: Статья посвящена исследованию убойных качеств молодняка овец разных пород при промышленном скрещивании. Проведены сравнительные эксперименты, оценивающие влияние сочетания генетического материала родительских линий на убойные показатели полученных помесных животных.

Ключевые слова: овцеводство, масса предубойна, масса туши, убойная масса, убойный выход

В последние годы в сельском хозяйстве Российской Федерации имеется большой интерес к овцеводству и возникает потребность в увеличении поголовья овец. В последнее российское овцеводство претерпело существенные изменения: если ранее основной акцент делался на производстве шерсти, то сегодня приоритет сместился в сторону мясного направления. Одним из действенных способов наращивания объемов производства качественной баранины выступает активное применение промышленных методов скрещивания, предусматривающих сочетание высокопродуктивных наших мясосальных и зарубежных пород, таких как дорпер и шароле. Такая практика способствует повышению продуктивных характеристик потомства и улучшению качественных показателей конечного продукта.[1,2,3]

Целью наших исследований входило изучение убойных показателей баранчиков от серии опытов в Республике Калмыкия.

Опыт 1. Экспериментальная часть работы проводилась в ОАО «Кировский» Яшкульского района Республики Калмыкия. Для опыта были сформированы 3 группы баранчиков по 25 голов в каждой: I - чистопородные калмыцкие курдючные (ККр), II - чистопородные грозненской породы (ГТ), III - помеси от скрещивания маток грозненской породы с баранами калмыцкой курдючной породы ($\frac{1}{2}$ ГТ $\frac{1}{2}$ ККр).

Таблица 1.

Показатели убоя чистопородных и помесных баранчиков

Показатель	Группа					
	I		II		III	
	4 мес	7 мес	4 мес	7 мес	4 мес	7 мес

Масса, кг: предубойная	35,9±0,76	45,2±0,44	23,7±0,53	27,5±0,47	27,1±0,65	32,4±0,71
охлажденной туши	15,9±0,59	20,0±0,66	9,8±0,48	11,5±0,25	11,4±0,31	13,7±0,53
внутреннего жира (г)	144	336	282	571	460	720
курдюка/хвостовог о жира	2,5±0,09	3,3±0,46	-	-	0,38±0,02	0,77±0,05
убойная	16,0±0,53	20,3±0,36	10,1±0,17	12,1±0,24	11,9±0,26	14,4±0,42
убойная с курдюком/ хвостовым жиром	18,5±0,98	23,6±0,85	-	-	12,3±0,62	15,2±0,71
Убойный выход, %:	44,6	44,9	42,6	44,0	43,9	44,4
с курдюком/ хвостовым жиром	51,5	52,2	-	-	45,4	46,9

Помесные баранчики в оба возрастных периода превосходили убойные показатели тонкорунных сверстников. В возрасте 4-х мес баранчики грозненской породы имели предубойную массу ниже помесной группы на 3,4 кг, а в 7-мес возрасте на 4,9 кг. По массе туши эти различия составили 1,6 кг и 2,2 кг, по убойной массе 1,8 кг и 2,3 кг. Курдючная (I) группа баранчиков превышала помесных сверстников по предубойной массе в возрасте 4-х мес на 8,8 кг и в 7-мес возрасте на 12,8 кг; по массе туши на 4,5 кг и 6,3 кг соответственно.[4]

Опыт 2. Экспериментальная часть работы проводилась в условиях опытного хозяйства Калмыцкого НИИ сельского хозяйства имени М.Б. Нармаева Республики Калмыкия. Научно-производственный опыт проходил на базе ООО «Агрофирма Адучи» и КФХ «АРЛ», Уланэргинского сельского муниципального образования, Яшкульского района. Для опыта были сформированы 2 группы молодняка по 50 голов баранчиков в каждой: I - чистопородные калмыцкие курдючные (ККр), II группа - помеси при скрещивании маток калмыцкой курдючной породы с баранами дорпер ($\frac{1}{2}$ Дп× $\frac{1}{2}$ ККр).

Таблица 2

Показатели убоя чистопородных и помесных баранчиков

Показатель	Группа			
	I		II	
Возраст, мес.	4,5	7	4,5	7
Масса, кг: предубойная	29,4±0,48	38,5±0,87	34,6±0,43***	44,8±0,71**
охлажденной туши	12,34 ±0,48	16,77±0,63	15,51±0,29**	20,35±0,52*
Внутреннего жира(г)	245,0±1,54***	405,3±2,54***	153,0±2,32	301,0±3,32
убойная	12,59±0,58	17,17±0,67	15,66±0,39***	20,65±0,53*
Убойный выход, %	42,8	44,6	45,3	46,1

Из данных таблицы 14 видно, что чистопородные баранчики в возрасте 4,5 месяцев имели живую массу 29,4 кг, тогда как помеси превосходили своих сверстников на 5,2 кг или на 18% при высоком уровне достоверности. По убойной массе разница составила 3,1 кг или

24,4%. Убойный выход по калмыцким баранчикам составил 42,8%, что меньше чем по помесным баранчикам на 2,5 абсолютных процента. По внутреннему жиру лучшие показатели получены по калмыцким баранчикам 245 г., что на 37,6 % превышает показатели по помесным сверстникам.

Убой, проведенный после нагула в возрасте 7 месяцев показал, что разница по предубойной массе составляет 6,3 кг. Таким образом, с возрастом расхождение по предубойной массе сокращается и если в 4,5 месяцев составляла 40%, то в 7 месяцев 16,4%. Убойная масса у чистопородных баранчиков составила 17,2 кг, а по помесям – 20,7 кг, что на 20,3% выше у помесей, полученными от скрещивания баранов породы дорпер с овцематками калмыцкой курдючной породы. Убойный выход в возрасте 7 месяцев по помесям превышает 46%, тогда как у сверстников он составил 44,6%.

Таким образом, в возрасте 4,5 и 7 месяцев помесные баранчики превосходили по убойным показателям баранчиков калмыцкой породы с высокой степенью достоверности. [5]

Опыт 3. Экспериментальная часть работы проводилась в условиях опытного хозяйства Калмыцкого НИИ сельского хозяйства имени М.Б. Нармаева Республики Калмыкия. Для опыта были 3 группы по 25 баранчиков в каждой: I группа – чистопородные калмыцкие курдючные овцы (ККр), II группа – помеси при скрещивании овцематок калмыцкой курдючной породы с баранами производителями шароле ($\frac{1}{2}$ Ш $\times\frac{1}{2}$ ККр), III группа – помеси, полученные при скрещивании дорпер $\times$ калмыцких овцематок с баранами-производителями породы шароле ($\frac{1}{2}$ Ш $\times\frac{1}{4}$ Дп $\times\frac{1}{4}$ ККр).

Подопытные баранчики были забиты в возрасте 7-ми месяцев.

Таблица 3

Показатели убоя чистопородных и помесных баранчиков

Показатель	Группа		
	I	II	III
Предубойная живая масса, кг	38,5 $\pm$ 0,87	45,3 $\pm$ 0,26	46,8 $\pm$ 0,47*
Масса туши, кг	16,8 $\pm$ 0,63	21,2 $\pm$ 0,21	22,6 $\pm$ 0,32*
Масса жира, кг	0,40 $\pm$ 0,02	0,29 $\pm$ 0,01	0,26 $\pm$ 0,01
Убойная масса, кг	17,2 $\pm$ 0,67	21,5 $\pm$ 0,22	22,9 $\pm$ 0,33*
Убойный выход, %	44,60	47,4 $\pm$ 0,22	48,8 $\pm$ 0,21**

Наибольшая предубойная живая масса зафиксирована у баранчиков третьей группы (46,8 кг), полученных от скрещивания баранов породы шароле с овцематками дорпер $\times$ калмыцкая. Данный показатель превышал значения у сверстников из группы шароле $\times$ калмыцкая курдючная на 3,3% ($P\geq 0,95$). Чистопородные калмыцкие курдючные овцы продемонстрировали наименьшую живую массу (38,5 кг), уступая помесям второй группы на 6,8 кг (15,0%) и трехпородным помесям – на 8,3 кг (17,7%). Преимущество трехпородных помесей проявилось также в массе туши и убойной массе, которые превышали аналогичные показатели у двухпородных помесей на 6,2% и 6,1% соответственно. Чистопородные животные имели еще более низкие значения: разница со второй группой по массе туши составила 4,4 кг (20,7%), а с третьей – 5,8 кг (25,6%).

Показатель массы внутреннего жира у двухпородных животных был выше на 10,3% по сравнению с трехпородными. Вероятно, это обусловлено большей долей генетического влияния мясосальной калмыцкой курдючной породы в данной группе.

Наибольший убойный выход зарегистрирован у трехпородных помесей (48,8%), тогда как у двухпородных он составил 47,4% (разница 1,4 абс. %). Чистопородные калмыцкие

курдючные овцы показали минимальный результат – 44,6%, что на 2,8 и 4,2 абс. % ниже, чем у помесных сверстников второй и третьей групп соответственно. [6]

Таким образом использование разных пород при промышленном скрещивании позволяет повысить мясную продуктивность исходных пород овец до 9%.

Библиографический список

1. Абонеев, В. В. Повышение эффективности научного обеспечения современного состояния овцеводства России / В. В. Абонеев, В. В. Марченко, Е. В. Абонеева // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2019. – № 2. – С. 5-9. – EDN QWEISS.
2. Воспроизводительные качества меринсовых овцематок и рост ягнят в подсосный период при скрещивании с баранами породы дорпер / Ю. А. Колосов, Н. Г. Чамурлиев, А. С. Дегтярь, С. В. Дегтярь // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 4(56). – С. 179-185. – DOI 10.32786/2071-9485-2019-04-22. – EDN KJPIJO.
3. Овцеводство / А. И. Ерохин, В. И. Котарев, С. А. Ерохин, Ю. А. Юлдашбаев. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва : Редакция журнала "Механизация и электрификация сельского хозяйства", 2024. – 510 с. – ISBN 978-5-605-13327-8. – EDN EROYSI.
4. Пахомова, Е. В. Эффективность скрещивания грозненских тонкорунных маток с баранами калмыцкой курдючной породы : специальность 06.02.10 "Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Пахомова Елена Владимировна. – Москва, 2013. – 112 с. – EDN SUWIID.
5. Базаев, С.О. Эффективность промышленного скрещивания калмыцких курдючных овцематок с баранами породы дорпер: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.10. – М., 2020. – 105 с.
6. Рубцова, И.С. Эффективность скрещивания овец калмыцкой курдючной породы и дорпер×калмыцких помесей с баранами-производителями шароле:дис. ... канд. с.-х. наук: 4.2.4. – М., 2024. – 123 с.

УДК 636.1

ВЛИЯНИЕ ЭКСТЕРЬЕРА НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЛОШАДЕЙ РУССКОЙ ВЕРХОВОЙ ПОРОДЫ В КОНКУРЕ

Пруткова Полина Витальевна, аспирант кафедры коневодства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, polina_prutkova@rgau-msha.ru

Науменко Ирина Борисовна, доцент кафедры коневодства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nauhenko@rgau-msha.ru

Научный руководитель: Демин Владимир Александрович, профессор кафедры коневодства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, v.demin@rgau-msha.ru

Аннотация: В конном спорте для каждой дисциплины необходимы лошади с определенными критериями с целью достижения максимального результата на соревнованиях. В данной статье с помощью показателей бонитировки, индекса успеха и анализа корреляции рассматривается по каким именно показателям стоит вести отбор лошадей русской верховой породы для участия в соревнованиях по конкуру.

Ключевые слова: корреляция, индекс успеха, бонитировка, конкур

Русская верховая порода лошадей одна из самых значимых отечественных пород для участия в Олимпийских видах конного спорта. Основное спортивное использование русской верховой породы лошадей соревнования по выездке, но также они хорошо зарекомендовали себя в соревнованиях по конкуру. Успех в этой сфере во многом зависит от правильного

подбора лошадей. Для того, чтобы выбрать спортивную лошадь, необходимо учитывать ее тип, экстерьер, происхождение, тип сложения [1].

Целью данного исследования является определение влияния показателей бонитировки русской верховой породы лошадей на результаты соревнований по конкуру разных уровней сложности.

Материал и методика исследования. Предметом исследования стали жеребцы и кобылы русской верховой породы, выступавшие на соревнованиях по конкуру различных уровней сложности (Е, А, А2, L) в период с 2013 по 2023 гг. Высота препятствий на уровнях сложности Е составляет 80 – 90 см, А – 100 – 105 см, А2 – 110 см, L – 115 – 120 см. Возраст лошадей на момент выступления на соревнованиях составляет от 7 до 18 лет. Было определено количество стартов и рассчитан средний индекс успеха по каждой лошади по формуле [2]:

$$\text{ИУ} = (\text{М}-1)/(\text{N}-1) \times 100$$

где М – место, занятое лошастью в соревновании, N – количество стартовавших лошадей, выраженное в процентах.

Количество голов лошадей и стартов по уровням сложности представлено на рисунке.

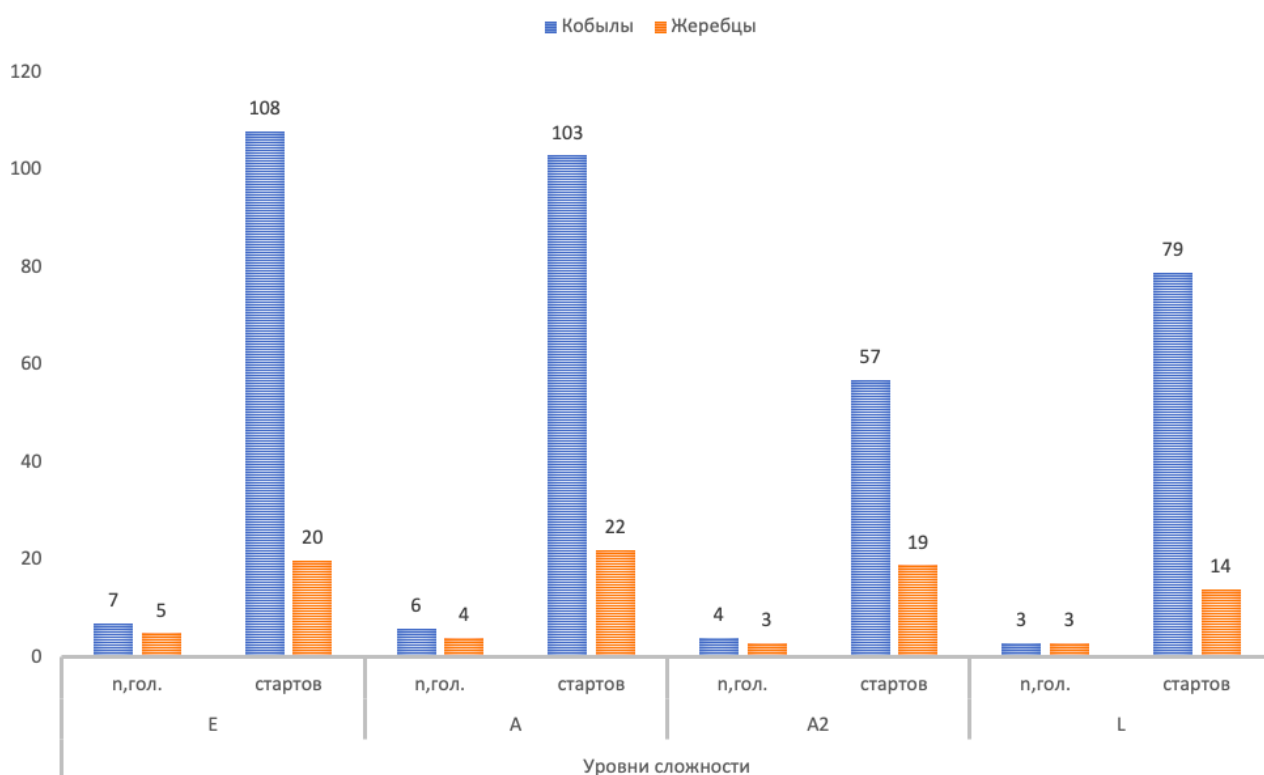


Рис. Количество голов лошадей и стартов по уровням сложности

С помощью корреляционного анализа рассчитали взаимосвязь между индексом успеха и показателями бонитировки, а именно происхождением, типом, промерами, типом сложения и экстерьером.

Результаты исследования. По проведенному корреляционному анализу изучаемых величин получили результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Результаты корреляционного анализа

Уровень сложности	Пол	Коэффициенты корреляции индекса успеха к показателям бонитировки				
		Происхождение	Тип	Промеры	Тип сложения	Экстерьер
Е	Кобылы	-0,04	0,30	-0,52	-0,06	0,06

	Жеребцы	0,19	0,12	0,71	0,21	-0,23
А	Кобылы	-0,22	0,21	-0,29	0,04	-0,95
	Жеребцы	-0,34	0,83	-0,44	0,57	-0,72
А2	Кобылы	0,81	0,39	0,33	0,57	0,30
	Жеребцы	-0,86	-0,99	0,15	0,99	-0,15
L	Кобылы	0,81	-	0,24	0,84	0,29
	Жеребцы	-1,00	-0,88	-0,41	0,88	-0,53

Наибольшее число корреляций умеренных и сильных наблюдается на более высоких уровнях сложности, начиная от жеребцов, выступавших в уровне А и заканчивая лошадьми, выступавшими в уровне сложности L. Это говорит о том, что с повышением уровней сложности повышаются требования к лошади, ее происхождению, типу, типу сложения и экстерьеру для достижения максимальных результатов в конкуре. В уровнях А для кобыл и Е для кобыл и жеребцов преобладает слабая корреляционная связь, следовательно для небольшой высоты препятствий в соревнованиях данные показатели не играют роли.

Сильная положительная связь наблюдается между индексом успеха и происхождением у кобыл $r = 0,81$ на уровнях сложности А2 и L, это показывает, что чем выше оценка у кобылы за происхождение, тем выше вероятность занять призовое место. У жеребцов на этих же уровнях сложности обратная картина – сильная отрицательная связь $r = -0,86$ и $r = -1,00$ соответственно, значит для них высокий балл по данному показателю не означает повышение индекса успеха.

По породному типу у кобыл с уровнем сложности соревнований L корреляции не выявлено. У этих кобыл одна и та же оценка за тип, следовательно разнообразие отсутствует. Данная ситуация произошла из-за маленькой выборки. Сильная положительная связь наблюдается у жеребцов с уровнем А ($r = 0,83$), значит, чем выше балл за тип, тем выше индекс успеха. У жеребцов уровней А2 и L наоборот – сильная отрицательная корреляционная связь $r = -0,99$ и $r = -0,88$ соответственно. Из этого можно сделать вывод, что показатель типа может учитываться только на более низких уровнях соревнований, а для более высоких является не информативным показателем.

Промеры статей тела с индексом успеха в основном имеют умеренную и преимущественно отрицательную связь. Наибольшие коэффициенты среди кобыл $r = -0,52$ в уровне Е, у жеребцов – $r = 0,71$ также в уровне Е. Таким образом, промеры статей тела слабо влияют на результат соревнований.

По типу сложения наблюдается умеренная и сильная корреляционные связи с повышением уровня сложности соревнований. Это означает, что чем выше балл за тип сложения, тем выше индекс успеха. Самый высокий коэффициент корреляции по данному показателю у жеребцов в уровне сложности А2, которая составляет 0,99.

Экстерьер имеет влияние на индекс успеха преимущественно в уровне сложности А с сильной отрицательной корреляционной связью, у кобыл $r = -0,95$, а у жеребцов $r = -0,72$. Это говорит о том, что экстерьер и индекс успеха имеют обратную связь. Чем выше балл за экстерьер, тем ниже индекс успеха. Так как такая картина наблюдается только в уровне А, следовательно такая связь характерна только для высоты препятствий 100 – 105 см. В остальных уровнях сложности слабая и средняя связи, что означает в целом низкое влияние экстерьера на результат соревнований.

Таким образом, можно сделать вывод, что есть достаточно большое влияние экстерьера на работоспособность лошадей. Причем наибольшим образом это видно по происхождению, типичности и типу сложения. Также наблюдается, что с повышением уровня сложности соревнований, повышается и взаимосвязь индекса успеха и показателей бонитировки. Результаты данного исследования можно использовать при отборе лошадей русской верховой породы для спортивного использования в конкуре.

Библиографический список

1. Бамборина, Ю. П. Влияние экстерьера на использование лошадей в конном спорте / Ю. П. Бамборина // Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии : Сборник трудов научно-практической конференции научного общества студентов и аспирантов биолого-технологического факультета, Новосибирск, 09–14 декабря 2019 года. – Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2020. – С. 3-6. – EDN TEEQBV.
2. Бачурина, Е. М. Двигательные, прыжковые качества лошадей спортивного направления и их работоспособность / Е. М. Бачурина, В. И. Полковникова // Пермский аграрный вестник. – 2020. – № 1(29). – С. 108-114. – DOI 10.24411/2307-2873-2020-10008. – EDN GYAGLN.
3. Демин, В. А. Комплексная оценка производящего состава лошадей русской верховой породы Старожиловского конного завода / В. А. Демин, В. А. Парфенов, Е. В. Рябова // Коневодство и конный спорт. – 2010. – № 5. – С. 9-10. – EDN OWMIZD.
4. Демин, В. А. Работоспособность лошадей полукровных пород, выступающих в соревнованиях по конкуру и выездке / В. А. Демин, И. А. Сикорская // Аграрная наука. – 2011. – № 6. – С. 27-29. – EDN NWEFJB.
5. Инструкция по бонитировке племенных лошадей заводских пород. Министерство сельского хозяйства РФ.
6. Побединский А.Н. Экстерьер лошадей русской верховой породы и связь его со спортивной работоспособностью: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04 / А.Н. Побединский. – М., 2001. – 140 с.
7. Харламова, Г. В. Спортивная работоспособность лошадей русской верховой породы и факторы, ее определяющие : специальность 06.02.04 "Ветеринарная хирургия" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Харламова Галина Викторовна. – Москва, 2009. – 24 с. – EDN NLFSYD.

УКД 636.1

ТАТАРСКАЯ ПОРОДА ЛОШАДЕЙ: ОБЗОР ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Рашитова Диляра Ильдаровна, аспирант кафедры коневодства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, rashitova.00@inbox.ru

Демин Владимир Александрович, профессор кафедры коневодства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, deminmsha@mail.ru

Аннотация: Татарская порода лошадей сочетает хозяйственную ценность, генетическую устойчивость и культурное значение для народов Татарстана. В статье раскрыта история породы, её морфологические и поведенческие особенности. Освещены научные и государственные инициативы. Проанализированы культурные образы лошади в татарских традициях.

Ключевые слова: татарская порода лошадей, коневодство, генофонд

Татарская порода лошадей представляет собой уникальный генофонд, имеющий не только биологическую, но и культурно-историческую ценность для народов Татарстана и прилегающих регионов. Эта порода формировалась на протяжении столетий, тесно связана с образом жизни, хозяйственными практиками и этнокультурными традициями местного населения. В данной работе рассматриваются исторические предпосылки формирования татарской породы, её морфологические и адаптационные особенности, а также её современное значение.

Эволюция породы происходила под влиянием комплекса факторов: от природно-климатических условий до хозяйственной необходимости и межкультурных контактов. В

условиях народной селекции и естественного отбора постепенно сформировались устойчивые популяции, приспособленные к местным условиям содержания, передвижения и труда, что предопределило становление татарской породы как самостоятельного фенотипа.

Татарская порода лошадей выделяется комплексом устойчивых признаков, сформировавшихся в результате длительной адаптации к природно-климатическим и хозяйственным условиям региона. Одним из ключевых качеств породы является высокая приспособленность к местной среде: лошади демонстрируют выносливость, устойчивость к заболеваниям и способность переносить как суровые зимы, так и жаркое лето. Они отличаются универсальностью использования — подходят как для верховой езды и работы в упряжи, так и для получения кумыса и мяса. Кроме того, порода неприхотлива: животные способны довольствоваться подножным кормом и требуют минимального ухода.

Морфологически татарские лошади характеризуются средним ростом (от 140 до 160 см в холке), крепким телосложением, мускулистой шеей, хорошо выраженными мышцами и прямым профилем головы. Психологические особенности породы включают спокойный, уравновешенный темперамент и высокий уровень обучаемости, что делает этих лошадей удобными в обращении и эксплуатации. Выносливость позволяет им эффективно выполнять сельскохозяйственные задачи и преодолевать значительные расстояния, что особенно ценно для традиционных форм ведения хозяйства.

В последние годы в Татарстане активизировались научные инициативы, направленные на комплексное изучение и сохранение генофонда местных лошадей. Среди приоритетных направлений — полевые экспедиции по инвентаризации и описанию поголовья, морфологические исследования (включая анализ экстерьера и индексов телосложения), оценка продуктивных качеств (работоспособности, молочной и мясной продуктивности), а также генетические исследования с применением молекулярных маркеров. Эти работы позволяют не только систематизировать информацию о текущем состоянии татарской породы, но и закладывают научную основу для разработки стратегий по её сохранению и рациональному использованию в будущем.

На основании современных исследований, направленных на изучение татарской породы лошадей, можно выделить несколько перспективных направлений для её селекционного улучшения и устойчивого развития. В первую очередь, это формирование племенного ядра, включающего наиболее ценных особей по совокупности признаков — экстерьерным, функциональным и продуктивным — с последующей организацией их разведения в чистоте. Вторым важным направлением является внедрение передовых генетических подходов, включая геномную селекцию, которая позволяет на основе анализа ДНК прогнозировать племенную ценность животных и обеспечивать целенаправленный отбор. Неотъемлемым условием успешного воспроизводства породы выступает развитие соответствующей инфраструктуры — племенных хозяйств, ветеринарных и селекционных центров, кадрового потенциала, а также системы оценки и испытаний животных.

Параллельно с научными инициативами в Республике Татарстан реализуется государственная программа поддержки коневодства, инициированная Раисом Рустамом Миннихановым. Её ключевыми задачами являются увеличение численности лошадей в регионе к 2030 году, стимулирование личных подсобных и фермерских хозяйств, а также сохранение культурно-исторического наследия, связанного с лошадьми. Механизмы поддержки включают предоставление субсидий на покупку племенных лошадей, строительство и оснащение конюшен, а также закупку семени высокоценных производителей. Программа ориентирована не только на экономические цели, но и на возрождение традиционного сельского уклада, где лошадь играет важную роль. Ожидается, что реализация данных мер обеспечит рост численности и качества местных пород, усилит продуктивность и укрепит их позиции в аграрной экономике региона.

Помимо своей хозяйственной ценности, татарская порода лошадей занимает важное место в культурном и символическом пространстве татарского народа. Лошадь в традиционном мировоззрении татар ассоциируется со свободой, силой и выносливостью,

выступая неотъемлемой частью исторического наследия. Её разведение и использование может стать основой для развития сельского туризма: через организацию верховых прогулок, участие в национальных праздниках, демонстрацию традиционных форм коневодства туристам предоставляется возможность соприкоснуться с живыми элементами этнокультурной среды.

Особую роль татарская лошадь играет в устной народной традиции — фольклоре и мифологии. В песенной поэзии лошадь фигурирует как символ связи человека с природой и сверхъестественным образом, часто появляется у сакральных природных объектов — водоёмов, гор, лесов. Цветовая окраска, особенно «соловая» (желтовато-дубовая), имеет знаковое значение и воспевается в песнях Поволжья и Тоболо-Иртышского региона. Центральными образами мифологического наследия выступают Тулпар и Акбузат — крылатые кони, выполняющие функцию медиаторов между различными мирами: небесным, земным и подземным. В этом контексте лошадь символизирует не только жизненную силу, но и проводника души, а также источник вдохновения и духовного подъема.

Современное возрождение интереса к татарской породе лошадей выражается в её участии в культурных, спортивных и медийных проектах. Так, представители породы были задействованы в съёмках исторического сериала «Зулейха открывает глаза», а с 2016 года принимают участие в национальных скачках и праздниках, включая Сабантуй. Знаковыми событиями стали проведение в 2019 году первого чемпионата по традиционной конной борьбе «аударыш» и организация фестиваля «День лошади» («Аткөне») в селе Новый Кырлай Арского района в 2022 году. Эти мероприятия не только подчеркивают культурную значимость татарской лошади, но и способствуют её популяризации как живого символа национальной идентичности.

Таким образом, татарская порода лошадей представляет собой не только важный элемент аграрного сектора, но и уникальный генетический и культурный ресурс, требующий целенаправленной поддержки, сохранения и рационального использования. Современные научные исследования и внедрение инновационных селекционных подходов открывают широкие перспективы для повышения продуктивности и адаптивности этих лошадей, а также расширения сфер их применения — от традиционного сельского хозяйства до этнотуризма и культурных практик.

Комплексная государственная программа, реализуемая в Татарстане, опираясь на научную базу и современные технологии, обеспечивает условия для системной поддержки отрасли коневодства. Её успешная реализация позволит не только сохранить уникальное биологическое и историко-культурное наследие татарского народа, но и придать новый импульс социально-экономическому развитию сельских территорий, где лошадь вновь может занять достойное место в жизни и быту местного населения.

Библиографический список

1. Хабибуллин, Р.Г. *Лошади татарской породы: история, современное состояние, перспективы селекции*. // Коневодство и конный спорт. 2015. №3. С. 12-15.
2. Хаертдинов Р.А., Камалдинов И.Н., Закирова Г.М. Создание и использование селекционного достижения — татарская порода лошадей в Республике Татарстан // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. — 2022. — Т. 252, вып. 5. — С. 284–289.
3. Хазипов Н. Н. Татарская лошадь официально зарегистрирована в качестве отдельной породы // Татар-информ. — 2018. — 20 декабря. — Режим доступа: <https://www.tatar-inform.ru/news/tatarskaya-loshad-ofitsialno-zaregistrirovana-v-kachestve-otdelnoy-porody-637031> (дата обращения: 28.05.2025)
4. Хазипов Н. Н. Небесные кони Татарстана: как и зачем возрождают национальную породу лошадей // Татар-информ. — 2018. — 20 декабря. — Режим доступа: <https://www.tatar-inform.ru/news/nebesnye-koni-tatarstana-kak-i-zachem-vozrozhdayut-natsionalnuyu-porodu-loshadey-637031> (дата обращения: 28.05.2025)

5. Порода лошадей «Татарская» // Казанская государственная академия ветеринарной медицины. — Режим доступа: <https://kazanveterinary.ru/education/faculty/biotehnologii/tatarskaya-poroda-loshadej/> (дата обращения: 28.05.2025).

6. Баран Б., Йорулмас Г. Сравнительный анализ лексики татарского и тувинского языков, связанной с «лошадью» // Журнал Казанского федерального университета. — 2023. — Вып. 18.

7. Татарские кони // Tengri Fund. — URL: <https://tengrifund.ru/tatarskie-koni.html> (дата обращения: 28.05.2025).

УДК 636.52

НОРМИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА В БРОЙЛЕРНОМ ПТИЦЕВОДСТВЕ (ОБЗОР)

Сафиулина Гульфия Салаватовна, аспирант кафедры частной зоотехнии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, safiulina.gulfia@yandex.ru

Научный руководитель: Малородов Виктор Викторович, к.с.-х.н., доцент кафедры частной зоотехнии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, malorodov@rgau-msha.ru

Аннотация: в обзорной статье рассмотрены вопросы о нормировании и значении микроклимата при производстве мяса бройлеров. Приведена характеристика приточно-вытяжной системы вентиляции.

Ключевые слова: микроклимат, вентиляция, отопление, приток воздуха, воздухообмен.

Здоровье птицы и ее показатели роста сильно зависят от микроклимата в птичнике. Особенно важно контролировать такие параметры, как температура, относительная влажность воздуха, концентрация углекислого газа и аммиака в воздухе. Повышенное содержание вредных газов в птичниках приводит к респираторным заболеваниям у птицы, а верно выстроенная система вентиляции значительно снижает уровень вредных газов в воздухе помещения. Микроклимат представляет собой искусственно поддерживаемый температурно-влажностный режим с заданной степенью подвижности воздуха. Температура является ключевым параметром, по которому живые организмы оценивают комфортность микроклимата. Для птицы в возрасте одной недели она должна быть 30-31°C. В первые дни жизни бройлеры особенно восприимчивы к изменениям температуры окружающей среды, поэтому нужно поддерживать стабильную температуру в помещении при помощи систем отопления и кондиционирования воздуха [1].

Относительная влажность воздуха представляет собой соотношение количества водяных паров в 1 м³ воздуха к их максимально возможному содержанию при той же температуре. Для птицы этот показатель составляет в норме 55-70%. Оптимальную влажность воздуха в птичнике поддерживают при помощи систем увлажнения и проветривания. В то же время важно учитывать ПДК, то есть предельно допустимую концентрацию химических веществ и их соединений в воздухе, которая не приводит к негативным последствиям для живых организмов. Один из главных нормируемых в птицеводстве вредных газов – углекислый газ, продукт жизнедеятельности дыхательной системы птицы. Если система вентиляции не способна обеспечить достаточный уровень воздухообмена, то увеличивается концентрация CO₂ в птичнике. Допустимый уровень CO₂ в производственном помещении не должен превышать 3000 ppm [5, 7].

Особенно сильно загрязняет воздух в птичнике аммиак, который образовывается путем бактериального разложения мочевой кислоты и непереваренных белков из птичьего помёта. Он влияет на продуктивность птицы, может привести к заболеваниям и

неблагополучию кур. Максимально допустимая концентрация NH_3 в птичниках составляет 25 ppm. Избыточное содержание аммиака в воздухе – фактор стресса для птицы, который снижает потребление корма и останавливает их рост. Аммиак при взаимодействии с другими газовыми компонентами, стимулирует обонятельную, вкусовую и хемистетическую системы, в частности, рецепторы тройничного нерва слизистых оболочек черепа, которые активизируют рефлекторные и аверсивные реакции. Различные исследования установили, что птицы так же, как и другие животные, имеют способность к хеморецепции и обнаружению запахов, используя химическую коммуникацию для социального взаимодействия. Избыточное воздействие аммиака на птицу может привести к повышенной бдительности, испугу, резким движениям головой и замиранию, то есть к таким реакциям, которые проявляет птица на раздражители, которые для нее неприятны. Также высокие концентрации аммиака в воздухе могут привести к щелочным ожогам слизистых оболочек у птицы [6].

Конструкция системы вентиляции имеет первостепенное значение для успешного бройлерного производства, поскольку характеристики и однородность параметров окружающей среды определяются схемами потоков воздуха в помещении. Проектирование вентиляции основано на трех основных принципах: скорость воздухообмена, распределение воздуха и диапазон скорости воздуха на уровне птицы. Скорость воздухообмена зависит от возраста и количества птицы в птичнике и достигается с помощью вытяжных вентиляторов. Количество вентиляторов зависит от потребностей в вентиляции и производительности каждого из них. Скорость воздухообмена должна обеспечивать контроль температуры в помещении, а также эффективное удаление влаги и загрязняющих веществ из воздуха. Факторы проектирования (местоположение здания), а также эксплуатационные факторы (работа вентилятора, регулировка отверстий для притока воздуха и перепад давления) являются значимыми для определения оптимальной системы вентиляции. Более того, на благополучие птицы больше влияет система вентиляции, чем плотность посадки птицы [4].

В современном птицеводстве для поддержания оптимального микроклимата в помещениях используются две основные системы вентиляции: принудительная (активная) и пассивная. Принудительная система работает на основе избыточного давления, при этом приток свежего воздуха превышает его удаление. Воздух, поступающий в помещение, предварительно оптимизируется по температуре и влажности, что делает его независимым от внешних условий. В отличие от этого, пассивная система вентиляции функционирует за счет создания разрежения воздуха внутри помещения, что приводит к естественному притоку воздуха, полностью зависящему от внешней среды. Сочетание этих двух систем – принудительной и пассивной – приводит к образованию комбинированной системы вентиляции, которая стала востребованной на практике. Некоторые исследователи считают, что такая система особенно эффективна в регионах с длительным отопительным сезоном. Она обеспечивает оптимальные условия микроклимата в любое время года, что положительно сказывается на продуктивности бройлеров, их генетическом потенциале [3]. Таким образом, при обеспечении оптимального микроклимата в птицеводческих помещениях можно повысить продуктивность бройлеров на 20-25%, а в случае его неоптимальности среднесуточный прирост может снизиться на 10% и более [2].

Библиографический список

1. Малородов В.В. Микроклиматическая зональность в производстве мяса бройлеров // в сборнике: Аграрная наука в инновационном развитии АПК. Материалы международного молодежного аграрного форума. Сборник научных статей. Под редакцией В.А. Бабушкина. 2018. С. 164-168.
2. Морозов, В.Ю. Влияние снижения относительной влажности воздуха в период выращивания бройлеров на показатели иммунитета и продуктивности / В.Ю. Морозов, К.А. Калиткина, Р.О. Колесников // Аграрный вестник Урала. – 2023. – No. 03 (232). – С.43-51.

3. Федоренко, В.Ф. Инновационные технологии, процессы и оборудование для интенсивного разведения сельскохозяйственной птицы / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуров, Т.Н. Кузьмина и др.-Москва.-2017.-100 с.

4. Chen, L., Fabian-Wheeler, E. E., Cimbala, J. M., Hofstetter, D., & Patterson, P. (2021). Computational Fluid Dynamics Analysis of Alternative Ventilation Schemes in Cage-Free Poultry Housing. *Animals : an open access journal from MDPI*, 11(8), 2352.

5. Harrouz, J.P. Comparative analysis of sustainable desiccant – Evaporative based ventilation systems for a typical Qatari poultry house / J.P. Harrouz, E. Katramiz, K. Ghali, D. Ouahrani, N. Ghaddar // *Energy Conversion and Management*. – 2021. - Volume 245.

6. Pokharel, B. B., Dos Santos, V. M., Wood, D., Van Heyst, B., & Harlander-Matauschek, A. (2017). Laying hens behave differently in artificially and naturally sourced ammoniated environments. *Poultry science*, 96(12), 4151–4157.

7. Zheng, W., Xiong, Y., Gates, R. S., Wang, Y., & Koelkebeck, K. W. (2020). Air temperature, carbon dioxide, and ammonia assessment inside a commercial cage layer barn with manure-drying tunnels. *Poultry science*, 99(8), 3885–3896.

УДК 636.08

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ WELFARE В ОРГАНИЧЕСКОМ ПТИЦЕВОДСТВЕ

Сергеенкова Надежда Алексеевна, к.б.н., доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Олесюк Анна Петровна, к.б.н., доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация: *возрастающий спрос покупателей к экологической продукции способствует развитию отраслей органического животноводства. Для получения экологически чистого пищевого яйца и мяса, необходимо выращивать кур-несушек по органической технологии с первых дней жизни. Важно, чтобы молодняк происходил от родительского стада, также выращенного в соответствии с органическими стандартами. Органическое производство открывает значительные возможности для развития малого и среднего бизнеса.*

Ключевые слова: *органическое яйцо, экологически чистая продукция, птицеводство, технологии welfare.*

Сегодня отрасль органического животноводства на мировом продовольственном рынке характеризуется быстрым ростом благодаря увеличению интереса к здоровому образу жизни и ответственному потреблению. Ведущие производители органической продукции в мире – США, Германия и Франция.

В Европейском Союзе с 2000 года органическое животноводство должно соответствовать критериям Animalwelfare, установленным директивой 1999/74ЕС [4]. В птицеводстве эти критерии подразумевают: гуманное содержание, разведение и использование животных в условиях, максимально приближенных к естественным; запрет на традиционные клетки; обязательное использование гнезд и насестов; предотвращение стрессов, связанных с кормлением и содержанием птицы; исключение кормовых антибиотиков из рациона; запрет на дебикирование, обрезку гребня и пальцев, принудительную линьку и убой петушков в инкубаториях, а также требование гуманного убоя.

В России действует Федеральный закон № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ», вступивший в силу в 2020 году [5]. Согласно этому нормативному документу в органическом птицеводстве определяются правила производства, хранения, транспортировки, маркировки и реализации органической продукции. Подтверждение соответствия продукции органическим стандартам осуществляется посредством добровольной сертификации. Продолжительность переходного

периода в органическом птицеводстве составляет 12 недель при разведении птицы, предназначенной для производства мяса и яиц, при приобретении этой птицы в возрасте до трех дней [1]. Производство экологически чистой продукции, которая имеет статус органической, требует качественно новых подходов к организации технологических процессов при ведении животноводства.

Цель исследований: изучить применение технологий welfare и особенности ведения органического птицеводства в России и странах мира.

Опыт различных стран показывает, что после увеличения объемов производства мяса птицы и насыщения внутреннего рынка, следующим этапом развития отрасли становится диверсификация ассортимента и поддержка мелкотоварного птицеводства. Анализируя приоритетные формы сельскохозяйственных предприятий – агрохолдинги или небольшие фермы – важно понимать, что в современных рыночных условиях необходимо не противопоставление, а синергия и сосуществование различных форм. Такое многообразие обеспечивает расширение ассортимента продукции птицеводства, формирование товарного предложения для всех ценовых сегментов (премиум, средний, эконом) и, как следствие, максимальную востребованность продукции как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

В мире насчитывается более 750 тысяч органических хозяйств. Наибольшее их количество с землями, сертифицированными для производства экологической продукции, находится в Австралии (12,3 млн га), далее следуют Китай (2,3 млн га), Аргентина (2,2 млн га), США (1,9 млн га), Италия (1,1 млн га), Испания (0,93 млн га), Бразилия (0,88 млн га), Германия (0,83 млн га) [4].

В российском реестре на 4 февраля 2025 года насчитывается 242 предприятия, производящих экологически чистую продукцию. Ежегодно их количество стремительно возрастает. В таблице 1 представлены ведущие предприятия, занимающиеся органическим птицеводством.

Таблица 1

Перечень ведущих сельскохозяйственных предприятий по органическому птицеводству в РФ, включенных в единый Государственный реестр производителей органической продукции [2]

Компания	Регион	Специализация	Сертифицирующий орган
Сертифицированные по межгосударственному стандарту ГОСТ 33980-2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации» (для российского рынка)			
КФХ Нова Русса	Новгородская область	Животноводство и птицеводство (260 га – птица, яйцо, баранина)	Kiwa BCS ООО «Органик эксперт»
ООО «Парисар»	Самарская область	Производство органического куриного яйца, мяса цыплят бройлеров и несушек (1200 т бройлеров, 11000 т/шт яйца кур)	ООО «Органик- Сертификация»
ИП (КФХ) Жгун Олег Ильич	Красноярский край	Растениеводство; КРС молочный; КРС мясной; Птицеводство Сбор и переработка дикоросов	ООО «Органик- Сертификация»

ЗАО «Экоферма «Рябинки»	Московская область	Молоко, молочная продукция (кефир, ряженка, пахта, творог, масло, топленое масло ГХИ, сметана сливки, йогурт, домашний, рикотта, буррата, моцарелла, страчателла, качотта молодой, монтазио молодой), выпечка, мясо говядины, мясо курицы, яйцо куриное. Овощи: картофель, морковь, свекла, лук репчатый, капуста, тыква и пр. сезонные овощи	Роскачество
ООО «ШУЛЬГИНО»	Московская область	Мясо птицы, яйца	Роскачество
ГКФХ Храмцова В.В.	Орловская область	Яйцо куриное цветное (600 шт в день)	в соответствии с принципами и стандартами органического сельского хозяйства без сертификата
СПК «ЭкоХутор»	Орловская область, город Орел	Яйца перепелинные (фасовка от 10 шт до 50 шт)	ООО «Органик эксперт»
ООО «Агрофирма Хрустали»	Калужская область	Разведение и выращивание индюшат, индеек и индюков и домашних кур и петухов, производство мяса птицы	ООО «Органик эксперт»
ЛПХ «АРРА»	Орловская область	Мясо птицы	Роскачество

Основные требования к органическому птицеводству включают: использование цыплят из органических хозяйств, кормление исключительно сертифицированными органическими кормами, исключение субпродуктов из рациона, предоставление птицам достаточного пространства для передвижения, поддержание санитарных норм в курятниках, а также запрет на использование антибиотиков, стимуляторов роста, гормонов и ГМО. Ключевым аспектом органического производства является обеспечение экологически безопасной и комфортной среды для выращивания кур и получения органической продукции.

Для получения органической сертификации, цыплята должны иметь исключительно органическое происхождение. Закупку молодняка производят на местных органических фермах или приобретают сертифицированные яйца для собственного инкубатора.

Выращивание маленьких цыплят требует создания особых условий: оборудованное место для отдыха, стабильное тепло, постоянный доступ к свежей питьевой воде и специализированный органический корм, содержащий все необходимые нутриенты для поддержания роста и развития. «Стартовые» корма для органических цыплят допустимы только в первые 12 недель. После 4-5 месяцев цыплята должны иметь возможность свободного выгула на открытом воздухе.

Органические стандарты запрещают содержание кур в тесных клетках или на ограниченных участках. Конструкции животноводческих зданий должны соответствовать естественным биологическим потребностям птицы, обеспечивать бесстрессовое содержание (таблица 2). Птица содержится на сплошном полу, в качестве подстилочного материала используются опилки или солома. Сбор помета производится по всей площади пола. Территория птичника должна быть достаточной для свободного передвижения в течение дня и удовлетворения естественных потребностей: бега, выщипывания травы, охоты на насекомых. Помимо выгула, птице необходимо укрытие на ночь и в непогоду. Животным обеспечивается ночной отдых длительностью не менее 8 часов путем отключения освещения. Курятник должен быть просторным с отдельными местами для ночлега и откладывания яиц. Важна хорошая вентиляция и освещение для поддержания здоровья птиц, особенно чувствительных к чистоте и свежести воздуха.

Таблица 2

**Плотность посадки, площадь животноводческих зданий,
размеры выгула [4]**

Тип зданий	Внутри зданий		Снаружи зданий (выгул)
	плотность посадки, гол/м ²	максимальный живой вес, кг/м ²	площадь, м ² /гол
Неподвижные здания	10	21	4 (куры и цесарки) 4,5 (утки) 10 (индейка) 15 (гуси)
Подвижные здания	16	30	25

При выборе пород и видов животных для органического производства важно учитывать их адаптацию к местным условиям, жизнеспособность и устойчивость к болезням [1]. Выбор должен быть направлен на предотвращение специфических заболеваний и проблем со здоровьем, характерных для некоторых пород интенсивного производства. Предпочтение следует отдавать местным породам и видам, лучше приспособленным к условиям содержания. В частности, в ООО «Парисар» Самарской области используются породы голошейка, фокси чик, мастер грей и Redbro M.

«Редбро М» – это мясной четырехлинейный кросс кур, разработанный французской компанией Hubbard SAS путем скрещивания петухов кросса «Хаббард Редбро» (линии Хаббар А и Б) с курами кросса «Хаббард Редбро М» (линии Хаббард Ц и Д). Кросс официально зарегистрирован в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ с 2018 года. Цыплята обладают палевой окраской пуха и характеризуются фидеросексированностью, при этом петушки оперяются медленнее, чем курочки. Согласно данным производителя, бройлеры достигают следующих показателей к 63 дню: сохранность – 94,0%, живая масса – 2,71 кг, затраты корма на килограмм живой массы – 2,34 кг, убойный выход – 69,7%, выход грудки – 15,3% [3]. В отличие от традиционных бройлеров, мясо цыплят «Редбро М» имеет желтоватый оттенок кожи, более плотную структуру, отличные вкусовые характеристики и ароматный бульон.

Корма для органического птицеводства готовятся самостоятельно из закупленных ингредиентов и хранятся в специальном помещении. Комбикорм должен состоять на 95% из органических зерновых. Оставшиеся 5% могут составлять неорганические добавки, такие как известковая мука, природный мел и соль. Все зерновые компоненты должны соответствовать условиям органического производства, то есть, производитель должен иметь сертификат соответствия ГОСТ 33980-2016. Добавление мясокостной муки и различных премиксов в

корм запрещено. Корм для кур-несушек содержит больше протеинов и кальция для формирования крепкой скорлупы. Корм для бройлеров, выращиваемых на мясо, более питательный для эффективного наращивания мышечной массы. Допускается обогащение кормов натуральными витаминами и минералами. На рынке доступны готовые органические смеси из цельного зерна (пшеница, кукуруза, овес) с добавлением высокопротеиновых культур (люцерна, ламинария, семена льна и подсолнечника).

В органическом птицеводстве, ориентированном на предотвращение заболеваний путем создания здоровых условий, заболеваемость кур ниже, чем в промышленном. Причинами болезней в промышленном птицеводстве являются скученность и интенсивность выращивания, что исключено в органическом производстве, где соблюдаются санитарные нормы, регулируется звуковое поле и проводится ротация пастбищ для профилактики вредителей, а также обеспечивается сбалансированное питание. В случае заболевания, птиц немедленно изолируют и лечат средствами, разрешенными органическими стандартами.

Особенности ведения органического птицеводства диктуют формирование ценового диапазона на производимую продукцию в более высоких пределах по сравнению с традиционными. Конечно, это напрямую сказывается на предпочтениях потребителей. Если стоимость органической продукции не будет превышать 10-25% от средней стоимости индустриальных товаров, то готовность потребителей возрастает до 60% [3].

Для развития органического производства мяса птицы в России необходим комплекс мер, включая законодательное регулирование (закон об органической продукции, техрегламент, национальный стандарт). Несмотря на попытки, объемы производства органической птицы и яйца остаются малыми, что заставляет производителей использовать маркетинговые стратегии, например, сертификацию по стандартам халяль и кашрут. Важно учитывать риски, связанные с безопасностью пищевых продуктов, и возможные национальные отзывы, которые могут подорвать доверие потребителей к органической продукции. Для борьбы с фальсификатом и защиты потребителей требуется создать систему регулирования отрасли, разработать нормативную документацию с требованиями к качеству и безопасности органической продукции, а также внедрить систему прослеживаемости продукта на всех этапах производства. Главным принципом должно стать соблюдение баланса между обеспечением рынка органической продукцией, благополучием окружающей среды и защитой животных.

Библиографический список

1. ГОСТ 33980-2016 Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации. – М.: Стандартин-форм, 2020 – 59 с.
2. Единый государственный реестр производителей органической продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://soz.bio/edinyy-gosudarstvennyy-reestr-proiz-3/>
3. Олесюк, А.П. Особенности и перспективы развития органического сельского хозяйства в Российской Федерации / А.П. Олесюк, Н.А. Сергеевкова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 1. – С. 216-228.
4. Перспективы развития органического птицеводства в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://agro-inform.ru/files/broshury/2022-organik_ch.pdf
5. Федеральный закон от 03.08.2018 N 280-ФЗ (ред. от 29.12.2022) "Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.zakonrf.info/doc-35382364/>.

УДК 638.145

ИНТЕГРАЦИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ОЧИСТКИ ВОСКА И АТТРАКТАНТОВ: БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЛЯ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ

Степанов Глеб Германович, аспирант кафедры аквакультуры и пчеловодства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, wingman98@yandex.ru

Маннапов Урал Альфирович, аспирант кафедры аквакультуры и пчеловодства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Храпов Павел Михайлович, аспирант кафедры аквакультуры и пчеловодства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Аннотация: представлена технология многоступенчатой очистки пчелиного воска с последующим обогащением аттрактантами. Эксперимент показал, что такие меры повышают строительную активность пчёл и развитие расплода, особенно при применении феромона «Апирой».

Ключевые слова: пчелиный воск, очистка, аттрактанты, расплод

Удаление из пчелиного воска загрязнений - антибиотиков, пестицидов, тяжёлых металлов - представляет собой критически важный этап в производстве вошины. Загрязнённый воск опасен как для пчёл, так и для конечного качества продукции. Токсины, проникающие в улей вместе с нектаром и пыльцой, накапливаются в воске, нарушают микрофлору, снижают иммунитет насекомых и могут приводить к гибели семей [1,2]. Загрязнения также мигрируют в продукты пчеловодства - мёд, прополис - снижая их ценность и безопасность. Особую угрозу представляют тяжёлые металлы (свинец, кадмий), способные вызывать хронические отравления у человека. Наличие токсинов противоречит санитарным нормативам, ограничивает экспорт и вредит репутации производителя [1-4]. Кроме того, загрязнённый воск, попадая в окружающую среду, становится источником вторичного загрязнения, что усиливает экологическую значимость его очистки. Стоит также учитывать и экологические аспекты. Загрязнённый воск, попадая в окружающую среду при утилизации или переработке, может стать источником вторичного загрязнения почв и водных систем токсичными веществами [1-7]. Поэтому соблюдение экологических стандартов требует устранения загрязняющих веществ ещё на стадии переработки воска.

Одним из эффективных методов очистки пчелиного воска является применение винной кислоты, обладающей способностью к комплексообразованию с ионами металлов. В процессе взаимодействия винная кислота связывает ионы, формируя растворимые соединения, которые легко удаляются. Оптимально соотношение винной кислоты к воску 1:100, позволяющее обеспечить достаточную степень очистки при сохранении пластичности и других характеристик воска, что особенно важно при последующем производстве вошины.

Процедура осветления воска, проводимая в ходе стерилизации, включает использование перекиси водорода в соотношении 1:5, что способствует эффективному разрушению окрашенных соединений и органических включений, поступающих в воск из коконных остатков. Перекись водорода, выступающая в роли мощного окислителя, разрушает пигментированные фракции, обеспечивая осветление материала. Введение гидрокарбоната натрия (в соотношении 1:100) позволяет создать слабощелочную среду, усиливающую окислительные процессы и предотвращающую нежелательное разрушение восковой структуры, что обеспечивает сохранность материала.

Современные исследования демонстрируют высокую эффективность синтетических цеолитов, в частности марки NaX, при очистке воска от антибиотиков и пестицидов. Цеолиты характеризуются развитой пористой структурой и значительной удельной поверхностью, что делает их эффективными сорбентами. Используемое соотношение цеолита к воску 10:1 обеспечивает достаточную сорбционную емкость и интенсивный контакт компонентов, позволяя удалять загрязнения без негативного влияния на свойства воска.

Интеграция этих методов в рамках специализированных производственных линий, таких как "Маргарита-1", даёт возможность многоступенчатой очистки воска. На первой стадии винная кислота связывает тяжёлые металлы, образуя легкоудаляемые комплексы. Далее, при стерилизации с перекисью водорода в присутствии гидрокарбоната натрия происходит эффективное разрушение органических примесей и нейтрализация кислотных

побочных продуктов. На завершающем этапе введение цеолита обеспечивает сорбцию остатков антибиотиков и пестицидов, завершая процесс очистки без нарушения структуры воска.

Однако, несмотря на высокую эффективность, использование химических реагентов может приводить к появлению несвойственного натуральному воску запаха. Для его нейтрализации возможно применение деценовых кислот, в том числе 9-кетодеценовой кислоты - феромона матки. Это соединение помогает устранить посторонние запахи и положительно влияет на поведение пчёл: способствует объединению семьи, повышает активность рабочих особей, стимулирует летную деятельность и сбор пыльцы в отсутствии матки [4,6].

В ходе эксперимента, направленного на изучение влияния различных добавок на привлекательность и качество вошины, а также на поведение пчёл, была проведена очистка воска и дальнейшее обогащение его составными компонентами — янтарной кислотой, экстрактом Melissa и синтетическим феромоном "Апирой". Исследование проводилось на четырёх экспериментальных группах пчелиных семей карпатской породы. Использовались два типа вошины, различающиеся по углу основания дна ячеек: 130° и 110° [6,7].

Для участия в опыте отбирались семьи, каждая из которых имела силу 10,0 улочек, содержала по три рамки с печатным расплодом (240 см²), матку возрастом 18 месяцев, а также запас кормового мёда - по 10,0 кг. В условиях отсутствия поддерживающего медосбора и при наступлении возвратных похолоданий пчёлам дополнительно вводили подкормку в виде 50%-ного сахарного сиропа.

Очистка воска производилась на линии "Маргарита-1". На первом этапе осуществлялось удаление тяжёлых металлов с использованием винной кислоты в соотношении 1:100, затем проводилось осветление воска с применением перекиси водорода (1:5) в присутствии гидрокарбоната натрия (1:100), обеспечивающего слабощелочную среду. На завершающей стадии воск обрабатывался синтетическим цеолитом NaX (10:1), благодаря чему происходило эффективное удаление остатков антибиотиков и пестицидов. Полученный очищенный воск использовался для изготовления экспериментальной вошины.

Через 8 часов после завершения очистки в жидкий воск с температурой каплепадения (67 °C) вводили ароматизирующие и биологически активные добавки, нивелирующие остаточные запахи химических реагентов. 1-й группе пчелиных семей, выбранной в качестве контрольной, предлагалась неочищенная вошина с углами основания ячеек 130° и 110°. В опытных группах вошина из очищенного воска обогащалась следующими веществами: во 2-й группе — янтарной кислотой (1 таблетка на 10 литров воска); в 3-й группе — экстрактом Melissa (50 мл на 100 литров воска); в 4-й группе — феромоном "Апирой" (25 г на 100 литров воска).

Отстройка сотов проводилась по стандартной методике: рамки с вошиной размещали в ульях на место рамок с расплодом в фазе "побелки" сотов, с соблюдением цикла продолжительностью 36 дней.

В таблице 1 представлены результаты, отражающие количество отстроенных сотов из 20 рамок в зависимости от угла наклона основания ячейки и используемой добавки в разных экспериментальных группах.

Таблица 1

Отстройка сотов пчелиными семьями контрольной и опытных групп

Группы	Из 20 рамок с вошиной с α углом (°) отстроено сотов, шт.	
	130°	110°
1-я, контрольная	7,0	12,5
2-я, ВК+ПВ+СЦ+янтарная кислота	8,6	14,4
3-я, ВК+ПВ+СЦ+экстракт Melissa	10,8	16,3
4-я, ВК+ПВ+СЦ +феромон	13,5	20,0

Результаты эксперимента показали различия в активности строительного поведения пчёл. В контрольной группе было отстроено в среднем 7 сотов при угле основания ячейки 130° и 12,5 сота при угле 110°. Во 2-й группе (янтарная кислота), наблюдалось умеренное увеличение строительной активности пчёл. Количество отстроенных сотов составило 8,6 и 14,4 при углах 130° и 110° соответственно, что демонстрирует тенденцию к улучшению по сравнению с контрольной группой. Наиболее выраженный эффект отмечен в 3-й группе (экстракт Melissa). Здесь рабочие пчёлы отстроили в среднем на 3,8 сота больше при угле 130° и на 9,3 сота больше при угле 110°, чем в контрольной группе. Таким образом, при угле 110° разница между 3-й и 1-й группой составила 4,8 сота, что указывает на повышенную привлекательность вошины с добавлением экстракта Melissa.

Максимальные значения параметра строительной активности были зафиксированы в 4-й группе (феромон «Апирой»). Количество отстроенных сотов было увеличено существенно: до 13,5 при угле 130° (67,5% от всех установленных рамок) и до 20,0 при угле 110°, что соответствует 100% освоению рамок.

В таблице 2 представлены данные по количеству печатного расплода (в см²) на отстроенных сотах в разные сроки активного выращивания потомства. Для оценки эффективности различных аттрактантов и степени очистки воска анализировались показатели расплода в сравнении с контрольной группой.

Таблица 2

Динамика выращивания расплода пчелиными семьями

Группы и использованные соты, отстроенные с очисткой воска и добавлением аттрактанта	Количество печатного расплода (квадратов) на отстроенных сотах с α углом (°)									
	130°					110°				
	14.05	26.05	8.06	20.06	2.07	14.05	26.05	8.06	20.06	2.07
1-я, контрольная	165	180	211	224	220	166	201	226	241	233
2-я, ВК+ПВ+СЦ+янтарная кислота	189	204	230	239	237	191	217	243	249	248
3-я, ВК+ПВ+СЦ+экстракт Melissa	197	210	252	256	254	200	221	265	269	267
4-я, ВК+ПВ+СЦ+феромон	212	220	261	270	267	214	239	278	291	271

Выявлено, что в 1-й группе, не подвергавшейся очистке и обработке, отмечается постепенное нарастание площади печатного расплода, достигающее максимальных значений 20 июня: 224 см² при угле 130° и 241 см² при угле 110°.

Во 2-й опытной группе (янтарная кислота) количество печатного расплода в сотах с углом дна ячеек 130° на 14 мая было выше, чем в контрольной группе, в 1,15 раза. К 20 июня данное преимущество сохранялось и составляло 1,07 раза. В 3-й группе (экстракт Melissa) показатель площади печатного расплода на тот же срок превышал контрольный уровень в 1,14 раза. Максимальные значения отмечались в 4-й группе (феромон «Апирой») на первом контрольном сроке (14 мая) количество печатного расплода превышало контрольный показатель в 1,28 раза, а к 20 июня – в 1,21 раза.

При анализе угла основания ячейки на выращивание расплода установлено, что использование угла 110° способствовало более интенсивному развитию расплода в сотах. Так, к 20 июня в 2-й группе при угле 110° количество расплода было на 10 см² больше, чем при угле 130°, в 3-й группе — на 13 см² больше, в 4-й группе — на 14 см² больше. При этом динамика роста количества печатного расплода с момента начала наблюдений до 20 июня показала увеличение: в 2-й группе — в 1,3 раза, в 3-й — в 1,4 раза, в 4-й — в 1,35 раза.

Таким образом, введение в состав очищенного воска различных аттрактантов положительно влияет на этологическую активность рабочих пчёл, активизируя строительство и использование сотов, особенно при уменьшенном угле основания ячеек (110°). Наибольший эффект зарегистрирован при использовании феромона «Апирой», что указывает на его высокую привлекательность и биологическую значимость для ускорения обновления гнездовых структур и повышения продуктивности пчелиных семей.

Библиографический список

1. Антимиров С. Современные проблемы пчеловодства и пути их решения/ Антимиров С., Верещака О., Маннапов А., Антимирова О. // Пчеловодство. 2016. № 4. - С. 9-11.
2. Маннапов А.Г. Концепция системного развития пчеловодства Российской Федерации // Пчеловодство. 2015. №9. - С. 6-8.
3. Маннапов А.Г. Оценка качества меда при различных режимах товарной переработки/ Криволицкий В.А., Антимирова О.А. // Пчеловодство. 2016. №7. - С. 46-48.
4. Маннапов А.Г. Технология производства сотового меда и его качество. / Маннапов А.Г., Михалев А.В. // Пчеловодство. 2018. №5. - С. 48-49.
5. Маннапов, А.Г. Отстройка пчелами секционных рамок с вощиной нового поколения / А.Г. Маннапов, Р.М. Халитов // Пчеловодство. 2016. № 9. С.18-19.
6. Маннапов, А.Г. Технология производства продукции пчеловодства по законам природного стандарта. / Маннапов А.Г., Хоружий Л.И., Симоганов Н.А., Редькова Л.А. – Москва: Проспект, 2016. -184 с
7. Маннапов, А.Г. Влияние геометрии вошины на биологические показатели пчел/ А.Г. Маннапов, Л.А. Редькова, Н.А. Симоганов // Пчеловодство. 2015. -№10. С. 20-22.

УДК 636.5.033

НАПОЛЬНАЯ ЯЙЦЕКЛАДКА В РОДИТЕЛЬСКОМ СТАДЕ БРОЙЛЕРОВ: ПРИЧИНЫ, ПОСЛЕДСТВИЯ И МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ

Чекмарев Всеволод Викторович, магистрант 1 курса обучения по специальности 36.04.02 Зоотехния, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, vchekmarev2003@xmail.ru

Аннотация: В данной статье рассматривается проблема напольной яйцекладки у кур-несушек, её основные причины, последствия и эффективные методы снижения. Раскрываются ключевые факторы, влияющие на нежелательную кладку яиц вне гнёзд, такие как неудобство гнездовых мест, неподходящие условия содержания, конкуренция среди птиц и стрессовые факторы. Описаны методы решения проблемы, включая оптимизацию конструкции гнёзд, приучение молодняка к правильной яйцекладке, контроль условий содержания и поведенческие стратегии управления стадом.

Ключевые слова: птицеводство, бройлеры, автоматизация, напольная яйцекладка, инкубация

Напольная яйцекладка – распространённая проблема в промышленном птицеводстве, связанная с тем, что куры-несушки откладывают яйца вне специально оборудованных гнёзд, на полу птичника. Такое поведение несёт значительные экономические потери: напольные яйца сильнее загрязняются, чаще повреждаются, сложнее поддаются сбору и имеют повышенный риск бактериального заражения. Чтобы избежать этих негативных последствий, необходимо понимать основные причины напольной яйцекладки и применять эффективные методы её снижения.

Напольная яйцекладка может возникать по ряду причин, связанных с поведением птицы, условиями содержания и особенностями оборудования. Если количество гнёзд недостаточно или они неудобны для кур, птицы вынуждены искать альтернативные места

для откладывания яиц. Оптимальное соотношение – одно гнездо на 4-5 несушек, однако в промышленных системах могут использоваться коллективные гнёзда, обеспечивающие комфортную кладку. Гнёзда должны находиться в затемнённых, тихих местах. Если они слишком освещены, расположены на сквозняке или в местах с высокой проходимостью, куры будут избегать их. Физиология несушки устроена так, что, если она увидит на полу кладку, она снесёт своё яйцо рядом. Таким образом, напольная яйцекладка одной несушки стимулирует других птиц откладывать яйца на пол.

Куры чувствительны к температуре и воздухообмену. Если в гнёздах слишком жарко или душно, птицы начнут искать более комфортные места для яйцекладки, включая пол птичника. Важную роль играет материал подстилки для гнёзд, он должен быть мягким, чистым и сухим, при несоответствии требованиям, несушки могут предпочесть пол с более комфортной подстилкой для откладывания яиц. Молодые куры, не привыкшие к гнёздам, часто начинают яйцекладку на полу. Необходимо раннее приучение птиц к правильному месту кладки. При неправильной кладке яиц на полу эта привычка может сохраниться в течение жизни несушки. При накоплении на полу птичника толстого слоя подстилки, наличия мягкого грунта или затемнённых углов, куры могут воспринимать его как более комфортное место для яйцекладки.



Рис. Затемненный участок, возникающий из-за неправильного размещения оборудования

Доминирующие особи могут занимать лучшие гнёзда и не пускать к ним более слабых птиц, заставляя их искать альтернативные места для кладки. Резкие изменения освещения, температурного режима, громкие звуки, перемещение птиц, атаки грызунов приводят к стрессу у несушек, который провоцирует нарушения нормального поведения яйцекладки.

Таким образом, снижение напольной яйцекладки требует комплексного подхода, включающего корректировку условий содержания птицы, улучшение конструкции гнёзд и управление поведением несушек.

Главным последствием напольной яйцекладки является контаминация (заражение) яйца. Она происходит при размещении в инкубаторе напольного яйца вместе с чистыми, так как микрофлора наиболее активно затягивается в поры яичной скорлупы в первые 1-2 ч после снесения яиц – вместе со слизью, покрывающей скорлупу. В яйца могут проникать как сапрофитные, так и патогенные микроорганизмы. До 37,5% отрицательных результатов инкубации приходится на бактериальную загрязненность яиц. Загрязненные напольные яйца также могут служить источником распространения инфекций в стаде, что приводит к увеличению заболеваемости и снижению продуктивности птицы.

Для снижения напольной яйцекладки необходимо достаточное количество гнезд на всех несушек стада. Наивысшая нагрузка на гнёзда приходится на момент пика яйценоскости

стада, и при нехватке места птица пойдёт нестись на пол. Для системы с автоматическим сбором норма – 90-95 голов на гнездо. Правильная интенсивность и равномерное распределение света также играют важную роль в том, где курица хочет снести яйцо. Освещенность в помещении не менее 60 люкс, а разница в распределении света по всему птичнику — не более 20 процентов. Равномерное распределение света также помогает устранить тени и тёмные участки, которые побуждают птиц нестись вне гнезда.

Завышенная плотность посадки увеличит нагрузку на каждое гнездо, а также на кормушки, тем самым, формируя физический барьер из птиц на пути к гнезду. Необходимо обеспечить свободный доступ птицы к корму и воде, так как это поможет избежать снесения яйца несущей, стоящей в очереди к кормушке. Фронт кормления составляет 10-15 см на 1 голову, поения – 2-4 см. В гнездах должны быть обеспечены комфортные условия для яйцекладки. Птица предпочитает нестись в более уединенных и затемненных местах. Система вентиляции должна быть организована так, чтобы в гнездах не было сквозняка.

Таким образом, напольная яйцекладка – серьёзная проблема для птицеводов, но её можно эффективно контролировать при правильной организации условий содержания и управления поведением птиц. Обеспечение достаточного количества удобных гнёзд, приучение молодок, контроль стресса и оптимизация условий содержания – ключевые меры, позволяющие минимизировать количество напольных яиц и повысить качество продукции. Комплексный подход и постоянный мониторинг помогут снизить экономические потери и повысить эффективность производства яиц.

Библиографический список

1. Ветеринарно-санитарная обработка на птицеперерабатывающих предприятиях : Учебное пособие для самостоятельной работы студентов высших учебных заведений / С. С. Козак, Ю. А. Козак, И. Н. Сычева [и др.] ; «Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности» – филиал ФНЦ «ВНИТИП» РАН (ВНИИПП). – Москва : Издательский дом "Научная библиотека", 2023. – 160 с.
2. Van den Brand H, Sosef MP, Lourens A, van Harn J. Effects of floor eggs on hatchability and later life performance in broiler chickens. Poult Sci. 2016 May;95(5):1025-32.
3. Van den Oever ACM, Kemp B, Rodenburg TB, van de Ven LJF, Bolhuis JE. Gregarious nesting in relation to floor eggs in broiler breeders. Animal. 2021 Jan;15(1):100030.
4. Bécot L, Bédère N, Coton J, Burlot T, Le Roy P. Nest preference and laying duration traits to select against floor eggs in laying hens. Genet SelEvol. 2023 Jan 25;55(1):8.
5. Franco CMA, Araújo ICS, Lopes TSB, Gonçalves TF, Costa BTA, Sousa LS, Araújo IMS, Souza MR, Lara LJC. Sanitization at different times after floor egg collection for hatchability, microbiological quality, and performance of broilers. Poult Sci. 2023 Sep 29;102(12):103156.

СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗООЛОГИИ; МОРФОЛОГИИ И ФИЗИОЛОГИИ ЖИВОТНЫХ»

УДК 638.11

БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СИРИЙСКИХ И КАРПАТСКИХ ПЧЕЛ

Алзибо Озман, аспирант кафедры аквакультуры и пчеловодства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, Althebo2343@gmail.com

Научный руководитель: Альфир Габдуллович Маннапов, доктор биологических наук, профессор, кафедры аквакультуры и пчеловодства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mannapov@rgau-msha.ru

***Аннотация:** Сирийские пчёлы, также известные как горные кавказские пчёлы, обладают рядом характеристик, которые отличают их от других пород. Они имеют однородный серый окрас тела, слабо развитую способность к строительству сотов и*

склонны к воровству. Однако они хорошо переносят холодные зимы. Мёд, собираемый сирийскими пчелами, отличается тёмным «мокрым» цветом. Пчёлы этой породы менее активно реагируют на слабый нектаронос, а также на неблагоприятные погодные условия — дождь и похолодание. Карпатские пчёлы также имеют серое тело и внешне напоминают краинских пчёл. Они отличаются миролюбивым нравом, что делает их удобными в содержании и рекомендуемыми для начинающих пчеловодов. Кроме того, они обладают высокой зимостойкостью. У карпатских пчёл длина хоботка рабочей особи составляет 6,3–7,0 мм. Масса однодневной рабочей пчелы — около 110 мг, масса неплодной матки — 185 мг, а плодной — 205 мг.

Ключевые слова: Сирийские пчёлы, Карпатские пчёлы

Сирийские пчёлы, также называемые горными кавказскими пчелами, обладают рядом особенностей, которые выделяют их среди других пород. Они имеют однородный серый окрас тела, относительно слабо строят соты и склонны к воровству мёда у других пчелиных семей. Вместе с тем, они отличаются высокой зимостойкостью и хорошо переносят холодные зимы. Мёд, собираемый этими пчелами, имеет тёмный, так называемый «мокрый» оттенок. Сирийские пчёлы менее активно реагируют на слабое цветение, а также менее чувствительны к дождю и пониженной температуре.

Карпатские пчёлы внешне напоминают краинских пчёл — у них также серый окрас тела. Эта порода отличается миролюбивым характером, что делает её удобной в содержании и рекомендуемой для начинающих пчеловодов. Как и сирийские пчёлы, карпатские обладают высокой устойчивостью к холоду. У карпатских пчёл длина хоботка рабочей особи составляет 6,3–7,0 мм. Масса однодневной рабочей пчелы — 110 мг, масса неплодной матки — 185 мг, а плодной матки — 205 мг.

Цель работы: Сравнительные характеристики внешних признаков, поведенческих и продуктивных показателей сирийских и карпатских пчел.

1.Изучение внешних признаков.Сравнительные характеристики внешних признаков (таблица 1).

Таблица 1

Основные внешние признаки сирийских пчёл

Внешние признаки	Сирийские пчёлы	Карпатские пчёлы
Цвет тела	Серое	Серое
Длина хоботка	6,9-7,2 мм	6,3-7,0 мм
Масса однодневной рабочей пчелы	85-93 мг	110 мг
Масса неплодной матки	180 мг	185 мг
Масса плодной матки	212 мг	205 мг

2. Изучение поведенческих и продуктивных характеристик сирийских и карпатских пчел.

Этологические и продуктивные характеристики сирийских и карпатских пчел (таблица 2)

Таблица 2

Продуктивных характеристик сирийских и карпатских пчел

Характеристика	Сирийские пчёлы	Карпатские пчёлы
Агрессивность	Высокая	Низкая
Медопродуктивность	Средняя	Высокая
Зимовка	Хорошая	Отличная

Роение	Сильно	Слабое
Устойчивость к болезням	Средняя	Высокая

Заключение. Выбор между карпатской и сирийской пчелами зависит от индивидуальных потребностей и условий пчеловодства. Если у пчеловода приоритет - мирные и устойчивые к холоду пчёлы, карпатские пчёлы могут быть лучшим выбором. И наоборот, если у пчеловода приоритет - максимальное медоношение в теплых условиях, сирийские пчёлы могут быть предпочтительнее.

Библиографический список

1. Быкова, Т. О., Триселева, Т. А., Ивашов, А. В., & Сафонкин, А. Ф. (2016). К оценке морфогенетического разнообразия медоносной пчелы *Apis mellifera* L. из горно-лесной зоны Крыма. Известия Российской академии наук. Серия биологическая, (6), 625-630.
2. Зубайдов, К. Ш., & Шарипов, А. (2017). Экстерьерные показатели пчел карпатской породы в различных климатических зонах Таджикистана. Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук, (1-3), 277-280.
3. Маннапов, А. Г., Хоружий, Л. И., Симоганов, Н. А., & Редькова, Л. А. (2015). Технология производства продукции пчеловодства по законам природного стандарта. Монография. Издательство "Проспект".
4. Zakour, M. K., & Bienefeld, K. (2014). Basic considerations in the development of breeding plans for honey bees, illustrated by data on the native Syrian honey bee (*Apis mellifera syriaca*). Journal of Apicultural Research, 53(2), 314-326.

УДК 591.6

ВЫХОД СЪЕДОБНЫХ ЧАСТЕЙ У *PELOPHYLAX RIDIBUNDUS* ИЗ НАТИВНОЙ И ПРИОБРЕТЁННОЙ ЧАСТЕЙ АРЕАЛА

Блохин Иван Геннадьевич, аспирант кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, blokhin@rgau-msha.ru

Научный руководитель: **Кидов Артём Александрович**, д.б.н., доцент, заведующий кафедрой зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kidov@rgau-msha.ru

Аннотация: В работе приведены результаты изучения выхода съедобных частей у озёрной лягушки (*Pelophylax ridibundus*) из нативной (Волгоградская область) и приобретённой (Южный Урал, Алтайский край) частей ареала. Отлов животных производили в сентябре 2023 г. в рыбоводных прудах и водоемах общего пользования. Возраст определяли стандартным методом скелетохронологии. Оценивали выход следующих частей относительно общей массы тела: туловища без внутренних органов, головы и кожи (тушка); передних конечностей; задних конечностей; туловища без конечностей и головы (корпус). Было выявлено, что лягушки с территории Челябинской и Свердловской области, во всех возрастных группах уступают ровесникам из Волгоградской области и Алтайского края по живой массе, массе тушки, задних конечностей и корпуса. В относительном выражении различий между лягушками из разных локалитетов по анализируемым показателям не выявлено.

Ключевые слова: озерная лягушка, возраст, продуктивные качества, пищевое сырьё

Введение. Земноводные во многих странах мира (преимущественно в Азии, Африке, Северной Америке, в меньшей степени – на юге Европы) традиционно употребляются в пищу, являясь важным источником белка. Мясо съедобных амфибий характеризуются высоким содержанием некоторых незаменимых аминокислот, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, а также могут быть источником витамина B₁₂ [1–3].

Озерная лягушка (*Pelophylaxridibundus*(Pallas, 1771)) является самым крупным видом бесхвостых земноводных России (длина тела в природе до 170 мм). Ее ареал в нашей стране охватывает всю Европейскую часть, Кавказ и южную Сибирь. Интродуцированные популяции, расширяющие свои границы, образовались на Урале, Алтае и Камчатке. В целом по ареалу этот вид является самым многочисленным среди амфибий [4]. Несмотря на то, что именно озерная лягушка обычно рассматривается как наиболее вероятный промысловый вид для пищевых и кормовых целей [5–6], выход съедобных частей для этого вида на территории России не был изучен.

Материал и методы. Лягушек отлавливали в рыбоводных прудах и водоемах общего пользования в сентябре 2023 года в г. Нижний Тагил Свердловской области (57°55'17" с.ш., 59°58'53" в.д.), г. Челябинск Челябинской области (55°05'06" с.ш., 61°26'18" в.д.), в окрестностях хутора Невидимка Волгоградской области (48°36'11" с.ш., 44°48'11" в.д.) и села Лебяжье Солтонского района Алтайского края (52°34'42" с.ш., 86°08'42" в.д.) (рис.).

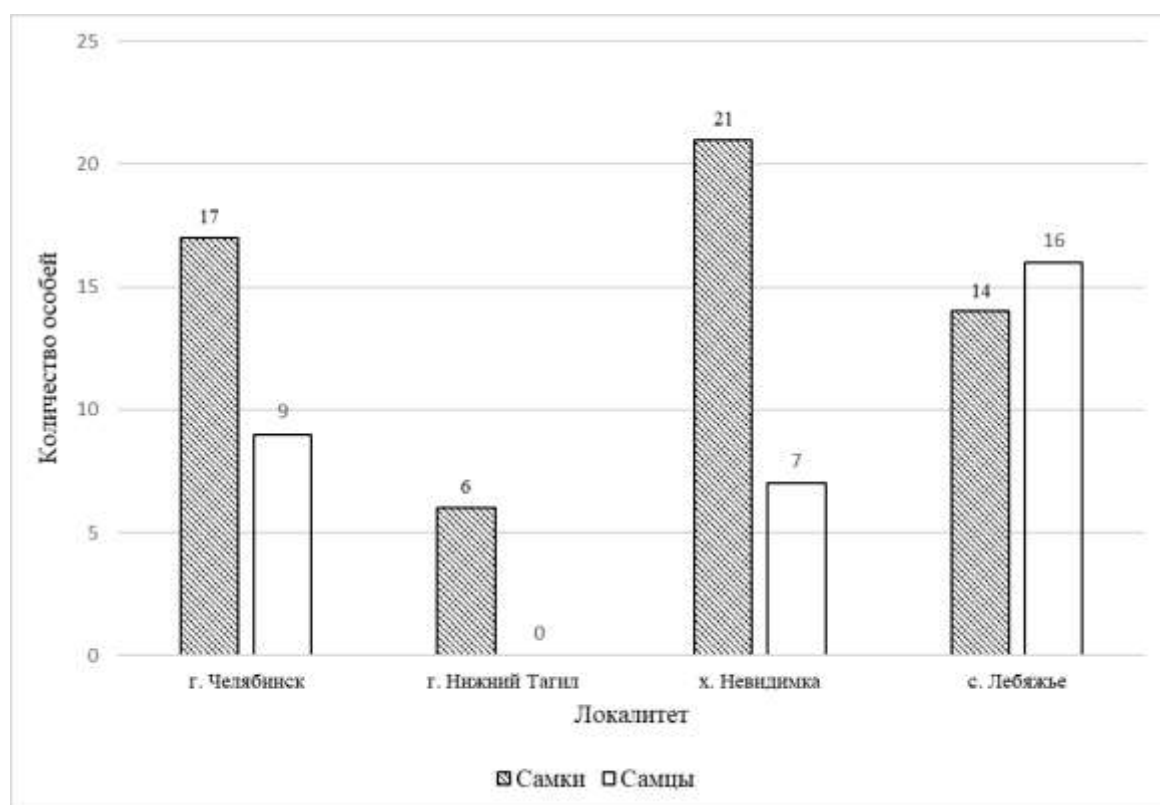


Рис. Количество исследованных самок и самцов *Pelophylaxridibundus* из каждого локалитета

После отлова лягушек охлаждали до температуры 4°C и умертвляли путем декапитации и разрушением спинного мозга. После забоя животных взвешивали, затем по стандартной методике [2] делили на части: туловище без внутренних органов, головы и кожи (тушка); передние конечности; задние конечности; туловище без конечностей и головы (корпус). Для определения возраста применяли метод скелетохронологии [7]. В качестве регистрирующей структуры использовали кость голени. Индивидуальный возраст определяли путем подсчета тонких темных линий остановки роста, которые образуются в надкостнице во время периода зимней спячки. Все процедуры одобрены комиссией по биоэтике ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева (протокол №15).

Результаты. Самой массивной частью у озерной лягушки являются задние конечности. При сравнении выхода съедобных частей у животных из трех локалитетов без учёта возраста и пола было выявлено, что масса корпуса у лягушек из Алтайского края больше, чем у лягушек других локалитетов ($p \leq 0,01$) (таблица 1).

Таблица 1

Масса съедобных частей *Pelophylaxridibundus* из разных локалитетов

Масса, г	$\overline{M} \pm SD$ min – max		
	Ниний Тагил и Челябинск (n=32)	Лебяжье (n=30)	Невидимка(n=30)
Тело	$\underline{50,14 \pm 36,16}$ 17,60-154,60	$\underline{55,40 \pm 12,74}$ 39,76-89,74	$\underline{42,36 \pm 14,68}$ 14,89-74,39
Туловище без внутренних органов, головы и кожи (тушка)	$\underline{21,88 \pm 15,60}$ 3,64-62,50	$\underline{26,39 \pm 5,71}$ 19,80-42,07	$\underline{21,30 \pm 7,79}$ 7,43-39,54
Передние конечности	$\underline{3,89 \pm 2,77}$ 0,45-10,57	$\underline{3,16 \pm 1,01}$ 1,48-5,56	$\underline{2,84 \pm 1,38}$ 0,42-6,54
Задние конечности	$\underline{14,37 \pm 10,28}$ 2,15-41,95	$\underline{16,63 \pm 3,44}$ 12,66-25,25	$\underline{14,34 \pm 6,12}$ 3,95-34,87
Туловище без конечностей и головы (корпус)	$\underline{3,75 \pm 2,58}$ 0,76-9,48	$\underline{5,11 \pm 1,35}$ 3,03-8,04	$\underline{4,14 \pm 1,98}$ 1,78-10,35

При этом почти во всех возрастных группах лягушки из Челябинской и Свердловской области отличились статистически меньшей массой съедобных частей ($p \leq 0,05$) (таблица 2).

Таблица 2

Масса съедобных частей у *Pelophylaxridibundus* в разных возрастных группах

Возраст (лет)	Локалитет	Масса, г $\overline{M} \pm SD$ min – max				
		общая	туловище без внутренних органов, головы и кожи (тушка)	передние конечности	задние конечности	туловище без конечностей и головы (корпус)
1	Невидимка (n=10)	$\underline{42,27 \pm 14,11}$ 19,74-70,66	$\underline{23,41 \pm 6,83}$ 8,89-35,64	$\underline{3,35 \pm 1,19}$ 0,86-5,08	$\underline{15,60 \pm 4,49}$ 5,44-22,06	$\underline{4,35 \pm 2,21}$ 2,47-10,35
	Лебяжье (n=12)	$\underline{52,50 \pm 12,11}$ 42,15-75,00	$\underline{24,35 \pm 4,74}$ 19,80-32,65	$\underline{2,87 \pm 0,73}$ 2,13-4,33	$\underline{15,51 \pm 3,12}$ 13,07-21,90	$\underline{4,84 \pm 1,16}$ 3,72-6,90
	Нижний Тагил и Челябинск (n=4)	$\underline{24,49 \pm 12,28}$ 7,08-55,50	$\underline{10,61 \pm 5,58}$ 3,64-24,77	$\underline{1,71 \pm 0,97}$ 0,45-4,10	$\underline{6,99 \pm 3,77}$ 2,15-16,58	$\underline{1,79 \pm 0,86}$ 0,76-3,98
2	Невидимка (n=8)	$\underline{53,95 \pm 14,79}$ 40,00-74,39	$\underline{24,62 \pm 10,57}$ 16,13-39,84	$\underline{3,59 \pm 2,04}$ 1,82-6,54	$\underline{18,51 \pm 11,03}$ 11,37-34,87	$\underline{4,44 \pm 1,63}$ 0,92-3,19
	Лебяжье (n=7)	$\underline{52,02 \pm 9,69}$ 39,76-74,68	$\underline{25,02 \pm 4,08}$ 20,35-33,62	$\underline{2,76 \pm 0,80}$ 1,48-4,01	$\underline{15,67 \pm 2,89}$ 12,66-22,71	$\underline{4,89 \pm 1,12}$ 3,03-6,80

	Нижний Тагил и Челябинск (n=8)	$\frac{22,41 \pm 11,77}{9,98-47,60}$	$\frac{11,02 \pm 8,42}{4,85-31,36}$	$\frac{1,89 \pm 1,63}{0,61-5,79}$	$\frac{7,25 \pm 5,28}{3,07-20,00}$	$\frac{6,65 \pm 1,24}{5,77-7,53}$
3	Невидимка (n=4)	$\frac{37,97 \pm 8,95}{26,49-46,86}$	$\frac{18,26 \pm 4,27}{23,80-62,50}$	$\frac{2,03 \pm 1,14}{2,14-4,81}$	$\frac{11,72 \pm 2,78}{7,77-14,33}$	$\frac{3,61 \pm 1,14}{2,14-4,81}$
	Лебяжье (n=7)	$\frac{58,11 \pm 11,83}{44,34-82,40}$	$\frac{28,45 \pm 5,57}{22,25-38,57}$	$\frac{3,65 \pm 1,04}{2,39-5,45}$	$\frac{18,00 \pm 2,89}{14,67-22,64}$	$\frac{5,33 \pm 1,56}{3,70-7,07}$
	Нижний Тагил и Челябинск (n=6)	$\frac{43,37 \pm 25,88}{12,90-78,60}$	$\frac{16,49 \pm 8,89}{6,08-27,94}$	$\frac{2,88 \pm 1,47}{1,14-4,84}$	$\frac{10,96 \pm 5,83}{4,05-18,17}$	$\frac{2,86 \pm 1,52}{0,92-4,66}$

У всех озёрных лягушек масса тушки составила 47,4% от массы тела, доля передних конечностей – 6,7%, задних конечностей – 30,9%, корпуса – 8,9% (таблица 3). Таким образом, наибольшей относительной массой характеризовались задние конечности, а затем – корпус и передние конечности. Следует отметить, что процентное соотношение съедобных частей лягушек трех локалитетов статистически значимо не отличалось.

Таблица 3

Выход съедобных частей у *Pelophylax ridibundus* из разных локалитетов

Доля от общей массы тела, %	Локалитет			
	Невидимка (n=30)	Лебяжье (n=30)	Нижний Тагил и Челябинск (n=32)	Всего (n=92)
Туловище без внутренних органов, головы и кожи (тушка)	$\frac{50,4 \pm 11,40}{40,3-87,8}$	$\frac{47,9 \pm 3,11}{42,9-53,5}$	$\frac{42,7 \pm 11,31}{26,9-65,9}$	$\frac{47,4 \pm 7,5}{26,9-87,8}$
Передние конечности	$\frac{6,7 \pm 2,33}{2,8-12,7}$	$\frac{5,6 \pm 0,99}{3,3-7,7}$	$\frac{7,4 \pm 2,33}{3,4-12,2}$	$\frac{6,7 \pm 2,0}{2,8-12,2}$
Задние конечности	$\frac{33,4 \pm 6,90}{26,7-59,9}$	$\frac{30,3 \pm 2,71}{14,4-36,2}$	$\frac{28,1 \pm 7,42}{19,7-42,0}$	$\frac{30,9 \pm 5,53}{14,4-59,9}$
Туловище без конечностей и головы (корпус)	$\frac{9,9 \pm 3,03}{6,0-16,8}$	$\frac{9,2 \pm 1,42}{6,7-12,5}$	$\frac{7,39 \pm 2,20}{4,6-11,4}$	$\frac{8,9 \pm 2,36}{4,6-16,8}$

Библиографический список

1. Wang, T. A review on nutritional composition, medicinal value, and food applications of Chinese bullfrog: An emerging aquaculture species in China / T. Wang, H. Li, H. Y. Wei, Y. X. Li, Y. H. Ma // Journal of Aquatic Food Product Technology. – 2016. – V. 17. – Is. 3. – P. 79-94.
2. Zhu, Y. Nutritional composition of frog meat from different species and sources / Y. Zhu, B. Min, C. Chen, X. Yang, W. Yan, F. Ren, P. Wang, P. Wen // Food Sci Anim Resour. – 2021. – P. 1049-1059.
3. de Oliveira, L. Frog meat in special diets: Potential for use as a functional food / L. de Oliveira, de Seixas Filho J., Pereira M., Mello S. // Boletim do instituto de Pesca. – 2017. – V. 43. – P. 99-106.
4. Dufresnes, C. Piecing the barcoding puzzle of Palearctic water frogs (*Pelophylax*) sheds light on amphibian biogeography and global invasions / B. Monod-Broca, A. Bellati, D. Canestrelli, J. Ambu, B. Wielstra, S. Dubey, P.-A. Crochet, M. Denoël, D. Jablonski // Global Change Biology. – 2024. – V 30. – №3. – P. 1-30.

5. Иванова, Н.Л. О возможности промышленного разведения озерных лягушек в водоемах среднего Урала / Н.Л. Иванова // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 1 (143). – С. 19-24.

6. Bazarbayeva, Z. *Pelophylax ridibundus* complex as bioindicator of the level of anthropogenic pollution of the environment / Z. Bazarbayeva, O. Ilderbayev, A. Suleimenova, G. Nurmukhambetova, R. Olzhayeva, A. Dukenbayeva, A. Issina // Ecological Questions. – 2025. – V. 36. – № 1. – P. 1-16.

7. Смирин, Э.М. Об установлении соответствия числа слоев в трубчатых костях у амфибий возрасту особей / Э.М. Смирин, А.Н. Макаров // Зоологический журнал. – 1987. – Т. 66. – № 4. – С. 599–604.

УДК 59.006: 599.742.41

АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ РОСОМАХ, *GULO GULO* LINNAEUS, 1758 ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВЕТЕРИНАРНЫХ ТРЕНИНГОВ

Лужных Лика Вячеславовна, обучающаяся Института зоотехнии и биологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, lika.v.lu@gmail.com

Дёмина Татьяна Степановна, заведующая отделом «Хищные млекопитающие» Центра воспроизводства редких видов животных ГАУ «Московский зоологический парк», shishkinat70@mail.ru

Веселова Наталья Александровна, старший научный сотрудник научно-экспозиционного отдела ГБУК г. Москвы ГБМТ, veselova_n.a@mail.ru

Аннотация: В настоящей работе представлены данные о динамике активности росомах, *GuloguloLinnaeus*, 1758 под влиянием проведения ветеринарных тренингов в искусственных условиях. Было показано, что проведение тренингов способствует росту естественной активности животных и снижению уровня стереотипного поведения, а также времени нахождения в укрывании.

Ключевые слова: росомаха, *Gulogulo*, поведение, ветеринарный тренинг, благополучие животных, зоопарк.

Ветеринарное обслуживание является важным компонентом заботы о здоровье животных и поддержания их благополучия при содержании в искусственных условиях, поэтому исключить регулярные осмотры и ветеринарные процедуры нельзя. Однако в течение долгого времени проведение ветеринарных мероприятий было невозможно представить без причинения беспокойства животным. Большинство процедур требовало иммобилизации или механической фиксации животных, что являлось сильным стресс-фактором и оказывало негативное влияние на состояние животных, тем самым снижая уровень их благополучия.

Все изменилось с введением в ежедневную практику зоопарков ветеринарных тренингов. Ветеринарный тренинг – это ряд взаимодействий с животными, позволяющих приучить их спокойно переносить различные действия сотрудников, например, ветеринарные процедуры: взвешивание, вакцинацию или стрижку когтей. Ветеринарный тренинг также может рассматриваться как способ обогащения среды животных, поскольку в процессе тренинга животное решает новые задачи, запоминает новую информацию и обучается новым формам поведения, что положительно сказывается на его психическом состоянии [1, 2].

Исходя из вышесказанного, целью настоящего исследования стал анализ активности росомах, *GuloguloLinnaeus*, 1758 под влиянием проведения ветеринарных тренингов в условиях Центра воспроизводства редких видов животных Московского зоопарка.

Исследование проводили на территории Центра воспроизводства редких видов животных Московского зоопарка, находящегося в Московской области, Волоколамском

районе, посёлке Сычёво, в период с июня по июль 2024 г. и в сентябре 2024 г. Исследование проводили на 9 взрослых особях росوماхи (4 самца и 5 самок), которых содержали в одном вольерном комплексе, что позволяло одновременно наблюдать за всеми животными.

Тренинги проводили ежедневно в соответствующие периоды исследования. Наблюдения проводили до тренингов, между ними и после их окончания (этапы 1–3) (рис. 1).

Для проведения тренингов был использован метод положительного подкрепления. Животное подходило к сетке и по команде касалось указки носом или лапой. На освоение этих элементов уходило от 1 до 4 минут. Позднее элементы усложнялись, выполнялись в вертикальном положении животного, на большом расстоянии от дрессировщика, с использованием посторонних предметов и в присутствии большого количества посторонних людей.

Во время 1–3 этапов эксперимента в течение дня (с 9:00 до 14:00 и с 15:00 до 20:00) вели наблюдения за животными методом временных срезов [3]. Продолжительность временного среза составила 3 минуты. Этограмма включала основные формы поведения животных, которые делили на активные и неактивные. Также отдельно отмечали время, когда животные отсутствовали в поле зрения наблюдателя. Количество временных срезов за каждый этап было принято за 100%, от которых рассчитывали соотношение различных форм поведения животных (бюджет времени). Для сравнения бюджетов времени животных в разные этапы исследования применяли критерий Фридмана. Статистическую обработку данных проводили с помощью пакетов программ MS Excel и Statistica.



Рис. 1. Схема эксперимента

Мы проанализировали распределение форм поведения в бюджете времени самок и самцов росوماх на разных этапах исследования.

На рисунке 2 показано распределение бюджета времени самок во время исследования ($\text{ANOVA}\chi^2 = 34,08440$; $N = 3$, $df = 12$, $p = 0,00065$).



Рис. 2. Распределение бюджета времени самок на 1, 2 и 3 этапах исследования, %

Ни у одной из исследуемых самок такая форма поведения как сон на открытом пространстве не наблюдалась, игровое поведение также полностью отсутствовало.

Данные по нахождению внутри укрытия на втором этапе уменьшились на 14,64% по сравнению с первым, на третьем – на 6,18%. Самки стали значительно меньше времени проводить в укрытиях, находясь в основном на открытом пространстве. Уровень исследовательского поведения увеличился на втором этапе по сравнению с первым на 9,88%, на третьем этапе – на 2,78%. Показатели формы поведения «прием пищи» после тренировок на втором этапе уменьшились на 0,76% по сравнению с первым, на третьем этапе произошло небольшое увеличение на 0,34%. В данном случае изменения были незначительны. Такая форма поведения, как «копание» не имела значимой динамики. Наблюдалась тенденция к увеличению (на 1,24%) уровня данной формы поведения. В этом случае, тренировки также не имели сильного влияния на животных. Доля купания между первым и третьим этапом возросла и составила 2,16%. Такая форма поведения как «груминг» не имела значительного увеличения. Разница между первым и вторым этапом составила 0,54%, между вторым и третьим – 1,20%.

Стереотипные формы поведения имели небольшие изменения. Разница данного показателя между первым и вторым этапом наблюдений составила 2,72%, а между вторым и третьим – 1,80%. Можно предположить, что такие изменения произошли за счёт положительного влияния тренировок. Разница между первым и вторым этапом по форме поведения «отдых» имеет значение 3,06%, тогда как между вторым и третьим – 1,20%. В данном случае самки на 4,26% больше проводили времени в спокойном состоянии. Это может быть связано с наличием эмоциональной и физической разгрузки животных во время тренировки. Такая форма поведения как «охота» присутствовала только на первом этапе исследования в незначительном количестве (2,60%). Агрессивные формы поведения присутствовали только у одной самки из группы. Данные значения увеличились на 0,98% за три этапа наблюдения. Форма поведения, отражающая частоту переноса и перепрыгивания пищи («перенос»), увеличилась суммарно на 0,16%.

На рисунке 3 показано распределение бюджетов времени самцов росомах во время исследования ($\text{ANOVA } \chi^2 = 34,59354; N = 3, df = 13, p = 0,00098$).



Рис. 3. Распределение бюджета времени самцов на 1, 2 и 3 этапах исследования, %

У всех самцов из группы отсутствовали агрессивные формы поведения. У одного из самцов присутствовала такая форма поведения как сон на открытом пространстве, за наблюдаемое время произошло сокращение уровня такого поведения на 2,88%. Время нахождения животных внутри укрытия на втором этапе увеличилось на 1,0% по сравнению с первым, на третьем – уменьшилось на 4,17%. Можно предположить, что увеличение активности связано с повышением чувства безопасности и улучшением эмоционального состояния животных. Доля исследовательского поведения увеличилась на втором этапе по сравнению с первым на 3,50%, на третьем этапе – на 3,57%. Доля формы поведения «копание» на втором этапе увеличилась на 0,65% по сравнению с первым, на третьем этапе произошло незначительное ее уменьшение (на 0,75%). Уровень такой формы поведения, как «приём пищи» не имел выраженной динамики. После первого этапа он уменьшился на 0,90%, после второго – возрос на 0,75%. В этом случае, тренировки также не имели сильного влияния на животных. Доля такой формы поведения как «купание» в бюджете времени животных возросла на 2,03% суммарно за все время наблюдения. Доля груминга не имела значительного роста, и составила 2,38% разницы между первым и третьим этапами.

Стереотипные формы поведения имели положительную динамику. Произошло значительное уменьшение показателей такого поведения: разница между результатами первого и второго этапов наблюдений составила 7,17% и между вторым и третьим – 7,51%. Можно предположить, что такие изменения произошли за счёт влияния тренировок. Разница между показателями уровня формы поведения «отдых» за первый и третий этапы составила 2,52%. В данном случае самцы незначительное количество времени проводили в спокойном состоянии. Это может быть связано с наличием эмоциональной и физической разгрузки животных во время тренировки. Охотничье поведение проявлялось только на первом этапе у всех самцов и составило 1,05% из общего бюджета времени. Далее оно полностью отсутствовало. Доля перемещений увеличилась суммарно за три этапа на 0,87%. Доля формы поведения, отражающая частоту переноса и перепрыгивания пищи («перенос»), в среднем увеличилась на 0,85%.

Таким образом, можно заключить, что проведение тренировок способствовало сокращению времени нахождения самок росомах в укрытиях и росту доли исследовательского поведения в их бюджете времени. Также постепенно произошло умеренное снижение стереотипных форм поведения животных. У самцов под влиянием тренировок наблюдалось значительное снижение уровня стереотипных форм поведения и увеличение доли активных форм поведения. Как и самки, самцы стали меньше времени проводить в укрытии, что можно связать с повышением чувства безопасности у животных.

Вместе с тем, в целом существенной разницы в поведении самцов и самок не отмечалось. Самцы демонстрировали более выраженное снижение стереотипии, тогда как самки предпочитали есть пищу в укрытиях и в меньшей степени демонстрировали изменения в поведении.

Библиографический список

1. Григорьева, С. В. Опыт проведения тренингов камышового кота (*Felis chaus*) в Московском зоопарке / С. В. Григорьева, А. С. Зайцева, О. Г. Ильченко // Научные исследования в зоологических парках. – 2022. – Т. 37. – С. 98–104.
2. Демид, А. Тренинг животных в зоопарке. Опыт Калининградского зоопарка / А. Демид. – Калининград: «Живём», 2024. – 64 с.
3. Попов, С. В. Руководство по исследованиям в зоопарках: методические рекомендации по этологическим наблюдениям за млекопитающими / С. В. Попов, О. Г. Ильченко. – Москва: Московский зоопарк, 2008. – 165 с.

УДК: 591.5

АНАЛИЗ СИНХРОНИЗАЦИИ ПОВЕДЕНИЯ В СОЦИАЛЬНЫХ ГРУППАХ ПОЛУВОЛЬНОЙ ПОПУЛЯЦИИ ЛОШАДИ ПРЖЕВАЛЬСКОГО

Гурьянов Сергей Игоревич, магистрант кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, segur7@yandex.ru

Булгаков Евгений Александрович, руководитель Центра реинтродукции лошади Пржевальского ФГБУ «Заповедники Оренбуржья», orenbulg@mail.ru

Научный руководитель: *Матушкина Ксения Андреевна*, доцент кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, matushkinaka@gmail.com

Аннотация: Исследование посвящено анализу поведенческой синхронизации в реинтродуцированной популяции лошади Пржевальского, обитающей на территории Оренбургского заповедника. На примере гаремной группы изучены закономерности синхронизации основных форм активности. Результаты показали отсутствие значимого влияния гаремного жеребца на уровень синхронности поведения. Наибольшая согласованность отмечена при пастбище, отдыхе и локомоциях.

Ключевые слова: этология, лошадь Пржевальского, реинтродукция, мониторинг, синхронизация поведения

Программы реинтродукции редких видов на сегодняшний день являются одним из наиболее перспективных и актуальных методов сохранения биологического разнообразия *insitu*. Представляя собой комплекс мероприятий, направленных на возвращение представителей различных таксономических групп в местообитания, входящие в состав их исторического ареала, они способствуют восстановлению утраченных из дикой природы популяций и стабилизации структуры экосистем. Последнее утверждение в особенности справедливо в отношении видов-средообразователей, деятельность которых определяет направление развития экологической системы (высшие хищники, копытные, грызуны и тд.).

При этом сложность успешной реализации проектов реинтродукции, а также значительные средства, затрачиваемые на их исполнение, диктуют необходимость проведения тщательного научного мониторинга разнообразных аспектов подобных мероприятий на всех этапах осуществления данного процесса [1].

В связи с выше обозначенными положениями, **целью** исследования являлся анализ степени синхронизации поведения реинтродуцируемой в Оренбургской области популяции лошади Пржевальского (*Equus ferus przewalskii* Poliakov, 1881).

Материал и методы. Объектом исследования выступала полувольная популяция лошади Пржевальского, обитающая на территории участка «Предуральская степь»

Оренбургского заповедника спустя 9 лет после начала реализации программы реинтродукции вида на территорию степной зоны Российской Федерации [2]. На момент сбора полевых материалов популяция насчитывала 108 особей. Для изучения поведенческих аспектов фокальной социальной группой была выбрана репродуктивная группа жеребца Субы, в состав которой входило 14 разновозрастных и разнополых особей, рождённых как на территории России, так и в европейских полурезерватах.

Суммарное количество этологических наблюдений составило 50 часов, собранных в сентябре 2024 года на протяжении 18 дней в интервале с 9:00 до 20:30 (по 1000 временных срезов на каждую особь группы).

Для сбора первичных материалов о поведении использовали метод временных срезов с диапазоном 3 минуты между отрезками [3]. В основу всех методов исследования была положена техника индивидуального распознавания особей, базирующаяся на выявлении отличительных внешних черт каждого животного [4].

Поведенческая синхронизация определяется как согласованное проявление идентичных поведенческих паттернов у особей одного или нескольких видов в пределах общего пространства (локальная синхрония). Данный феномен представляет собой важный аспект социальной организации, отражающий степень координации деятельности членов группы. [5]. Использовалась методика вычисления процента полной синхронизации сообщества за счёт соотношения срезов, в которых все особи группы проявляли одну и ту же поведенческую форму, к общему количеству срезов, полученных за период наблюдения [3].

Обработку проводили в MS Excel, Statistica 10, IBM Statistics SPSS 27.

Результаты. Общий уровень синхронизации поведения при учёте гаремного жеребца составлял 43,5 % (435 временных срезов с полной синхронией: 195 – неактивные формы поведения, 175 – пастьба, 61 – локомоции, 4 – исследовательское поведение).

В случае исключения гаремного жеребца из расчёта общий уровень поведенческой синхронизации был равен 50,9 % (509 временных срезов с полной синхронией: 210 – неактивные формы поведения, 207 – пастьба, 86 – локомоции, 4 – исследовательское поведение, 2 – водопой).

Для анализа различий в структуре поведенческой синхронизации при включении/исключении гаремного жеребца был применён критерий χ^2 (рис.). В ходе исследования категории "Исследовательское поведение" и "Водопой" потребовалось объединить в группу "Прочее" в связи с несоответствием одному из ключевых требований критерия: ожидаемые частоты для указанных категорий находились в диапазоне 3,7–5,4, что ниже минимально допустимого значения ($E < 5$). Такое объединение позволило привести все ожидаемые частоты к требуемому уровню ($E \geq 5$), сохранив при этом статистическую достоверность анализа без исключения значимых поведенческих проявлений.

Статистический анализ структуры синхронизированного поведения не выявил достоверных различий между группами "с жеребцом" и "без жеребца" ($\chi^2(3) = 2.10$, $p = 0,55$).

Сила связи между наличием жеребца и структурой поведения, оценённая с помощью коэффициента Крамера, оказалась минимальной ($V = 0.047$), что согласуется с отсутствием статистически значимых различий в критерии χ^2 ($p = 0,55$).

Таким образом, можно сделать вывод, что активность гаремного жеребца Субы не оказывает сильного влияния на структуру поведенческой синхронизации исследуемого сообщества.

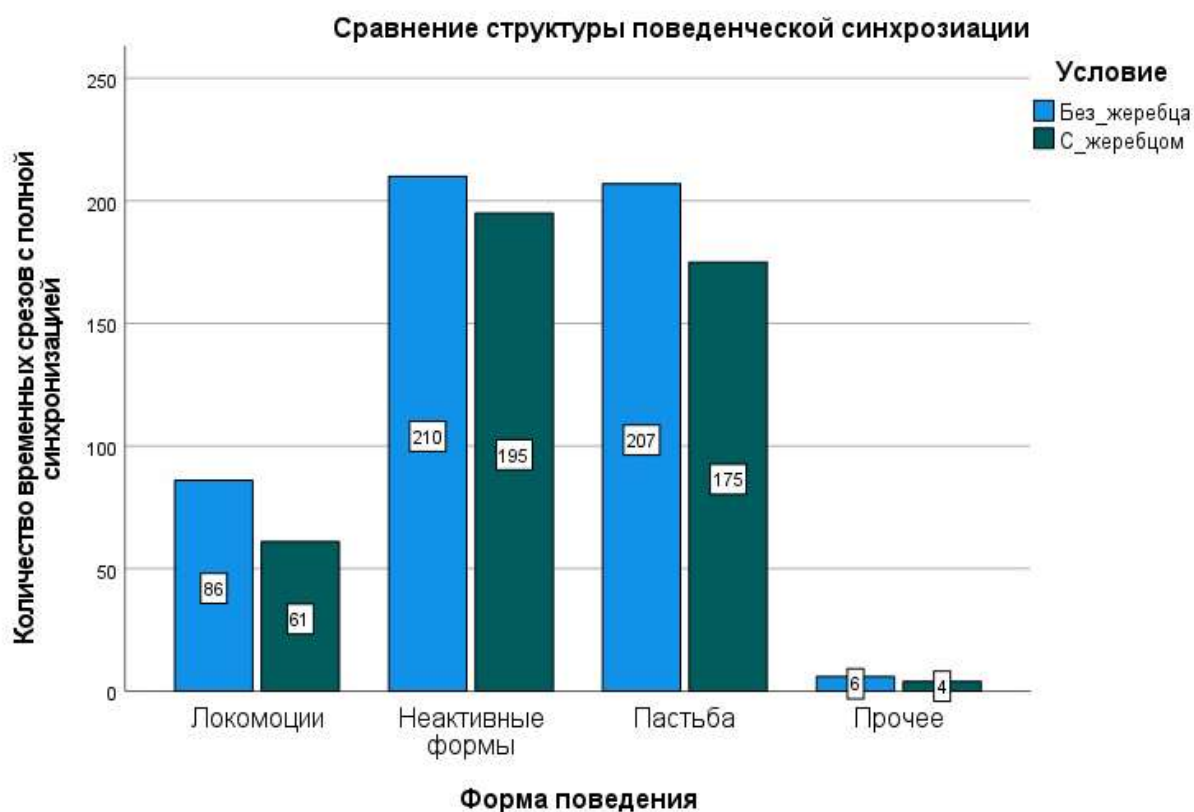


Рис. Сравнение структуры синхронизации поведения при включении / исключении из анализа гаремного жеребца

Выявленное преобладание синхронной активности при кормодобывающем поведении, а также во время отдыха и перемещений согласуется с результатами мониторинговых исследований реинтродуцированных популяций лошади Пржевальского в Монголии [6; 7]. Сравнительный анализ показывает значительную вариабельность показателей синхронизации: от 27-54% в гаремных группах Национального парка Хустай-Нуру до 87-91% на участке «Б» Большого Гобийского заповедника [6; 7]. Аналогично высокий уровень синхронизации (79,1%) с сопоставимой структурой поведенческих паттернов был зарегистрирован в наших предыдущих исследованиях холостяковых групп в условиях акклиматизационных загонов [3].

В представленном исследовании средний уровень синхронизации в гаремной группе составил приблизительно 50%. Вероятной причиной снижения показателей синхронности может служить наличие в группе трёх ювенильных особей. Их поведенческий репертуар, включающий интенсивные диадные взаимодействия с матерями (лактация, груминг), игровую активность и увеличенную долю периодов покоя, снижал общий уровень синхронизации поведения в сообществе.

Библиографический список

1. Marino, F. et al. Rethinking the evaluation of animal translocations / F. Marino, R.A. McDonald, S.L. Crowley, & D.J. Hodgson // *Biological Conservation*. – 2024. – Vol. 292. – P. 110523.
2. Bakirova, R.T. The initial stage of the development of the semi-free population of the Przewalski's horse in Orenburg state nature reserve (Russia) / R.T. Bakirova, T.L. Zharkikh, E.A. Bulgakov // *Nature Conservation Research. Заповедная наука*. – 2019. – Vol. 4. – №. S2. – P. 49–56.
3. Гурьянов, С. И. Связь индивидуальных и социальных характеристик поведения в контексте достижения успешной адаптации на примере холостяковой группы полувольной популяции лошади Пржевальского в Оренбургском заповеднике / С. И. Гурьянов, А. А.

Ксенофонтова, Е. А. Булгаков // Самарский научный вестник. – 2024. – Т. 13, № 1. – С. 17-23. – DOI 10.55355/snv2024131102.

4. Kerekes, V. et al. Analysis of habitat use, activity, and body condition scores of Przewalski's horses in Hortobagy National Park, Hungary / V. Kerekes, K. Ozogány, I. Sándor [et al.] // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2019. – Vol. 4, No. S2. – P. 31–40.

5. Duranton, C. Behavioural synchronization from an ethological perspective: Overview of its adaptive value / C. Duranton, F. Gaunet // Adaptive Behavior. – 2016. – Vol. 24. – №. 3. – P. 181–191.

6. Boyd, L., Bandi, N. Reintroduction of takhi, *Equus ferus przewalskii*, to Hustai National Park, Mongolia: time budget and synchrony of activity pre-and post-release / L. Boyd, N. Bandi // Applied Animal Behaviour Science. – 2002. – Vol. 78. – №. 2-4. – P. 87–102.

7. Souris, A. C. Time budget-, behavioral synchrony- and body score development of a newly released Przewalski's horse group *Equus ferus przewalskii*, in the Great Gobi B strictly protected area in SW Mongolia / A. C. Souris, P. Kaczensky, C. Walzer, R. Julliard // Applied Animal Behaviour Science. – 2007. – Vol. 107, No. 3–4. – P. 307–321.

УДК 598.112

АНАЛИЗ РОСТА МОЛОДИ ЯЩЕРИЦЫ БРАУНЕРА (*DAREVSKIA BRAUNERI*, *REPTILIA, LACERTIDAE*) ПРИ ИНДИВИДУАЛЬНОМ ВЫРАЩИВАНИИ

Ерашкин Владимир Олегович, обучающийся кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, v.erashkin@mail.ru

Андреева Ксения Игоревна, обучающаяся кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, andreeva.34215@mail.ru

Страхова Елизавета Дмитриевна, обучающаяся кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, lizastrahova33@gmail.ru

Научный руководитель: Кидов Артём Александрович, д.б.н., доцент ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kidov@rgau-msha.ru

Аннотация: В работе представлены результаты сравнительного анализа особенностей роста молоди ящерицы Браунера (*Darevskia brauneri*), рожденных от разных самок. Выявлено влияние пола на рост молоди, а также отмечены схожие тренды изменения относительных показателей роста самцов и самок из одного выводка. При этом рассматривается явная неоднородность и вариабельность показателей роста между различными выводками, что может говорить о врожденных и наследуемых особенностях роста и развития.

Ключевые слова: рост, *Darevskia*, половой диморфизм, коэффициент конверсии корма, коэффициент массонакопления.

Большинство сведений о росте представителей ящериц Палеарктики зачастую получены при помощи метода скелетохронологии [2]. Данный метод во многом отражает закономерности роста особи в природе под воздействием факторов окружающей среды и в меньшей степени описывает врожденные особенности роста [4]. Однако, исследования по данной тематике в условиях лаборатории могут нивелировать влияние среды и помочь охарактеризовать основные врожденные факторы роста.

Настоящие ящерицы (*Lacertidae*) являются одной из наиболее многочисленных групп позвоночных животных в Палеарктике, играя важнейшую роль в функционировании трофических цепей. Одними из самых известных представителей семейства являются скальные ящерицы рода *Darevskia*, которые зачастую становятся объектами филогенетических, филогеографических и таксономических исследований [5], однако изучению особенностей их биологии, в частности роста, уделено гораздо меньшее внимание.

Целью исследования является сравнительный анализ показателей роста молоди ящерицы Браунера (*Darevskiabrauneri* (Méhely, 1909)) при индивидуальном выращивании.

Материалом исследования послужили 28 особей ящерицы Браунера сразу же после вылупления, полученные от 11 разных самок в результате лабораторного размножения. Каждую особь содержали индивидуально по стандартной методике в полипропиленовых контейнерах марки «Basic» (производитель – «Hoff», Россия) объемом 5 л, оборудованных ультрафиолетовой лампой мощностью 36W марки «LuckyHerp» (производитель – «LuckyHerp», КНР), локальным нижним подогревом в виде нагревательного кабеля мощностью 80W марки «ReptiZoo» (производитель – ReptiZoo, КНР), укрытием, чашками Петри в качестве поилок и кормушек и вискозной салфеткой марки «Уют в вашем доме» (производитель – «УпакГрупп», Россия) в качестве субстрата. Раз в неделю проводили полную дезинфекцию всего оборудования.

Перед началом исследования у молоди измеряли длину тела и массу. Далее измерение массы тела было еженедельным, а длины тела – ежемесячным. В качестве относительных показателей роста использовали кормовой коэффициент, или коэффициент конверсии корма (затраты корма на единицу прироста массы животного) и коэффициент массонакопления, рассчитанный по формуле:

$(K_m) = [3(M_k^{1/3} - M_o^{1/3})] / \Delta t$; где M_k и M_o – значения конечной и начальной массы тела, Δt – время наблюдений.

Основным кормом служили нимфы домового сверчка (*Achetadomesticus* (Linnaeus, 1758)). Кормление ящериц осуществляли вволю, через день, учитывая массу заданного и оставшегося корма. Перед скармливанием насекомых в избытке присыпали кормовым мелом каждое кормление и витаминно-минеральной добавкой каждое третье кормление.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли при помощи пакета программ MicrosoftExcel, STATISTICA и Past 4.03. Рассчитывали среднюю арифметическую и стандартное отклонение ($M \pm SD$), а также размах признаков ($\min - \max$). Для оценки статистической значимости наблюдаемых различий в группе признаков был использован Н-критерий Краскелла-Уоллеса.

По итогу четырех месяцев исследования была отмечена постепенно увеличивающаяся вариабельность исследуемых показателей роста как между выводками, так и внутри выводков. Однако, статистически значимых отличий между особями от разных самок не было отмечено, кроме показателей массы молоди на первый месяц исследования ($N=18,44$; $p<0,05$) и длины тела молоди на четвертый месяц ($N=13,04$; $p<0,05$).

Заметная вариабельность признаков между особями одного выводка, очевидно указывала на различный пол особей, поэтому было решено проанализировать изменение исследуемых признаков отдельно у самцов ($n=17$) и самок ($n=11$). В результате деления по половой принадлежности было отмечено, что по таким показателям как масса молоди, коэффициент массонакопления и коэффициент конверсии корма выявлены статистически значимые различия: самцы эффективнее используют корм, превосходят самок по показателю коэффициента массонакопления и массивнее самок. Однако, показатель длины тела самцов ящерицы Браунера за все периоды исследования значимо не отличался от такого у самок (таблица 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика показателей роста самцов и самок ящерицы Браунера

Период эксперимента	Параметр	$\overline{M \pm SD}$ min–max(n)		$U_{\text{эмп}}$	$p\text{-level}$
		Пол			
		♀♀	♂♂		
Начало эксперимента	Масса, г	$\underline{0,50 \pm 0,069}$ 0,36–0,60(11)	$\underline{0,52 \pm 0,034}$ 0,47–0,60(17)	79,0	$p > 0,05$
	Длина тела, мм	$\underline{28,08 \pm 1,241}$ 26,18–29,86(11)	$\underline{28,51 \pm 1,084}$ 26,18–30,38(17)	74,5	$p > 0,05$

1 месяц	Масса, г	$\frac{0,76 \pm 0,081}{0,65-0,89(11)}$	$\frac{0,81 \pm 0,063}{0,70-0,91(17)}$	60,5	$p > 0,05$
	Длина тела, мм	$\frac{32,74 \pm 1,611}{29,85-34,92(11)}$	$\frac{32,49 \pm 1,671}{29,81-35,25(17)}$	82,5	$p > 0,05$
	Коэффициент массонакопления	$\frac{0,090 \pm 0,023}{0,039-0,116(11)}$	$\frac{0,094 \pm 0,026}{0,048-0,136(17)}$	85,5	$p > 0,05$
	Коэффициент конверсии корма	$\frac{8,28 \pm 1,615}{6,61-12,26(11)}$	$\frac{8,04 \pm 1,943}{5,37-11,72(17)}$	86,0	$p > 0,05$
2 месяц	Масса, г	$\frac{0,96 \pm 0,132}{0,74-1,16(11)}$	$\frac{1,07 \pm 0,108}{0,89-1,29(17)}$	51,5	$p = 0,051$
	Длина тела, мм	$\frac{35,51 \pm 1,776}{32,06-38,42(9)}$	$\frac{35,86 \pm 1,876}{32,42-40,58(16)}$	71,0	$p > 0,05$
	Коэффициент массонакопления	$\frac{0,073 \pm 0,010}{0,054-0,087(11)}$	$\frac{0,081 \pm 0,015}{0,046-0,111(17)}$	56,5	$p > 0,05$
	Коэффициент конверсии корма	$\frac{9,73 \pm 1,382}{8,06-12,83(11)}$	$\frac{8,38 \pm 1,163}{6,42-10,88(17)}$	42,0	$p < 0,05$
3 месяц	Масса, г	$\frac{1,18 \pm 0,162}{0,95-1,53(11)}$	$\frac{1,32 \pm 0,207}{1,09-1,93(17)}$	52,5	$p = 0,056$
	Длина тела, мм	$\frac{36,38 \pm 1,570}{34,50-39,15(11)}$	$\frac{37,57 \pm 1,870}{34,62-41,69(17)}$	59,0	$p > 0,05$
	Коэффициент массонакопления	$\frac{0,066 \pm 0,013}{0,053-0,094(11)}$	$\frac{0,072 \pm 0,015}{0,058-0,117(17)}$	66,0	$p > 0,05$
	Коэффициент конверсии корма	$\frac{9,82 \pm 1,567}{7,33-12,31(11)}$	$\frac{8,77 \pm 1,493}{4,98-10,95(17)}$	61,5	$p > 0,05$
4 месяц	Масса, г	$\frac{1,29 \pm 0,124}{1,10-1,45(6)}$	$\frac{1,63 \pm 0,211}{1,33-2,15(12)}$	3,0	$p < 0,05$
	Длина тела, мм	$\frac{38,28 \pm 2,108}{35,09-40,30(6)}$	$\frac{39,64 \pm 3,239}{37,08-48,34(10)}$	26,0	$p > 0,05$
	Коэффициент массонакопления	$\frac{0,077 \pm 0,012}{0,066-0,096(6)}$	$\frac{0,093 \pm 0,015}{0,066-0,122(12)}$	14,0	$p < 0,05$
	Коэффициент конверсии корма	$\frac{10,49 \pm 1,105}{8,83-11,64(6)}$	$\frac{8,43 \pm 0,968}{6,73-10,41(12)}$	6,0	$p < 0,05$

При сравнении отдельно самок и самцов из разных выводков не было отмечено статистически значимых различий по Н-критерию Краскелла-Уоллиса. Тем не менее можно отметить, что показатели исследуемых параметров довольно неоднородны, что указывает на врожденные особенности роста каждой особи, а также присутствуют общие тренды (рис. 1) рожденных от одной самки особей. Так, и у самок, и у самцов одними из наибольших значений коэффициента массонакопления на первый месяц роста обладают особи из выводка номер 4, после чего значения данного параметра уменьшаются до третьего месяца и увеличиваются на четвертом месяце исследования. Аналогичный тренд по данному параметру можно отметить у особей обоих полов из выводков номер 6, 7 и 11, при этом особи из этих выводков в обеих половых группах имели средние значения коэффициента массонакопления в первый месяц роста и уже к третьему месяцу обладали одними из самых наименьших значений. Также схожая динамика изменения значений коэффициента массонакопления отмечается у особей из выводка номер 9. Аналогичная тенденция прослеживается по параметру эффективности использования корма.

Интересно отметить, что самка и самец из выводка номер 8 имеют отличающиеся значения относительных параметров роста и неодинаковые тренды, при этом самец к третьему и четвертому месяцу роста заметно уступает по показателям самке, что для других выводков не характерно.

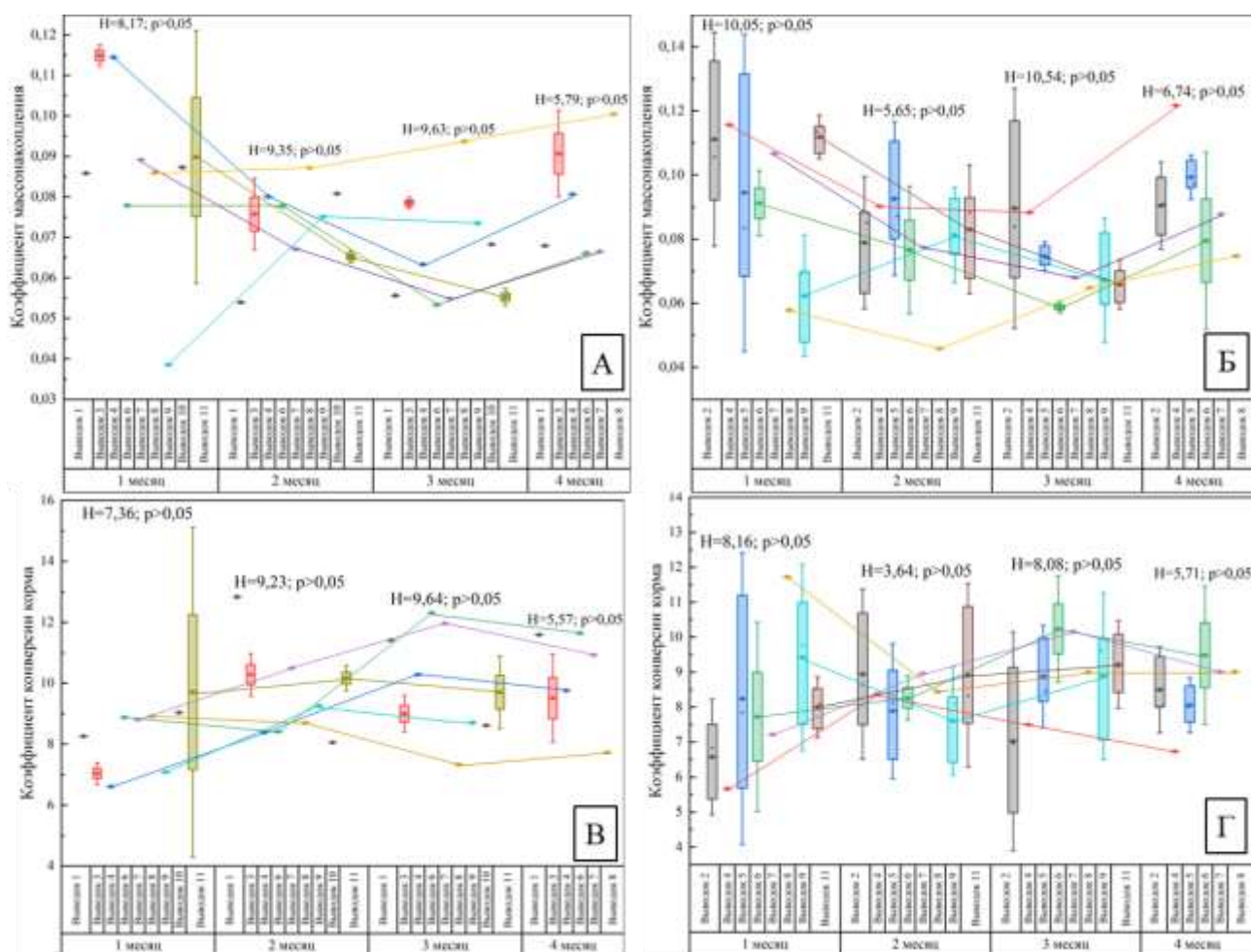


Рис. 1 Динамика изменения относительных показателей роста у самцов и самок ящерицы Браунера из разных выводков

А – изменение значений коэффициента массонакопления у самок; Б – изменение значений коэффициента массонакопления у самцов; В – изменение значений коэффициента конверсии корма у самок; Г – изменение значений коэффициента конверсии корма у самцов.

Таким образом, можно заключить, что для ящерицы Браунера характерно влияние пола на рост и развитие молоди, что отмечали ранее у других видов рептилий [6]. Однако, отсутствие значимой разницы по показателю длины тела между самцами и самками может быть вызвана видоспецифической особенностью ящерицы Браунера в виде крупных самок, сопоставимых по размеру с самцами, а в некоторых популяциях превосходящими их по данному параметру [1]. В то же время большая массивность самцов по сравнению с самками может объясняться ярко выраженной территориальностью и конкуренцией за самок [3]. Вариабельность показателей роста между различными выводками указывает на врожденные наследуемые особенности развития молоди, что также подтверждается общими трендами изменения относительных показателей роста у особей, рожденных от одной самки [7].

Финансирование. Работа выполнена за счёт средств Программы развития РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева в рамках Программы стратегического академического лидерства "Приоритет-2030".

Библиографический список

1. Даревский И. С. 1967. Скальные ящерицы Кавказа. Л. : Изд-во «Наука». 214 с.
2. Смирин, Э.М. Перспективы определения возраста рептилий по слоям в кости / Смирин Э.М. // Зоологический журнал. – 1974. – Т. 53. – № 1. – С. 111–117.
3. Целлариус, А.Ю. Формирование и защита индивидуального пространства у самцов скальной ящерицы (*Lacertasaxicola*, Sauria). 1. Индивидуальный участок / Целлариус А.Ю., Целлариус Е.Ю. // Зоологический журнал. – 2005. – Т.84. – № 9. – С. 1123–1135.

4. Altunışık, A. Age, growth and survival rate in two populations of *Darevskiaderrugini* (Nikolsky, 1898) from different altitudes (Squamata: Sauria: Lacertidae) / Altunışık A., Eksilmez H. // *Animal Biology*. – 2020. – V. 71. – №. 2. – P. 135–149. DOI:10.1163/15707563-bja10025
5. Arribas, O. A new cryptic species of the *Darevskia parvula* group from NE Anatolia (Squamata, Lacertidae) / Arribas O., Candan K., Kurnaz M., Kumlutaş Y., Caynak E., Ilgaz Ç. // *Organisms Diversity & Evolution*. – 2022. – V. 22. – №. 2. – P. 475–490.
6. Bulté, G., Blouin-Demers G. Does sexual bimaturation affect the cost of growth and the operational sex ratio in an extremely size-dimorphic reptile? / Bulté G., Blouin-Demers G. // *Ecoscience*. – 2009. – V. 16. – №2. – P. 175–182.
7. Frýdlová, P. Determinate growth is predominant and likely ancestral in squamate reptiles / Frýdlová P., Mrzilková J., Šeremeta M., Křemen J., Dudák J., Žemlička J., Minnich B., Kverková K., Němec P., Zach P., Frynta D. // *Proceedings of the Royal Society B*. – 2020. – V. 287. – №. 1941. – P. 20202737.

УДК 598.112.23:591.16

К РЕПРОДУКТИВНОЙ БИОЛОГИИ КОЛХИДСКОЙ ВЕРЕТЕНИЦЫ В БОРЖОМСКОМ УЩЕЛЬЕ

Иванов Андрей Алексеевич, аспирант кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, andrey.ivanov@rgau-msha.ru

Никонова Валерия Рафаэлевна, обучающийся кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, eeeeelira@gmail.com

Балашова Анастасия Олеговна, обучающийся кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, balaschova.na@yandex.ru

Ерашкин Владимир Олегович, аспирант кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, v.erashkin@mail.ru

Научный руководитель: **Кидов Артем Александрович**, д.б.н., заведующий кафедрой зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kidov@rgau-msha.ru

Аннотация: в работе описана репродуктивная биология колхидской веретеницы в Боржомском ущелье, с определением возраста каждой особи. Всего было отловлено 14 самок, все впоследствии в условиях лаборатории принесли потомство с 31 июля по 6 сентября. Каждая самка рождала от 4 до 13 новорожденных особей. Возраст размножавшихся самок составлял от трех до семи лет. Репродуктивное ядро популяции составляли четырёхлетние (46,2%) и пятилетние (38,5%) особи. Длина тела размножившихся веретениц варьировала от 128,91 мм до 227,07 мм, а масса – от 6,88 г до 31,00 г. Не было выявлено значимой зависимости количества молоди в потомстве от возраста самок. При этом, наибольшие по длине тела ($r = 0,649$; $p = 0,0165$) и массе ($r = 0,662$; $p = 0,0143$) самки рожали наибольшее количество молоди. Длина тела новорожденных особей находилась в пределах 31,85–63,76 мм, длина хвоста – 31,31–68,90 мм, масса – 0,24–1,05 г. Размерные показатели молоди (длина тела: $r = 0,774$; $p < 0,001$; длина хвоста: $r = 0,761$; $p < 0,001$) зависят от длины тела самок, а также их массы (длина тела: $r = 0,861$; $p < 0,001$; длина хвоста: $r = 0,847$; $p < 0,001$). Масса молоди имела прямую взаимосвязь только с массой самок ($r = 0,588$; $p < 0,001$). От плодовитости самки статистически значимо зависела длина молоди ($r = 0,35$; $p < 0,001$) и масса ($r = 0,26$; $p < 0,001$).

Ключевые слова: колхидская веретеница, *Anguiscolchica*, безногие ящерицы, репродуктивная биология, Боржомское ущелье.

Западно-палеарктические безногие ящерицы рода *Anguis* Linnaeus 1758 являются динамично изучаемой группой [1, 2, 3]. По современному представлению, род включает в себя пять рецентных видов, причем Восточную Европу, Западную Сибирь и Переднюю

Азию (включая Россию, кроме западной части Калининградской области) населяет *A. colchica* (Nordmann 1840), включающая три подвида. Номинативный подвид, *A. Colchicacolchica* (Nordmann, 1840), обитает на Кавказе (исключая Талыш); *A. colchicaorientalis* Anderson, 1872 – в Южном Прикаспии; *A. colchica incerta* Krynicki, 1837 – в Восточной Европе [4]. На Кавказе *A. colchica* распространена по всему высотному градиенту от низменностей (Ленкоранская, Самур-Дивичинская, Колхидская, частично – Кура-Араксинская, Терско-Кумская и Прикубанская) до субальпийского пояса [5; 6]. На участках с высокой сомкнутостью крон древостоя (например – в мертвопокровных букнях и чернопихтарниках) *A. colchica* часто является самым многочисленным видом рептилий [5; 6].

Из-за того, что *A. colchica* длительное время считалась младшим синонимом или внутривидовой формой *A. fragilis* Linnaeus 1758, широко распространенной в Западной и Центральной Европе [7], данные по их биологии обобщались. До настоящего времени для *A. colchica* остаются малоизученными большинство демографических показателей, что, вероятно, объясняется их скрытым образом жизни, а также сложностью определения возраста у безногих ящериц в целом.

Материал и методы. Материалом послужили самки колхидской вертеницы, отловленные в III декаде июля 2024 года в окрестностях села Занави (Боржомский муниципалитет, край Самцхе-Джавахетия, Грузия). Животных привозили в кабинет зоокультуры кафедры зоологии РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, где их содержали по стандартной методике. В первые сутки после рождения молоди у самок и новорожденных особей измеряли длину тела и хвоста, а также купировалась часть неавтотомированного хвоста для последующего определения возраста по хвостовым позвонкам. Возраст определялся классическим методом скелетохронологии. Статистический анализ данных производили при помощи пакета программ Statistica 12.

Результаты и обсуждение. Все самки принесли потомство (от 4 до 13 новорожденных особей в приплоде). Сроки откладки сильно разнились: от 31 июля до 6 сентября. Рождение большей части особей (58,85 %) отмечалось в третьей декаде августа.

Возраст размножавшихся самок составлял от трех до семи лет. Репродуктивное ядро самок в популяции составляли четырёхлетние (46,2%) и пятилетние (38,5%) особи. Длина тела самок, впоследствии в условиях лаборатории приносивших потомство, варьировала от 128,91 мм до 227,07 мм, а масса – от 6,88 г до 31,00 г. Не было выявлено достоверной зависимости количества молоди в потомстве от возраста самок. При этом, наибольшие по длине тела ($r = 0,649$; $p = 0,0165$) и массе ($r = 0,662$; $p = 0,0143$) самки рожали наибольшее количество молоди.

Длина тела новорожденных особей находилась в пределах 31,85–63,76 мм, длина хвоста – 31,31–68,90 мм, масса – 0,24–1,05 г. Размерные показатели молоди (длина тела: $r = 0,774$; $p < 0,001$; длина хвоста: $r = 0,761$; $p < 0,001$) зависят от длины тела самок, а также их массы (длина тела: $r = 0,861$; $p < 0,001$; длина хвоста: $r = 0,847$; $p < 0,001$). Масса молоди имела прямую взаимосвязь только с массой самок ($r = 0,588$; $p < 0,001$). От плодовитости самки статистически значимо зависела длина молоди ($r = 0,35$; $p < 0,001$) и масса ($r = 0,26$; $p < 0,001$).

Размеры размножающихся самок из Занави находились в пределах известных для большинства видов рода. Вероятнее всего, размеров тела, пригодных для размножения, колхидские веретеницы на данной территории достигают после трех пережитых зимовок. Большинство исследователей также отмечают, что представители рода *Anguis* достигают половой зрелости на 3–4 год жизни.

Плодовитость *A. colchica* из Занави находилась в пределах известных для вида на Кавказе значений: 5–12 в Армении, 3–11 на Северо-Западном Кавказе [5] и в Предкавказье. Количество молоди в потомстве напрямую зависело от длины тела самки и ее массы, однако не зависело от возраста самки.

Финансирование. Работа выполнена за счёт средств Программы развития РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева в рамках Программы стратегического академического лидерства "Приоритет-2030".

Библиографический список

1. Gvoždík, V. et al. An ancient lineage of slow worms, genus *Anguis* (Squamata: Anguidae), survived in the Italian Peninsula / V. Gvoždík, J. Václav; N. Benkovský, A. Crottini, A. Bellati, J. Moravec, A. Romano, R. Sacchi, D. Jandzik. // Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2013. – 69. – P.1077-1092.
2. Jablonski, D. et al. The distribution and biogeography of slow worms (*Anguis*, Squamata) across the Western Palearctic, with an emphasis on secondary contact zones. / D.Jablonski, N. Sillero, O. Oskyrko, A. Bellati, A. Čeirāns, M. Cheylan [et. al.] // Amphibia-Reptilia. – 2021. – 42 – P.519-530.
3. Gvoždík, V. et al. Phylogenomics of *Anguis* and *Pseudopus*(Squamata, Anguidae) indicates Balkan-Apennine mitochondrial capture associated with the Messinian even / V. Gvoždík, T. Necas, D. Jablonski [et. al.] // Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2023. – 180 – 107674.
4. Gvoždík, V. et al. *Anguis fragilis* (Reptilia: Anguidae) as a species complex: Genetic structure reveals deep divergences Slow worm / V. Gvoždík, D. Jandzik., P. Lymberakis, D. Jablonski, J. Moravec // Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2010. – Vol.55. – 2. – P. 460-472.
5. Туниев, Б.С. Герпетологическая фауна Кавказского заповедника: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.08. / Туниев Борис Сакоевич. – Ленинград, 1987. – 286 с.
6. Kidov, A.A. et al. Distribution and conservation status of the South-Caspian subspecies of the eastern slow worm, *Anguis colchicaorientalis* (Squamata: Anguidae) / A.A. Kidov, A.B. Petrovskiy, A.A. Ivanov, S.N. Litvinchuk // Russian Journal of Herpetology. – 2023c. – Vol. 30(4). P. 212–223. DOI: 10.30906/1026-2296-2023-30-4-212-223
7. Банников, А.Г. и др. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР / А. Г. Банников, И. С. Даревский, В. Г. Иващенко и др. - М.: Просвещение, 1977. – 415 с.

**О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНДЕКСОВ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОСТИ ТЕЛА
ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОДВИДОВ ВОСТОЧНОЙ КВАКШИ, *HYLAORIENTALIS*
(*AMPHIBIA, ANURA, HYLIDAE*)**

Иволга Роман Александрович, аспирант кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, romanivolga@rgau-msha.ru

Гуридова Дарья Владимировна, обучающийся кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, guridova04@mail.ru

Ерашкин Владимир Олегович, аспирант кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, v.erashkin@mail.ru

Иванов Андрей Алексеевич, аспирант кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, andrey.ivanov@rgau-msha.ru

Кондратова Татьяна Эдуардовна, аспирант кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, t.kondratova@rgau-msha.ru

Мальнов Даниил Андреевич, обучающийся кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, malnovdan@gmail.com

Орлова Софья Сергеевна, обучающийся кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, sonyaorlova1409@yandex.ru

Петровский Андрей Борисович, научный сотрудник лаборатории поведения низших позвоночных ИПЭЭ РАН

Научный руководитель: **Кидов Артем Александрович**, д.б.н., заведующий кафедрой зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kidov@rgau-msha.ru

Аннотация: в работе обсуждается возможность применения логарифмически преобразованных индексов пропорциональности тела для прижизненной идентификации подвидов восточной квакши (*Hylaorientalis*). Были изучены взрослые животные *H. o. orientalis* (3 самки и 115 самца), *H. o. Shelkownikowi* (78 самок и 397 самцов) и *H. o. gumilevskii* (12 самок и 77 самцов). Достоверно значимым для видовой идентификации самок послужил только один логарифмически преобразованный индекс пропорциональности тела, который был использован в паре с дополнительным наиболее значимым, но не достоверным признаком. Уровень надежности при классификации самок составил 51,6%. Достоверно значимыми для видовой идентификации самцов послужили шесть логарифмически преобразованных индексов пропорциональности тела с уровнем достоверной классификации 53,3%. Авторы предварительно заключают, что использование логарифмически преобразованных индексов пропорциональности тела при идентификации подвидов восточной квакши ведет к серьезным погрешностям.

Ключевые слова: *hylaorientalisorientalis*, *Hylaorientalisshelkownikowi*, *Hylaorientalisgumilevskii*, древесные лягушки, прижизненные методы, неинвазивные методы.

Квакши, или древесницы семейства Hylidae являются самой многочисленной группой земноводных, объединяющей 1070 видов из 54 родов [1]. На всем протяжении ареала семейства они играют важнейшую роль в трофических цепях большинства сухопутных экосистем [2, 3]. Например, сокращение численности квакш на территории Панамы и Коста-Рика привело к резкому росту заболеваемости населения (от 0,76 до 1,1 дополнительных случаев на 1000 жителей) малярией [4].

Восточная квакша (*Hylaorientalis*) известна с территорий Русской равнины, Кавказа, Малой Азии, Гирканских лесов, где в подавляющем большинстве случаев является наиболее массовым видом земноводных. По современным данным молекулярно-генетических исследований, данную территорию населяют не менее 10 клад [5], среди которых на данный момент выделяют 3 подвида: *Hylaorientalisorientalis*, *Hylaorientalisshelkownikowi*, *Hylaorientalisgumilevskii*. Фенотипическая дивергенция земноводных обычно развивается

медленнее, чем установление репродуктивной изоляции, из-за чего многие «молодые» таксоны часто остаются криптическими в раннем филогенезе [6, 7]. Возможность применения стандартных морфометрических методов для идентификации подвидов восточной квакши остается под вопросом и требует специальных обсуждений.

Материал и методы. Материалом для работы послужили взрослые живые особи *H. o. orientalis* (3 самки и 115 самца), *H. o. shelkownikowi* (78 самок и 397 самцов) и *H. o. gumilevskii* (12 самок и 77 самцов). У каждой квакши один и тот же оператор одним и тем же электронным штангенциркулем прижизненно измерял 12 абсолютных величин тела по стандартной методике [8]. Мы использовали комбинированный метод анализа главных компонент и пошагового дискриминантного анализа (PCA+LDA) [9] при сравнении *H. o. orientalis*, *H. o. shelkownikowi* и *H. o. gumilevskii* по комплексу морфометрических признаков, которые предварительно разделили друг на друга для устранения эффекта мультиколлинеарности и логарифмически преобразовывали для нормализации дисперсии [6, 7]. Статистический анализ данных и построение графиков дискриминантных функций осуществляли в программе OriginPro 2024.

Результаты и обсуждение. Согласно результатам дискриминантного анализа, только один логарифмически преобразованный индекс пропорциональности тела вносил статистически значимый вклад для идентификации самок *H. o. orientalis*, *H. o. shelkownikowi* и *H. o. gumilevskii*: $\log(L.tym./L.)$ ($F = 8,145$; $p = 0,001$). Для построения дискриминантной функции был выбран дополнительный наиболее значимый, но не достоверный признак: $\log(C.int./L.)$ ($F = 2,318$; $p = 0,104$). Таким образом, уровень надежности при классификации самок составил лишь 51,6% (по 1 особи *H. o. orientalis* были отнесены к *H. o. shelkownikowi* и *H. o. gumilevskii*; 20 особей *H. o. shelkownikowi* были отнесены к *H. o. orientalis* и 19 особей *H. o. shelkownikowi* были отнесены к *H. o. gumilevskii*; по 2 особи *H. o. gumilevskii* были отнесены к *H. o. orientalis* и *H. o. shelkownikowi*).

Дискриминантный анализ выявил шесть логарифмически преобразованных индекса пропорциональности тела, которые можно было достоверно использовать для идентификации самцов *H. o. orientalis*, *H. o. shelkownikowi* и *H. o. gumilevskii*: $\log(L.tym./L.)$ ($F = 47,548$; $p < 0,001$), $\log(Sp.n./Sp.c.r.)$ ($F = 31,718$; $p < 0,001$), $\log(D.p./F.)$ ($F = 17,261$; $p < 0,001$), $\log(C.int./Sp.n.)$ ($F = 11,051$; $p < 0,001$), $\log(L.o./D.r.o.)$ ($F = 7,222$; $p = 0,001$), $\log(C.int./L.)$ ($F = 5,592$; $p = 0,004$) – с уровнем достоверной классификации 53,3% (33 особи *H. o. orientalis* были отнесены к *H. o. shelkownikowi* и 8 особей *H. o. orientalis* были отнесены к *H. o. gumilevskii*; 136 особей *H. o. shelkownikowi* были отнесены к *H. o. orientalis* и 79 особей *H. o. shelkownikowi* были отнесены к *H. o. gumilevskii*; 3 особи *H. o. gumilevskii* были отнесены к *H. o. orientalis* и 16 *H. o. gumilevskii* особей *H. o. shelkownikowi*).

Таким образом, применение выявленных индексов пропорциональности тела не показало эффективности для прижизненной идентификации особей *H. o. orientalis*, *H. o. shelkownikowi* и *H. o. gumilevskii* и ведет к серьезным погрешностям. Стоит отметить, что полученные результаты носят лишь предварительный характер, а исследование этого вопроса будет продолжено с увеличенным объемом данных.

Финансирование. Работа выполнена за счёт средств Программы развития РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева в рамках Программы стратегического академического лидерства "Приоритет-2030".

Библиографический список

1. Frost, Darrel R. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.2 (Date of access). Electronic Database accessible at <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. – 2024. – American Museum of Natural History, New York, USA
2. Кузьмин, С.Л. Земноводные бывшего СССР. Издание второе, переработанное. / С.Л. Кузьмин // М.: Товарищество научных изданий КМК. 370 с.

3. Flores, C.A. et al. Tadpole soup: Chinantec caldo de piedra and behavior of *Duellmanohyla ignicolor* larvae (Amphibia, Anura, Hylidae) / C.A. Flores, M. Arreortúa, E. González-Bernal // ZooKeys. – 2022. – Vol. 1097. – P. 117–132.
4. Springborn, M.R. et al. Amphibian collapses increased malaria incidence in Central America // M.R. Springborn, J.A. Weill, K.R. Lips, R. Ibáñez, A. Ghosh // Environmental Research Letters. – 2022. – Vol. 17, № 10. – Article 104012.
5. Dufresnes, C. et al. Evolutionary melting pots: a biodiversity hotspot shaped by ring diversifications around the Black Sea in the Eastern tree frog (*Hylaorientalis*) / C. Dufresnes, S.N. Litvinchuk, J. Leuenberger, K. Ghali, O. Zinenko, M. Stöck, N. Perrin // Molecular Ecology. – 2016. – Vol. 25, №. 17. – P. 4285–4300.
6. Litvinchuk, S.N. et al. Morphological differentiation between diploid and polyploid species of green toads (Anura: Bufonidae: Bufotes) in Central Asia / S.N. Litvinchuk, A.O. Svinin, Dujsebayaeva T.N. // Bonn Zoological Bulletin. – 2021. – Vol. 70, № 2. – P. 361–371.
7. Кидов, А.А. и др. К проблеме видовой идентификации триплоидных (*Bufotesbaturae*) и тетраплоидных (*B. pewzowi*) зелёных жаб (Amphibia, Anura, Bufonidae) Центральной Азии по морфометрическим признакам / А.А. Кидов, Р.А. Иволга, Т.Э. Кондратова, А.А. Иванов, Е.А. Кидова // Современная герпетология. – 2023. – Т. 23, вып. 1/2. – С. 27–35.

УДК: 597.851

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕПРОДУКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗЕЛЁНЫХ ЖАБ РОДА *BUFOTES* RAFINESQUE, 1815 В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Кирова Ксения Михайловна, магистрант кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kirova.ks@mail.ru

Матушкина Ксения Андреевна, доцент кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, matushkinaka@gmail.com

Аннотация: Сокращение численности амфибий затрудняет сохранение видов из-за недостатка данных о их репродуктивной биологии. Создание устойчивых лабораторных популяций позволяет изучать размножение в контролируемых условиях. Представлен сравнительный анализ репродуктивных показателей зеленых жаб рода *Bufotes* за 2012 – 2023 гг. и оригинальные исследования 2023 – 2024 гг.

Ключевые слова: *Bufotes*, репродуктивная биология, лабораторные популяции, сохранение амфибий, разведение в неволе.

Зеленые жабы рода *Bufotes* Rafinesque, 1815 представляют собой классический модельный объект для изучения полиплоидного видообразования у земноводных [1], что обуславливает повышенный научный интерес к данной группе. Многочисленные исследования [2; 3; 4; 5] демонстрируют, что для слабоизученных, узкоареальных и малочисленных видов семейства Bufonidae лабораторные исследования являются наиболее перспективным подходом к выявлению особенностей их репродуктивной биологии и раннего онтогенеза.

Несмотря на значительное количество работ, посвященных репродукции животных, данные по многим видам остаются фрагментарными, что связано с трудностями их идентификации и наблюдения в естественных условиях. В этой связи лабораторные исследования приобретают ключевое значение, поскольку позволяют получить точные и воспроизводимые данные, недоступные при полевых исследованиях.

Материалы и методы. Исследования были проведены на базе лаборатории кафедры зоологии РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева в период с 2014 по 2024 гг. Материалом для исследования послужили 6 видов жаб рода *Bufotes* из природы и их потомки полученные

и выращенные в лабораторных условиях. В работе проанализированы данные в период с 2012 – 2024 года.

Содержание и разведение животных осуществляли по стандартным методикам, ранее отработанным для жаб рода *Bufotes* [6; 7; 5]. Для стимуляции размножения применяли искусственную зимовку и гормональную стимуляцию.

Число яиц в кладках определяли методом полного поштучного пересчёта, диаметр икранных шнуров измеряли штангенциркулем. Взрослых животных, предличинок, личинок и молодь после метаморфоза измеряли штангенциркулем по стандартным методикам. Взвешивание проводили на электронных весах. Фиксировали следующие показатели: характеристики кладок (число яиц, диаметр икранных шнуров) и размерно-весовые показатели раннего развития.

Все полученные за время проведения исследования данные были обработаны в программах STATISTICA 8.0, Microsoft Office Excel и Past 4.03. Рассчитывали среднюю арифметическую и стандартное отклонение ($M \pm SD$), а также размах признаков ($\min\text{--}\max$). Проверку нормальности распределения признака проводили с помощью теста Лилиефорса. Для оценки статистической значимости наблюдаемых различий в группе признаков был использован однофакторный дисперсионный анализ ANOVA.

Результат. При анализе плодовитости, нами были выявлены достоверные различия между количеством яиц у разных видов ($F_{5, 348} = 72,01$; $p < 0,001$). Наименьшие показатели по данному параметру имели такие виды, как *B. baturae* ($1575,50 \pm 77,29(716,794)$), *B. boulengeri* ($2709 \pm 170,52(979,58)$), *B. pewzowi* ($3037,95 \pm 172,96(1134,2)$) и *B. latastii* ($3565,59 \pm 205,28(2248,76)$). Наибольшими показателями плодовитости характеризовались *B. sitibundus* ($7968,79 \pm 435,40(3694,48)$) и *B. viridis* ($5988,33 \pm 1026,99(3078,57)$) (рис.).

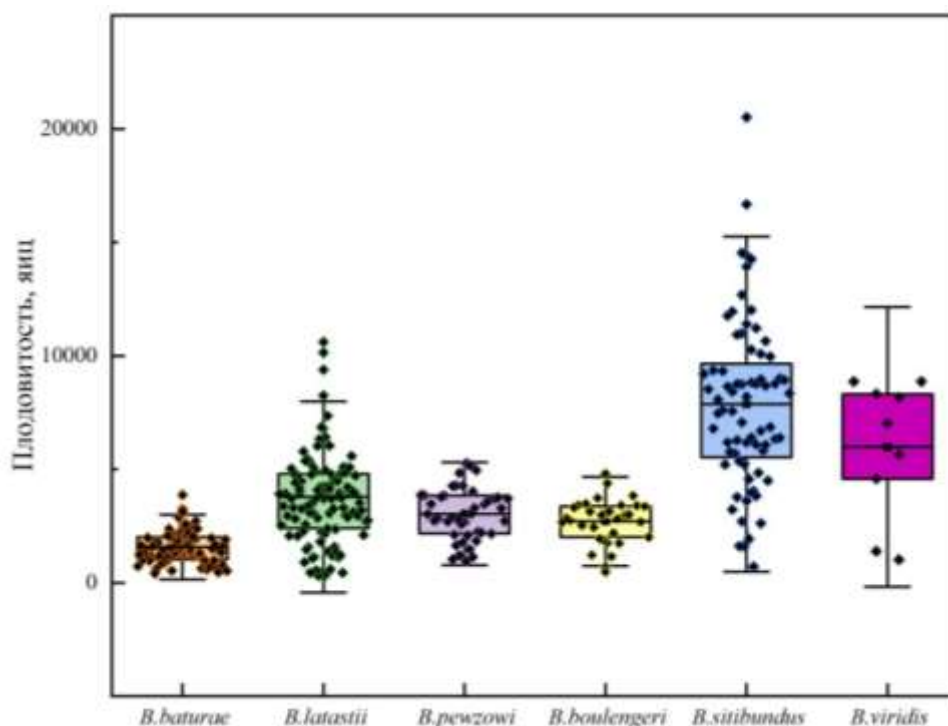


Рис. Плодовитость самок жаб рода *Bufotes*

Анализ абсолютных значений зависимости плодовитости самки от массы и возраста представлен в таблице 1.

Данный показатель напрямую зависит от массы тела самки, что характерно для большинства представителей семейства ($r = 0,60\text{--}0,72$, $p < 0,05$).

У видов *B. baturae*, *B. boulengeri* и *B. sitibundus* наблюдается зависимость плодовитости от возраста самки. Вместе с тем, у большинства исследованных представителей (*baturae*, *boulengeri*, *pewzowi*) была выявлена отрицательная корреляция (коэффициент корреляции $r = -0,36 - -0,74$), что свидетельствует о снижении плодовитости с увеличением возраста. Вид *Bufotessitibundus* является исключением, демонстрируя положительную корреляцию (коэффициент корреляции $r = 0,40$, уровень значимости $p < 0,05$).

Таблица 1

Зависимость плодовитости от массы и возраста самки

Вид	Зависимость плодовитости от массы тела самки		Зависимость плодовитости от возраста самки	
	<i>r</i>	<i>p</i> -level	<i>r</i>	<i>p</i> -level
<i>Bufotesbaturae</i>	0,60	< 0,05	- 0,36	<0,05
<i>Bufotesboulengeri</i>	0,18	>0,05	- 0,49	<0,05
<i>Bufoteslatastii</i>	0,60	< 0,05	- 0,14	> 0,05
<i>Bufotespewzowi</i>	0,60	< 0,05	- 0,74	> 0,05
<i>Bufotessitibundus</i>	0,72	< 0,05	0,40	<0,05
<i>Bufotesviridis</i>	0,67	< 0,05	-	-

Самыми быстрыми темпами раннего развития характеризовались *B. baturae* (49 – 150 дней), *B. pewzowi* (39 – 182 дней), *B. sitibundus* (151 – 186 дней) и *B. viridis* (62 – 187 дней). Самый длительный темп у *B. latastii* (47 – 229 дней) и *B. boulengeri* (47 – 193 дней) (табл.2).

Таблица 2

Длительность периодов раннего развития

Показатель/сутки	<i>Bufotesbaturae</i>	<i>Bufoteslatastii</i>	<i>Bufotespewzowi</i>	<i>Bufotesboulengeri</i>	<i>Bufotessitibundus</i>	<i>Bufotesviridis</i>
Длительность инкубации, сутки	1 – 5	1 – 8	2 – 4	2 – 6	3 – 8	2 – 4
Общая длительность от предличинки до перехода на экзогенного питания, сутки	1 – 7	2 – 9	2 – 7	2 – 5	4 – 8	4 – 8
Длительность личиночного развития до выхода на сушу, сутки	36 – 142	37 – 222	37 – 102	31 – 189	61 – 178	41 – 177
Общая длительность раннего развития	49 – 150	47 – 229	39 – 182	47 – 193	151 – 186	62 – 187

Библиографический список

1. Литвинчук, С.Н. и др. Природная полиплоидия у амфибий / С.Н. Литвинчук, Л.Я. Боркин, Д.В. Скоринов, Р.А. Пасынкова, Ю.М. Розанов // 58 Вестник Санкт-Петербургского государственного университета. Сер. 3, Биология. – 2016. – № 3. – С. 77–86.
2. Кидов, А.А. Плодовитость самок кавказской жабы *Bufo verrucosissimus* (Pallas, 1814) в искусственных условиях / А.А. Кидов, К.А. Матушкина // Вестник Бурятского Государственного Университета – 2015. Вып. 4(1) – с. 75 – 80.
3. Кидов, А.А. К изучению линьки тритона Ланца, *Lissotriton lantzi* (Wolterstorff, 1914) в искусственных условиях / А. А. Кидов, Е. А. Немыко, К. А. Матушкина, Е. А. Шиманская, Т. Н. Царькова // Вестник Тамбовского университета. Серия естественные и технические науки. – 2017. – Т. 22. – № 5-1. – С. 926–929.
4. Kidov A.A et al. The first captive breeding of the Eichwald's toad (*Bufo eichwaldi*) / A. A. Kidov, K. A. Matushkina, V. K. Uteshev, A. L. Timoshina, E. G. Kovrina // Russian Journal of Herpetology. – 2014. – V. 21, № 1. – pp. 40–46.
5. Matushkina, K.A. et al. Keeping, breeding and maintenance of zooculture of the Ladakh toad, *Bufo tatushi* (Boulenger, 1882) / K.A. Matushkina, A.A. Kidov, S.N. Litvinchuk // Russian Journal of Herpetology, 2020. – V. 27, № 5. – P. 284–290.
6. Кидов, А.А. и др. Первый случай размножения жабы Латаста *Bufo tatushi* (Boulenger, 1882) в лабораторных условиях / А.А. Кидов, К.А. Матушкина, С.Н. Литвинчук, С.А. Блинова, К.А. Африн, Е.Г. Коврина // Современная герпетология. – 2016. – Т. 16, № 1 – 2. – С. 20 – 26.
7. Матушкина, К.А. и др. Первые результаты лабораторного размножения батурской жабы, *Bufo tatushi* Stoeck, Schmid, Steinleinet Grosse, 1999 / К.А. Матушкина, А.А. Кидов, С.Н. Литвинчук // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2017. – Т. 22, №5 – 1. – С. 955 – 959.

УДК 591.16:597.841

РОСТ И РАЗВИТИЕ БАТУРСКОЙ ЖАБЫ, *BUFOTESBATURAE* СТОЕСК, SCHMID, STEINLEIN, GROSSE, 1999 ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ПРЕМИКСОВ

Кондратова Татьяна Эдуардовна, аспирант кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, t.kondratova@rgau-msha.ru

Черненко Татьяна Александровна, обучающийся кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,

Турьева Мария Максимовна, обучающийся кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tarisha210104@gmail.com

Гуридова Дарья Владимировна, обучающийся кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, guridova04@mail.ru

Зудилина Анастасия Андреевна, обучающийся кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, anastasiaZAA04@yandex.ru

Иволга Роман Александрович, аспирант кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, romanivolga@rgau-msha.ru

Научный руководитель: **Кидов Артем Александрович**, д.б.н., заведующий кафедрой зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kidov@rgau-msha.ru

Аннотация: Использование кормового мела в качестве минерального премикса позволяет получать наилучшие приросты массы тела молоди батурской жабы с наименьшими затратами кормов, а также способствует раннему половому созреванию при сохранении высокой выживаемости.

Ключевые слова: зоокультура, *Bufo*, *Anura*, кормовые добавки

Многие виды земноводных находятся в уязвимом положении в естественной среде обитания из-за изменений окружающей среды, антропогенного пресса и других факторов [1]. В результате чего, содержание амфибий в неволе становится одним из основополагающих методов сохранения исчезающих и узкоареальных видов [2]. Основным составляющим для роста и развития животных в искусственных условиях является подбор полноценного рациона [3].

При подборе оптимальной диеты необходимо учитывать доступность кормовых ресурсов, их питательную ценность и экономическую целесообразность использования [4]. Особое значение имеет сохранение естественного баланса питательных веществ [3]. При этом следует учитывать не только соотношение макрокомпонентов, но также и микрокомпонентов. Поскольку диета земноводных в лабораториях сильно ограничена, им предлагают различные варианты минеральных комплексов с разным соотношением микроэлементов, что может влиять на темпы роста и набора массы тела земноводных. По этой причине работы, направленные на изучение влияния минеральных комплексов на рост и развитие бесхвостых земноводных являются актуальными.

Материал и методы. Материалом для эксперимента послужили сибсы батурской жабы, *Bufo* *baturae* Stoeck, Schmid, Steinlein, Grosse, 1999, полученные от лабораторного размножения одной родительской пары. Молодь жаб, прошедшая метаморфоз, была отобрана случайным образом для формирования трех экспериментальных групп, в зависимости от вида используемой кормовой добавки в их рационе (рис. 1). Животных содержали по стандартной методике [5].



Рис. 1. Схема эксперимента

Основным кормом для жаб служили домовые сверчки, *Achetadomesticus* Linnaeus, 1758, которых в избытке предлагали трижды в неделю. В качестве минеральных премиксов были выбраны кормовой мел, добавка «Рябушка» и премикс ExoticReptiAmMultiCal+. Перед каждым кормлением насекомых опудривали премиксом в зависимости от экспериментальной группы.

Животных, по достижению 5 месяцев, помещали в зимовку на 7 недель. В возрасте 18 месяцев животным во второй раз искусственно понижали температуру для поддержания биологических циклов на 17 недель (Kidov, 2014). На время зимовки животных помещали в контейнеры с субстратом из дубовых листьев, глубиной 10 см.

Статистическую обработку полученных данных выполняли в программах Microsoft Excel и Statistica.

Расчет кормового коэффициента производили по формуле:

$$KK = K_n / P_n,$$

где: КК – кормовой коэффициент, К – количество съеденной пищи, П – прирост массы тела, n – промежуток времени.

Коэффициент переваримости рассчитывали по формуле:

$$КП=(a-b)/a*100,$$

где: КП – коэффициент переваримости, а – количество потребленных питательных веществ, b – количество выделенных питательных веществ.

Результаты и обсуждение. По достижению возраста 24 месяцев нами были отмечены статистически значимые отличия по длине тела жаб из разных экспериментальных групп. Наиболее крупными по длине тела и массе были особи из первой опытной группы, которым в качестве премикса добавляли кормовой мел, а самыми мелкими – из третьей группы, которой добавляли «ExoticMenuReptiAmMultiCal+».

Выживаемость жаб за период выращивания не имела статистически значимых различий, и варьировала в среднем в разных группах от 80,0% до 86,9%. В группе, получавшей в качестве кормовой добавки мел, раньше всего (через 15 месяцев выращивания) произошла дифференциация самцов и самок по вторичным половым признакам.

Наименьшее значение кормового коэффициента было отмечено в 1 опытной группе и составило 33,74, что указывает на наименьшие кормовые затраты на единицу прироста массы в этой группе. Наибольший кормовой коэффициент был отмечен в 3 опытной группе и составил в среднем 37,41.

Наилучший коэффициент переваримости отмечен у группы, получавшей в качестве кормовой добавки «ExoticMenuReptiAmMultiCal+» (88,1%), несколько ниже – у группы, получавшей «Рябушку» (81,4%) и группы, получавшей кормовой мел (81,2%).

На выращивание жаб из первой опытной группы, которой в качестве минерального премикса добавлялся кормовой мел, количество затраченного корма оказалось наибольшим (табл. 1). Однако, из-за высокой стоимости премикса выращивание третьей группы было самым дорогостоящим (7711,53 руб.). Поскольку денежные затраты для получения единицы привеса в первой группе являются наименьшими, использование кормового мела в качестве минерального премикса является экономически наиболее выгодным.

Таблица 1

Затраты премикса и основного корма за период проведения эксперимента

Опытная группа	Цена 1 г премикса, руб.	Расход премикса за период эксперимента, г	Денежные затраты на использование премикса, руб.	Расход основного корма (сверчка), г	Стоимость затраченного кормового объекта (сверчок), руб.	Общая стоимость кормления (сверчок + премикс), руб.	Денежные затраты на кормление, руб.	
							на одну особь за 24 мес. выращивания	на 1 г прироста биомассы
1	0,19	40,25	7,84	2634,92	7699,33	7707,17	321,13	97,21
2	0,73	43,57	31,95	2538,89	7523,08	7555,03	302,20	99,15
3	13,18	35,52	468,15	2412,89	7243,38	7711,53	296,59	106,27

Таким образом, для выращивания жаб в лабораторных условиях в качестве кормовой добавки мы рекомендуем использовать кормовой мел, так как это позволяет получать наилучшие приросты массы с наименьшими затратами кормов, а также способствует раннему половому созреванию при сохранении высокой выживаемости.

Библиографический список

1. Luedtke, J.A. et al. Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats / J.A. Luedtke, J. Chanson, K. Neam et al. // Nature. – 2023. – № 622. – P. 308–314.
2. De Voe, R.S. Amphibian husbandry for the veterinary clinician / R.S. De Voe // Krieger Publishing Company. – 2010. – P. 6.
3. Кудрявцев, С.В. и др. Рептилии в террариуме / С.В. Кудрявцев, С.В. Мамед, В.Е. Фролов // М.: Сельская Новь, 1995. – 252 с.
4. Кидов, А.А. и др. Обзор методик зоокультуры редких и исчезающих земноводных России и сопредельных стран: опыт Тимирязевской академии / А.А. Кидов, Е.А. Кидова, Л.С. Дроздова, Я.А. Вяткин, Р.А. Иволга, Т.Э. Кондратова, К.А. Африн, А.А. Иванов // Труды Института зоологии Республики Казахстан. – 2021. – Т. 1, вып. 1. – С. 89–104.
5. Кидов, А.А. и др. Особенности размножения и раннего развития у самого высокогорного земноводного территории бывшего СССР – батурской жабы (*Bufotes batrachus*, Amphibia, Bufonidae) (по результатам лабораторных исследований) / А.А. Кидов, Р.А. Иволга, Т.Э. Кондратова, Е.А. Кидова // Зоологический журнал. – 2022. – Т. 101, № 2. – С. 153–164.

УДК 591.16:597.841

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИКОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МОЛОДИ *TRITURUSCARNIFEX* (AMPHIBIA, CAUDATA, SALAMANDRIDAE)

Кучерова Анастасия Олеговна, студентка кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nastya_kucheroval@mail.ru

Научный руководитель: **Кидов Артем Александрович**, заведующий кафедрой зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kidov_a@rgau-msha.ru

Аннотация: Представлены результаты оценки эффективности применения пробиотика «Энзимспорин» в кормлении молоди итальянского тритона (*Triturus carnifex*) при выращивании в искусственно созданной среде обитания. Личинкам после начала экзогенного питания до выхода на сушу препарат вносили в воду, а после метаморфоза – добавляли в корма.

Ключевые слова: итальянский тритон, тритон Лауренти, хвостатые земноводные, пробиотики, кормление.

Введение. В зоокультуре амфибий в последние годы большое внимание уделяется изучению факторов, способствующих повышению выживаемости и темпов роста молоди. Известно, что условия выращивания могут вызывать стресс у животных, изменять микробиом кишечника и снижать жизнеспособность особей. Поэтому актуальным становится поиск безопасных и эффективных методов коррекции этих процессов [2; 5; 6;]. Одним из перспективных путей повышения резистентности организма является использование пробиотиков – препаратов, содержащих бактерии, которые могут улучшать процессы пищеварения, усиливать иммунитет и снижать риск заболеваний [3–4]. Пробиотики уже нашли широкое применение в аквакультуре, однако эффективность их использования при выращивании амфибий остаётся недоказанной.

Материал и методы. Объектами исследования стали итальянские тритоны (*Triturus carnifex* (Laurenti, 1768)), полученные от лабораторного разведения по стандартной методике [1]. После выхода из яйца, предличинок измеряли и рассаживали по контейнерам, где они содержались до начала экзогенного питания. Дальнейшие исследования проводили в два этапа: 1) от начала внешнего питания до метаморфоза; 2) от выхода на сушу до возраста 40 недель.

На первом этапе личинок содержали по 10 экз. в полипропиленовых контейнерах марки «Самла» (производитель – ИКЕА, Россия) размером 28 × 19 × 14 см, наполненных 10 л воды каждый. Таким образом, начальная плотность посадки составляла 1 экз. на 1 л воды или 0,018 экз. на 532 см² площади дна.

Личинок выращивали по стандартной методике [1]. Кормление осуществляли ежедневно. Стартовым кормом служили живые науплиусы артемии (*Artemiasalina* Linnaeus, 1758), а, начиная с 20 суток – измельченные, а в последующем цельные размороженные личинки Chironomidae (мотыль) соответствующего размера. Корма задавали в избытке. Массу задаваемого и несъеденного корма не учитывали.

Подмену 1/3 объема воды на отстоянную того же состава осуществляли трижды в неделю. В контейнерах применяли принудительную аэрацию.

В контейнеры с опытными группами личинок добавляли пробиотик Энзимспорин. Ранее подобную методику апробировали на гуппи Максименкова с соавторами [4]. Дозировку препарата (по 0,01 мг пробиотика на контейнер еженедельно) определяли согласно инструкции производителя. Контрольные группы содержали без добавления пробиотика. Каждый вариант выращивания (опыт и контроль) осуществляли в двукратной повторности.

После прохождения метаморфоза у животных измеряли общую длину (TL) и массу. После этого начинали второй этап исследования: тритонов помещали в такие же по размерам контейнеры, но не наполненные водой. Субстратом служили вискозные салфетки марки «Еconta» (производитель – Торговый дом, Россия), которые промывали под проточной водой еженедельно. Также контейнеры были оборудованы укрытиями, поилками и кормушками.

Тритонов для кормления высаживали в воду. Контрольной группе предлагали размороженного мотыля вволю без добавления пробиотика. Экспериментальной группе также предлагался размороженный мотыль, но смешанный с сухим препаратом.

Тритонов при выращивании на суше измеряли и взвешивали каждый месяц.

Статистическую обработку материала осуществляли при помощи пакета программ MSExcel. Для оценки статистической значимости наблюдаемых различий рассчитывали U-критерий Манна – Уитни ($U_{\text{эмп}}$).

Результаты и обсуждение. Личинки при температуре воды 23°C начали выходить на метаморфоз на 74 сутки в контрольной группе и на 75 сутки в опытной группе. Длительность личиночного развития и выживаемость значимо не различались в обеих группах ($p > 0.05$). Масса и длина тритонов при выходе на сушу в разных группах не имела достоверных различий (табл. 2).

Через 1 месяц после выхода на сушу молодь итальянского тритона в контрольной группе в среднем увеличила длину на 4 мм (5%), а массу на – 0,16 г (13%). Через два месяца от метаморфоза общая длина молоди увеличилась в среднем на 13 мм (22%), а масса на 1,22 г (104%). Через 6 месяцев общая длина молоди в среднем увеличилась на 30 мм (50%), а масса на 2,33 г (198%).

В опытной группе через месяц после метаморфоза молодь тритона в среднем увеличила массу на 0,12 г – 8%. На второй месяц исследования масса в среднем увеличилась на 1,32 г – 98%. Через 6 месяцев масса тритонов в среднем увеличилась на 2,46 г – 184%. Общая длина у тритонов в опытной группе через 1 месяц после метаморфоза в среднем увеличилась на 7 мм (13%), через два месяца – на 19 мм (34%), через 6 месяцев длина тритонов увеличилась на 32 мм (56%). Несмотря на то, что опытная группа продемонстрировала в среднем более высокие размерно-весовые показатели, различия не были статистически значимы.

Таблица 1

Масса молоди *Triturus carnifex* на различных этапах выращивания

Группа	Повторность	Масса молоди, г <u>M±SD(n)</u>

		min-max			
		при выходе на сушу	через 1 месяц после метаморфоза	через 2 месяца после метаморфоза	через 6 месяцев после метаморфоза
Контроль	1	$1,13 \pm 0,03(7)$ 0,91–1,42	$1,45 \pm 0,29(7)$ 1,03–1,88	$2,33 \pm 0,63(7)$ 1,29–2,63	$3,3 \pm 0,8(7)$ 1,82–4,27
	2	$1,21 \pm 0,05(6)$ 1,03–1,33	$1,21 \pm 0,16(6)$ 0,94–1,42	$2,45 \pm 0,15(6)$ 1,32–2,60	$3,7 \pm 0,4(6)$ 3,0–4,95
	Среднее	$1,17 \pm 0,04$ 0,91–1,42	$1,33 \pm 0,23$ 0,94–1,88	$2,39 \pm 0,39$ 1,26–2,63	$3,5 \pm 0,7$ 1,82–4,95
Опыт	1	$1,37 \pm 0,32(7)$ 0,89–1,38	$1,35 \pm 0,12(7)$ 0,71–1,35	$2,58 \pm 0,34(7)$ 1,46–2,37	$3,0 \pm 0,2(7)$ 2,96–4,24
	2	$1,31 \pm 0,12(5)$ 1,34–1,89	$1,58 \pm 0,36(5)$ 1,27–2,02	$2,75 \pm 0,45(5)$ 1,51–3,37	$4,6 \pm 0,3(5)$ 3,67–5,48
	Среднее	$1,34 \pm 0,22$ 0,89–1,89	$1,46 \pm 0,24$ 0,71–2,02	$2,66 \pm 0,39$ 1,46–3,37	$3,8 \pm 0,5$ 2,96–5,48

Таблица 2

Длина тела с хвостом у молоди *Triturus carnifex* на различных этапах выращивания

Группа	Повторность	Общая длина молоди, мм $M \pm SD(n)$ min-max			
		при выходе на сушу	через 1 месяц после метаморфоза	через 2 месяца после метаморфоза	через 6 месяцев после метаморфоза
Контроль	1	$56,37 \pm 3,95(7)$ 51,3–60,7	$62,35 \pm 4,46(7)$ 61,7–73,1	$70,58 \pm 4,15(7)$ 60,9–85,4	$85,6 \pm 7,6(7)$ 72,5–99,8
	2	$58,86 \pm 2,60(6)$ 56,4–60,2	$60,08 \pm 3,25(6)$ 61,0–69,5	$69,75 \pm 2,32(6)$ 62,3–74,2	$88,7 \pm 6,1(6)$ 77,7–99,1
	Среднее	$57,59 \pm 3,27$ 51,3–60,2	$61,21 \pm 3,85$ 61,0–73,1	$70,16 \pm 3,23$ 60,9–85,4	$87,0 \pm 7,0$ 72,5–99,8
Опыт	1	$56,97 \pm 3,29(7)$ 54,9–61,3	$61,33 \pm 3,26(7)$ 56,5–67,1	$73,98 \pm 4,25(7)$ 66,8–77,5	$87,0 \pm 20,5(7)$ 80,8–92,8
	2	$58,59 \pm 3,47(5)$ 56,3–66,0	$67,66 \pm 3,84(5)$ 61,4–70,0	$79,5 \pm 3,43(5)$ 63,9–84,4	$93,5 \pm 15,1(5)$ 90,1–101,0
	Среднее	$57,62 \pm 3,37$ 54,9–66,0	$64,49 \pm 3,55$ 56,5–70,0	$76,74 \pm 3,84$ 63,9–84,4	$89,1 \pm 32,0$ 80,8–101,0

Таким образом, применение пробиотика «Энзимспорин» не оказало значимого влияния на рост и развитие молоди хвостатых земноводных, однако отмечается тенденция на увеличение размеров молоди в опытной группе.

Библиографический список

1. Кидов, А. А., Немыко, Е. А. Размножение тритона Ланца, *Lissotriton lantzi* (Wolterstroff, 1914) (Salamandridae, Amphibia) в искусственных условиях // Современная герпетология. – 2018. – Т. 18, вып. 3/4. – С. 125–134.
2. Кононенко, С. И., Юрина, Н. А., Данилова, А. А. Рыбоводное обоснование применения кормовых пробиотиков // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны: материалы II национальной научно-практической конференции. – 2017. – С. 56–61.

3. Любомирова, В. Н., Романов, В. В., Ракова, Л. Ю. Результативность эндогенного и экзогенного использования пробиотика "Споротермин" на разных этапах онтогенеза африканского клариевого сома // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2018. – № 4 (44). – С.

4. Максименкова, А. А., Оганесова, Е. В., Ериков, Н. А. Оценка действия высоких концентраций пробиотической биологически активной добавки (БАД) «Энзимспорин» на рыб // Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. – Москва: Издательство, 2019. – С. 108–113.

5. Фёдорова, О. В., Назмиева, А. И., и др. Пробиотические препараты на основе микроорганизмов рода *Bacillus* // Вестник технологического университета. – 2016. – Т. 19, № 15.

6. Samara, H. Effect of Probiotics to Betta Fish (*Betta splendens* Regan, 1910) / H. Samara et al. // 5th International Conference on Fisheries and Marine Science. – 2023.

УДК 636.52/.58 : 636.087.7 : 612.3

ВЛИЯНИЕ ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА И СИНТЕТИЧЕСКИХ АМИНОКИСЛОТ НА ПИЩЕВАРЕНИЕ И МИНЕРАЛЬНЫЙ ОБМЕН КУР-НЕСУШЕК

Лопатина Виктория Васильевна, аспирант кафедры физиологии и этологии животных ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева», vikki9604@yandex.com

Аннотация: Изучено влияние пшеничного рациона, обогащённого витаминно-минеральным комплексом (ВМК) отдельно и в комбинации с синтетическими аминокислотами (АМК), на активность пищеварительных ферментов и показатели минерального обмена в дуоденальном химусе кур-несушек. Через 1 час после кормления переход с промышленного комбикорма на рацион с пшеницей и ВМК сопровождался снижением активности щелочной фосфатазы (ALP) на 23 % и содержания кальция (Ca) на 79,9 % ($p < 0,05$); через 2 часа содержание Ca оставалось ниже на 78,0 % ($p < 0,05$). В группе с добавлением АМК активность ALP снижалась на 23 %, содержание Ca — на 81,7 % через 1 час, и на 79,2 % через 2 часа ($p < 0,05$). Уровень фосфора в обеих опытных группах был достоверно ниже, чем в контроле: на 20,4 % через 1 час и на 21,2 % через 2 часа, при этом различия между опытными группами не выявлены. Добавление АМК не привело к нормализации минерального обмена, что, возможно, связано с конкуренцией растворимых аминокислот за транспортные системы и отсутствием ферментной поддержки (например, фитазы). Полученные данные подчёркивают необходимость обязательного включения ВМК и ферментных добавок при использовании пшеницы в рационах кур-несушек; дозы АМК следует корректировать с учётом фактической ферментативной активности птицы.

Ключевые слова: куры-несушки, пшеница, витаминно-минеральный комплекс, синтетические аминокислоты, трипсин, щелочная фосфатаза, кальций, фосфор

Пшеница широко используется в рационах сельскохозяйственной птицы благодаря высокой обменной энергии, доступности и технологической пригодности. Однако её питательная ценность ограничивается рядом факторов: белок пшеницы беден незаменимыми аминокислотами — метионином и лизином, а также содержит антипитательные вещества, такие как фитиновая кислота, связывающая кальций и фосфор, и растворимые некрахмалистые полисахариды (NSP), повышающие вязкость химуса и препятствующие нормальному пищеварению. Повышенная вязкость кишечного содержимого нарушает гидролиз и транспорт питательных веществ, особенно белков и минеральных соединений, что может снижать продуктивность и усвоение корма. Как показано в обзоре Alagawany и соавт. [1], включение экзогенных ферментов, таких как ксиланаза, фитаза и протеаза, в рационы на основе зерновых культур способствует разложению NSP, снижению вязкости

химуса, улучшению доступности макро- и микронутриентов и, в целом, повышает эффективность кормления. Несмотря на это, в ряде хозяйств использование ферментов ограничено по экономическим или технологическим причинам. В таких условиях важно оценивать альтернативные подходы к повышению биодоступности питательных веществ — в частности, посредством обогащения рационов витаминно-минеральными комплексами (ВМК) и синтетическими аминокислотами (АМК).

Согласно данным Sinclair-Black и др.[2], недостаток кальция, фосфора и витамина D нарушает физиологические механизмы их усвоения, что может способствовать снижению продуктивности и метаболической эффективности у несушек.

Как показано в работе Raza и соавт. [3], комбинированное применение витамина D и фитазы повышает всасывание кальция и фосфора и улучшает продуктивные показатели у бройлеров, подтверждая важность питания для регуляции минерального обмена. Несмотря на то что в нашем исследовании фитаза и витамин D не использовались, аналогичные механизмы могут частично объяснять эффекты витаминно-минеральных комплексов (ВМК) и синтетических аминокислот (АМК).

Цель работы – оценить влияние витаминно-минерального комплекса (ВМК) отдельно и в комбинации с синтетическими аминокислотами (АМК) на активность пищеварительных ферментов и показатели минерального обмена в дуоденальном химусе кур-несушек при кормлении пшеничным рационом.

Материал и методы. Эксперимент проведён на базе вивария РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (г. Москва, 2025 г.) на девяти курах-несушках кросса «Хайсекс Уайт» с установленными дуоденальными фистулами. Для определения ферментативной активности, содержание кальция (Са) и фосфора (Р) дуоденального химуса применялись фистульные технологии и использовался полуавтоматический биохимический анализатор BS 3000M (Sinnova, КНР).

Физиологические опыты проводили по утрам. Пробы дуоденального химуса отбирались через 1 и 2 часа после кормления. Количество подопытных птиц определялось в соответствии с методическими рекомендациями ВНИТИП, согласно которым для проведения физиологических опытов отбирают не менее 3 особей взрослой птицы и 3–6 голов молодняка (Российская акад. с.-х. наук, 2013) [4]. Птиц распределяли по группам методом случайной выборки на три группы ($n=3$): контроль - основной рацион, опытная группа 1 - пшеница + ВМК (коммерческий премикс); опытная группа 2 - пшеница + ВМК + АМК (метионин, лизин, лейцин, тирозин, аргинин в соответствии с нормами ВНИТИП). Активность трипсина в дуоденальном химусе определяли, используя в качестве субстрата нитроанилид бензоил DL-аргинина (BAPNA), кинетическим методом (Вертипрахов, Грозина, 2018), а щелочной фосфатазы, уровень кальция и фосфора — с использованием реактивов («ДиаВет», Россия) [5]. Статистическая обработка данных осуществлялась методами вариационной статистики с использованием t-критерия Стьюдента. Достоверность различий считалась значимой при $p<0,05$.

Результаты и обсуждения. Через 1 ч после кормления (таблица 1) в первой опытной группе у кур, получавших рацион на основе пшеницы с витаминно-минеральным комплексом (ВМК), наблюдалось снижение активности щелочной фосфатазы (ALP) на 23 % по сравнению с контрольной группой ($p<0,05$). Содержание кальция в дуоденальном химусе при этом было снижено на 79,9 % ($p<0,05$). Уровень фосфора в этой группе также снижался — на 20,4 % по сравнению с контролем ($p<0,05$).

Во второй опытной группе (пшеница с добавлением ВМК и синтетических аминокислот) через 1 час после кормления снижение активности ALP составило 23 % ($p<0,05$), а снижение содержания кальция — 81,7 % по сравнению с контрольной группой ($p<0,05$). Уровень фосфора был снижен на 20,4 % ($p<0,05$), аналогично первой опытной группе.

Таблица 1

Показатели дуоденального химуса через 1 ч после кормления ($M\pm m$)

Показатель	Контроль M±m	Пшеница + ВМК M±m	Пшеница + ВМК + АМК M±m
Трипсин, Ед/л	2248,9 ± 118,6	1940,2 ± 138,1	1881,4 ± 143,3
ALP, Ед/л	5389,1 ± 379,3	4133,5 ± 356,2*	4126,4 ± 369,7*
Са, ммоль/л	50,3 ± 5,0	10,1 ± 1,2*	9,2 ± 1,2*
Р, ммоль/л	10,3 ± 0,7	8,2 ± 0,3*	8,2 ± 0,3*

Примечание: * – различие между группами при $p < 0,05$.

Через 2 часа после кормления (таблица 2) содержание кальция оставалось достоверно ниже контрольной: на 78,0 % в группе с ВМК и на 79,2 % в группе с ВМК + АМК ($p < 0,05$). Уровень фосфора снижался в обеих опытных группах на 21,2 % ($p < 0,05$). Однако различий между двумя опытными группами по показателям фосфора не выявлено.

Таблица 2

Показатели дуоденального химуса через 2 ч после кормления (M±m)

Показатель	Контроль M±m	Пшеница + ВМК M±m	Пшеница + ВМК + АМК M±m
Трипсин, Ед/л	2368,2 ± 122,1	2127,9 ± 178,3	1995,6 ± 165,6
ALP, Ед/л	4193,4 ± 252,3	3841,0 ± 407,9	3614,6 ± 395,1
Са, ммоль/л	41,3 ± 3,5	9,1 ± 0,9*	8,6 ± 1,0*
Р, ммоль/л	10,4 ± 0,7	8,2 ± 0,3*	8,2 ± 0,3*

Примечание: * – различие между группами при $p < 0,05$.

Активность трипсина в обеих опытных группах имела тенденцию к снижению по сравнению с контролем, однако различия не достигали статистической значимости ($p > 0,05$), и потому не рассматривались как надёжный маркер изменений в протеолитической активности. Это подчёркивает, что ферментативный профиль лучше оценивать по совокупности данных, включая ALP как индикатор минерального транспорта.

Выявленный минеральный дефицит, вероятно, обусловлен несколькими механизмами. Во-первых, фитиновая кислота образует нерастворимые комплексы с кальцием и фосфатом, затрудняя их усвоение при отсутствии фитазы. Во-вторых, снижение активности щелочной фосфатазы нарушает гидролиз фосфорорганических соединений [6]. Несмотря на частичную поддержку ферментативной активности со стороны ВМК, полностью нормализовать показатели минерального обмена не удалось. Добавление набора синтетических аминокислот (метионин, лизин, тирозин, аргинин, лейцин) не привело к улучшению ситуации и сопровождалось усилением дефицита Са. Это может быть связано с конкуренцией растворимых АМК за транспортные системы в энтероцитах, а также с возможной отрицательной обратной регуляцией секреции фосфатаз.

Важность аминокислотного обеспечения, особенно метионина, подчёркнута в работе An & Kong [7], где показано, что его дефицит ограничивает эффективность белкового обмена.

Полученные результаты подчёркивают, что при использовании пшеницы в рационах кур-несушек необходимо обязательное включение витаминно-минерального комплекса в сочетании с ферментными препаратами (например, фитазой). Аминокислотное балансирование должно осуществляться с учётом фактической ферментативной активности и биодоступности нутриентов, особенно кальция и фосфора.

Выводы. 1. Пшеничный рацион с витаминно-минеральным комплексом (без фитазы и аминокислотного корректирования) снижает активность щелочной фосфатазы и приводит к дефициту Са и Р по сравнению с промышленным комбикормом. 2. Дополнение пшеничного рациона набором синтетических аминокислот без ферментной поддержки не улучшает ферментативную активность и усугубляет дефицит Са. 3. Для профилактики минерального и ферментативного дисбаланса пшеничный рацион должен включать ВМК в сочетании с

фитазой, а дозы АМК следует подбирать с учётом фактической ферментативной активности птицы.

Библиографический список

1. Alagawany M., Elnesr Sh. S., Farag M. R. The role of exogenous enzymes in promoting growth and improving nutrient digestibility in poultry // Iranian Journal of Veterinary Research. 2018. V. 19, № 3. P. 157–164.
2. Sinclair-Black M., Matthews P., Rajić N. и др. Physiological Regulation of Calcium and Phosphorus Utilization in Laying Hens // Frontiers in Physiology. 2023. V. 14. Article 1112499.
3. Raza A., Ali S., Khalil F. и др. Effect of Vitamin D and Phytase on Growth, Blood Mineral Level and Slaughter Parameters of Broilers // Pakistan Journal of Zoology. 2021. V. 53, № 2.
4. Российская академия сельскохозяйственных наук. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. Молекулярно-генетические методы определения микрофлоры кишечника [Текст] / Российская академия сельскохозяйственных наук, Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства Россельхозакадемии; [разраб. И. А. Егоров и др.]. – Сергиев Посад : ВНИТИП, 2013. – 51 с.
5. Вертипрахов В. Г., Грозина А. А. Способ оценки адаптации пищеварения птицы к ингредиентному составу рациона : пат. 2742175 Российская Федерация. Оpubл. 02.02.2021.
6. Santos, A.S., et al. Intestinal alkaline phosphatase: A review of this enzyme role in the intestinal barrier function // Microorganisms. – 2022. – V. 10(4). – P. 746.
7. An S.-H., Kong C. Estimation of Optimal and Maximum Standardized Ileal Digestible Methionine Requirements Based on Performance for Male Broilers Aged 0 to 21 Days // Animals. 2025. V. 15. Article 278.

УДК 636.52/.58

СКИПИДАРНАЯ ПРОБА КАК ИНДИКАТОР СТРЕСС-УСТОЙЧИВОСТИ У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ КРОССА СМЕНА-9 ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТРЕСС- ПРОТЕКТОРНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Мурадян Екатерина Андреевна, ассистент кафедры физиологии, этологии и биохимии животных ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева, muradyan@rgau-msha.ru

Аннотация: в данной статье рассмотрена скипидарная проба как метод диагностики стрессовой реакции у цыплят-бройлеров и влияние стресс-корректирующих препаратов на результаты пробы. В качестве стресс-фактора в нашем исследовании выступала увеличенная плотность посадки.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, стресс-протекторные препараты, гидроксизин, аскорбиновая кислота, скипидарная проба

В наши дни наблюдается глобальное повышение температуры, интенсивность животноводства увеличивается, тепловой стресс и стресс от увеличенной плотности посадки стали распространенной угрозой для домашней птицы, что приводит к огромным экономическим потерям в птицеводстве [1]. Предыдущие исследования доказали, что стресс вызывает серьезные неблагоприятные последствия на показатели роста и потребления корма, ухудшение качества продукции и увеличения числа патологических процессов в разных системах органов, а также нежелательные иммунные реакции, приводящие к повышенной

смертности у домашней птицы. Перспективным подходом, способствующих повышению продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы, является диагностика стресс-чувствительности и профилактика стрессовых воздействий [2].

Клиническими проявлениями стресса у бройлеров можно считать пониженный аппетит вплоть до полного отказа от корма, учащённое дыхание через широко раскрытый клюв, цианоз видимых слизистых оболочек, гребня и серёжек, гипертермию, мышечный тремор, повышенную возбудимость, страх, взъерошенное оперение и выпадение перьевого покрова. Во время реакции на стрессор в организме птицы выделяются гормоны стресса, оказывающие негативное влияние на метаболизм [3,4].

Тепловой стресс снижает иммунную функцию птицы через гуморальный иммунный ответ, например, хронический увеличивает продукцию глюкокортикоиды на периферическом уровне, которые в свою очередь синтез провоспалительных цитокинов [5]. У бройлеров с повышенным уровнем кортикостерона наблюдается снижение числа лимфоцитов, что приводит к более высокому соотношению Г/Л [4].

Материал и методы. Исследования по выявлению влияния стресс-протекторных препаратов на показатели стресса цыплят-бройлеров проводили на базе учебно-производственного птичника РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в г. Москве, Северном административном округе, Тимирязевском районе. Экспериментальные исследования были проведены на 75 цыплятах-бройлерах кросса «Смена-9» в течение 36 дней.

В опытный период птица содержалась в боксе напольным методом в 5 группах, сформированных в соответствии с вводимыми в основной рацион стресс-протекторными препаратами, а также методом аналогов с учётом живой массы и клинического состояния. Подстилка опилки 10 см, поилки ниппельные, кормление из бункерных кормушек. Таким образом, были сформированы группы «Контроль» без введения препаратов и влияния стресс-фактора, «Аскорбиновая кислота», «Гидроксизин», «Гидроксизин+Аскорбиновая кислота» и группа «Стресс». Стресс-фактором выступала плотность посадки, для контрольной группы плотность посадки составляла 20 кг живой массы/м², для остальных групп 30 кг/м². Плотность посадки регулировалась при помощи передвижных ограждений с ежедневным учётом динамики привеса живой массы птицы.

Аскорбиновую кислоту опытные группы получали вместе с водой в дозировке 200 мг/литр воды, а гидроксизин – вместе с комбикормом в дозировке 5 мг/кг живой массы птицы дважды в день. Действующее вещество гидроксизин птица получала в виде препарата «Атаракс», выпускаемый в форме таблеток. Таблетки предварительно измельчались до состояния порошка и растворялись в воде, после чего полученным раствором орошался комбикорм и скармливался опытным группам дважды в день.

Для определения стрессовой чувствительности способ, описанный Мифтахутдиновым А.В., заключающийся в моделировании локального адаптационного синдрома путем внутрикожного введения 70%-ного раствора скипидара в область бородки или гребешка в дозе 0,1 мл и оценки результатов реакции по степени выраженности признаков острого асептического воспаления через 24 ч после постановки пробы. Оценивались изменения показателя гетерофилы/лимфоциты, который является показателем стрессированности птиц.

Результаты и их обсуждение. В результате оценки стресса у цыплят-бройлеров методом скипидарной пробы были получены следующие данные, представленные в таблице 1 и 2. Стоит отметить, что в группе «Контроль» отношение гетерофилов к лимфоцитам через 24 часа после введения скипидара снижалось на 42%, в группе «Гидроксизин» - на 7%, в группе «Гидроксизин + аскорбиновая кислота» - на 21%, а в группах «Стресс» и «Аскорбиновая кислота», напротив, повышалось – на 85% и 32% соответственно. В группе «Стресс» было замечено достоверное увеличение отношения Г/Л по критерию Манна-Уитни. Добавление аскорбиновой кислоты в рацион бройлеров является хорошо изученным методом снижения стресса и улучшения антиоксидантной активности. Добавление только аскорбиновой кислоты приводит к меньшему увеличению индекса Г/Л, чем в группе «Стресс». Наилучшие результаты были заметны в группе «Контроль», однако добавление

анксиолитика гидроксизина снижало индекс Г/Л. Наилучшие результаты были при использовании комбинации аскорбиновой кислоты и гидроксизина.

Таблица 1

Лейкограмма цыплят-бройлеров до введения скипидара

Группа	«Контроль»	«Стресс»	«Гидроксицин»	«Аскорбиновая кислота»	«Гидроксицин + аскорбиновая кислота»
Гетерофилы $\times 10^9/\text{л}$	$2.37 \pm 0,40$	$1.21 \pm 0,31$	$1.51 \pm 0,32$	$1.34 \pm 0,44$	$1.56 \pm 0,23$
Лимфоциты $\times 10^9/\text{л}$	$1.35 \pm 0,21$	$2.27 \pm 0,42$	$2.20 \pm 0,42$	$1.58 \pm 0,32$	$1.84 \pm 0,41$
Гетерофилы/ Лимфоциты	$1.84 \pm 0,33$	$0.54 \pm 0,18$	$0.70 \pm 0,11$	$0.84 \pm 0,29$	$0.97 \pm 0,23$

Таблица 2

Лейкограмма цыплят-бройлеров через 24 часа после введения скипидара

Группа	«Контроль»	«Стресс»	«Гидроксицин»	«Аскорбиновая кислота»	«Гидроксицин + аскорбиновая кислота»
Гетерофилы $\times 10^9/\text{л}$	$1.25 \pm 0,21$	$1.09 \pm 0,27$	$0.81 \pm 0,08$	$1.37 \pm 0,10$	$2.06 \pm 0,34$
Лимфоциты $\times 10^9/\text{л}$	$1.23 \pm 0,09$	$0.95 \pm 0,22$	$1.26 \pm 0,07$	$1.26 \pm 0,06$	$3.47 \pm 0,31$
Гетерофилы/ Лимфоциты	$1.07 \pm 0,22$	$1.15 \pm 0,17$	$0.65 \pm 0,06$	$1.11 \pm 0,10$	$0.76 \pm 0,13$

Таким образом, было установлено, что стресс-чувствительные куры склонны к значительному увеличению отношения гетерофилов к лимфоцитам, что связано со снижением числа лимфоцитов в крови из-за воздействия иммуносупрессоров таких как кортикостерон. Применение специальных антистрессовых препаратов снижают негативных эффект от технологического стресса на иммунную систему цыплят-бройлеров.

Заключение. Кортикостерон является основным глюкокортикоидом, участвующим в регуляции потребления корма, набора веса, работы иммунных органов и врожденного иммунитета у домашней птицы. Добавление витамина С способствует снижению повышенного уровня кортикостерона и соотношения Г/Л. Хорошие результаты продемонстрировала добавка в рацион цыплят-бройлеров комбинация аскорбиновой кислоты и гидроксизина. Использование антистрессовых препаратов является перспективным направлением в птицеводстве, т.к. снижение или полное исключение факторов стресса зачастую не представляется возможным. Различные препараты и добавки смогут повысить активность иммунной системы организма бройлеров, что приведет к лучшей выживаемости и увеличению конверсии корма, что позитивно скажется на экономической ситуации в птицеводстве.

Библиографический список

1. Мифтахутдинов А.В. Оценка информативности физиологических показателей стрессчувствительности у кур / А. В. Мифтахутдинов // Проблемы биологии продуктивных животных, 2012. – №1. – С. 46–52.

2. Мурадян, Е. А. Показатели стресс-устойчивости у цыплят-бройлеров при использовании стресс-протекторных препаратов / Е. А. Мурадян, В. И. Макаева // Тимирязевский биологический журнал. – 2024. – № 2. – С. 86-90.

3. Liu, Y., Liu, Z., Xing, T., Li, J., Zhang, L., Zhao, L., & Gao, F. (2023). Effect of chronic heat stress on the carbonylation of glycolytic enzymes in breast muscle and its correlation with the growth performance of broilers. *Poultryscience*, 102(12), 103103.

4. Siddiqui, S. H., Kang, D., Park, J., Khan, M., Belal, S. A., Shin, D., & Shim, K. (2021). Altered relationship between gluconeogenesis and immunity in broilers exposed to heat stress for different durations. *Poultryscience*, 100(8), 101274.

5. Zhang, Y., Chen, H., Cong, W., Zhang, K., Jia, Y., & Wu, L. (2023). Chronic Heat Stress Affects Bile Acid Profile and Gut Microbiota in Broilers. *International journal of molecular sciences*, 24(12), 10238.

УДК: 57.023

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ У ПРЕДЛИЧИНОК РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

Сафонова Станислава Сергеевна, ассистент кафедры морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Sfalij@yandex.ru

Аннотация: В ходе исследования выявлено, что в течение первых двух недель постнатального онтогенеза большая часть погибших предличинок радужной форели имела какие-либо аномалии в развитии (61,1%). Среди них в результате нарушений выклева погибло 28,0% предличинок, а 27,1% имели деформации осевого скелета.

Ключевые слова: предличинки, радужная форель, деформации скелета.

Наиболее трудоемкими процессами в индустриальном рыбоводстве являются доинкубация и подращивание молоди. В первую очередь это касается ценных видов рыб, к которым относятся лососевые, поскольку эти гидробионты достаточно требовательны к ряду биотических и абиотических факторов. В числе наиболее критических периодов для выживания молоди – процесс выхода эмбрионов из оболочки икры. Отход молоди ладужской палии может достигать 30 – 60%, а радужной форели – более 20% [2]. Низкий уровень выживаемости молоди на данном этапе может быть обусловлен множеством причин, таких как температурный режим, гидрохимические показатели, неправильный подбор производителей и др. Кроме того, на гибель предличинок оказывает существенное влияние возникновение большого разнообразия аномалий у ранней молоди рыб. Данные нарушения развития могут быть спровоцированы как генетическими факторами, так и условиями содержания рыб [1,4]. Аномалии в развитии молоди являются довольно частым явлением при искусственном выращивании, поскольку контроль за ходом развития молоди осуществляет человек. Неправильное развитие личинок приводит к существенному замедлению их роста, массовой гибели и, соответственно, к значительным экономическим потерям для рыбохозяйственных предприятий.

Изучение различных патологических изменений в раннем онтогенезе и установление причин их возникновения позволит обеспечить наиболее благоприятные условия при выращивании рыб для получения качественного посадочного материала.

Проведенные ранее отечественными и зарубежными авторами исследования нарушений развития гидробионтов охватывают пресноводные и морские виды рыб, относящиеся к различным таксономическим группам [3,4,5,6,7]. Однако не всем представителям отечественной ихтиофауны, которые могут быть объектами культивирования в искусственных условиях в целях поддержания биоразнообразия, оказано должное внимание.

Целью данного исследования является определение характера и частоты возникновения нарушений развития, ведущих к гибели при выклеве, у молоди радужной форели.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе Межкафедрального учебно-научного центра развития животноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Объектом исследования служили предличинки радужной форели в период выклева. Рыбы содержались в трех деревянных сетчатых лотках полезной площадью 700 см², размещенных в установке замкнутого водообмена. Установка снабжена механической и биологической фильтрацией, аэрацией и охлаждением воды. С момента начала выклева ежедневно проводилась фиксация погибших особей в 10% формалине, их учет и описание. Материал обработан статистически с помощью программного обеспечения MicrosoftOfficeExcel.

Результаты исследований. На начальных этапах развития исследуемых рыб наблюдались различные онтогенетические аномалии, приводящие к их гибели. Наибольшее количество таких нарушений отмечалось в период выклева. В первую очередь, среди аномалий на данном этапе наблюдалось такое явление как неправильный (или неполный) выход из оболочек икринки. В норме первоначально выклевывается хвост предличинки, а затем остальные части тела. Если же выклев происходит головой или желточным мешком «вперед», велика вероятность гибели особи вследствие травм и удушья оболочкой икринки (Рис. 1-1,2). В течение первых 4 суток после начала выклева именно на долю данной аномалии пришлось наибольшее количество погибших рыб (Таблица). Следует отметить, что при искусственном высвобождении из оболочек икры предличинки, которые не смогли самостоятельно выклюнуться, жили не более суток, при этом не двигаясь и не проявляя реакции на внешние раздражители.

Отмечались также аномалии развития у некоторых погибших в икре особей. У них были выявлены следующие нарушения: микрофтальм (уменьшенные размеры одного или обоих глаз), отсутствие одного или обоих глаз, ацефалия (уменьшенные размеры головы), уменьшенные размеры желточного мешка, укороченное тело, недоразвитие зародыша в целом. Кроме того, в начале выклева у предличинок, уже вышедших из икры, наблюдались такие нарушения как лордоз, кифоз (Рис. 1-4), резкие заломы хвостового или головного конца тела книзу или вбок (Рис. 1-5,6), спирально закрученное вокруг желточного мешка тело (Рис. 1-3), волнообразные искривления позвоночника (Рис. 1-7), а также микрофтальм.



Рис. 1 – Онтогенетические нарушения молоди радужной форели

1 – выход из икринки вначале желточного мешка; 2 – выход из икринки вначале головного конца тела; 3 – спирально закрученное туловище; 4 – кифоз (седловидность); 5 – резкий залом хвоста вбок; 6 – резкие заломы головного и хвостового концов тела книзу; 7 – волнообразное искривление позвоночника.

Особь с искривлениями осевого скелета зачастую имели уменьшенный по сравнению с нормальными предличинками желточный мешок. В течение нескольких дней они могли жить, находясь в положении лёжа на боку и периодически совершая быстрые, резкие хаотичные движения всем телом, вращаясь вокруг одной точки. Вскоре такие предличинки погибали.

Несмотря на то, что молодь со значительными искривлениями позвоночника обнаруживались в течение более двух недель после начала выклева, с наступлением этапа смешанного питания они погибли, поскольку не могли полноценно и достаточно активно захватывать корм.

Таблица

Встречаемость онтогенетических нарушений предличинки радужной форели, в % от суточного отхода

Сутки с начала выклева	Нарушения в развитии молоди			Погибшие особи без видимых аномалий
	аномалии выклева	деформации осевого скелета	летальные аномалии эмбрионального развития	
1	55,5	3,1	16,4	25,0
2	64,2	7,5	17,0	11,3
3	59,3	13,6	7,6	19,5
4	48,1	27,8	9,3	14,8
5	17,6	42,9	3,4	36,1
6	7,0	42,0	-	51,0
7	-	25,6	-	74,4
8	-	33,3	-	66,7
9	-	41,9	-	58,1
10	-	30,0	-	70,0
11	-	58,6	-	41,4
12	-	47,8	-	52,2
13	-	35,3	-	64,7
14	-	40,0	-	60,0

Закключение. В течение первых двух недель постнатального онтогенеза большая часть погибших особей имела какие-либо аномалии в развитии (61,1%). Среди них в результате неправильного выклева погибло 28,0% предличинки, а 27,1% имели деформации осевого скелета. Количество невыклюнувшихся особей с явными эмбриональными аномалиями было не столь велико. Остальные погибшие эмбрионы и предличинки видимых внешних онтогенетических нарушений не имели.

Библиографический список

1. Акимова Н.В. Атлас нарушений в гаметогенезе и строении молоди осетровых / Акимова Н.В., Горюнова В.Б., Микодина Е.В., Никольская М.П., Рубан Г.И., Соколова С.А., Шагаева В.Г., Шатуновский М.И. – М.: ВНИРО, 2004. - 120 с.
2. Дзюбук И.М., Рыжков Л.П. 2014. Рост молоди радужной форели в садковых хозяйствах Карелии. Ученые записки ПетрГУ, № 2: 11 – 14.
3. Ларина Т.М. Причины деформации нотохорда культивируемой молоди трески *Gadus morhua* Linnaeus – 2011/ Автореф. дисс... кандидата биол. наук. – М., 2011. – 24 с.
4. Новосадова А.В. Морфологические нарушения в раннем онтогенезе у осетровых рыб у потомства культивируемых производителей / Автореф. дисс... кандидата биол. наук – М., 2013 – 26 с.

5. Яблоков Н.О. Аномалии развития скелета у молодисибирского хариуса *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) из р. Мана (система Среднего Енисея) при искусственном и естественном воспроизводстве // Журнал СВУ. Биология, 2017. – Вып. 10. – С. 343-357.
6. M.-H. Deschamps, A. Kacem, R. Ventura, G. Courty, P. Haffray, F.J. Meunier, J.-Y. Sire * Assessment of “discreet” vertebral abnormalities, bone mineralization and bone compactness in farmed rainbow trout // Aquaculture, 2008. – Vol. 279. – P. 11–17.
7. Georgakopoulou, P., Katharios, P., Divanach, G., Koumoundouros Effect of temperature on the development of skeletal deformities in Gilthead seabream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758) // Aquaculture, 2010. – Vol. 308. – P. 13–19.

**СЛОЖНОРЕФЛЕКТОРНАЯ И НЕЙРОГУМОРАЛЬНАЯ ФАЗЫ
ПАНКРЕАТИЧЕСКОЙ СЕКРЕЦИИ У ЦЫПЛЯТ БРОЙЛЕРОВ**

Сергеенкова Надежда Алексеевна, к.б.н., доцент кафедры физиологии, этологии и биохимии животных, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Вертипрахов Владимир Георгиевич, д.б.н., заведующий кафедрой физиологии, этологии и биохимии животных, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

В последние десятилетия наблюдается явная мировая тенденция к активному развитию птицеводства. Эти успехи, безусловно, связаны с увеличением генетического потенциала птиц. Однако создание и использование этого потенциала стало возможным благодаря соответствующему питанию для новых пород, линий и кроссов, что стало возможным благодаря фундаментальным и прикладным научным исследованиям в области физиологии пищеварения, энергетического и аминокислотного питания, а также изучению процессов биосинтеза белка и их регуляции на молекулярном, клеточном и организменном уровнях [1]. Чтобы продвигаться вперёд, важно точно понимать физиологические потребности организма цыплят-бройлеров в питательных веществах и энергии, принимая во внимание переваримые компоненты корма [2]. Вопрос о том, как поджелудочная железа у животных адаптируется к особенностям питания, остается актуальным и в настоящее время. Существует множество экспериментальных данных, подтверждающих, что поджелудочная железа может изменять состав своего секрета в зависимости от типа потребляемой пищи, включая птиц. (Ц.Ж. Батоев, 2018; Фисинин В.И., Вертипрахов В.Г., Харитонов Е.Л., Грозина А.А., 2019).

В данной работе представлены данные о экзокринной функции поджелудочной железы у цыплят-бройлеров. Эти новые знания были получены благодаря уникальной хирургической процедуре трансплантации панкреатического протока в изолированный участок кишечника. Это позволило в рамках хронического эксперимента на здоровых цыплятах-бройлерах в определенные периоды собирать панкреатический сок, а в остальное время направлять его в кишечник, что дало возможность изучать его свойства в межпрандиальный и постпрандиальный периоды.

В научной литературе существует ограниченное количество данных о секреторной функции поджелудочной железы у птиц, что связано с определёнными методическими трудностями в получении панкреатического сока в условиях хронического эксперимента. Уникальная хирургическая процедура по трансплантации панкреатического протока в изолированный участок кишечника была разработана Батоевым в 1970 году. В работе Ц.Ж. Батоева, опубликованной в 2001 году, впервые были продемонстрированы изменения секреторной функции поджелудочной железы у гусей, уток и кур. Установлено, что в среднем за сутки на 1 кг массы кур и уток выделяется 28 мл панкреатического сока, а у гусей — 16 мл (Батоев, 2001). У цыплят-бройлеров этот показатель составляет 31,4 мл на 1 кг живой массы за сутки. Панкреатический сок выделяется у птиц постоянно и непрерывно в течение суток, а приём корма является сильным стимулятором его секреции. У цыплят-бройлеров в утренние часы в постпрандиальной фазе количество выделяемого сока увеличивается в два раза по сравнению с исходным уровнем (рис.1) (Вертипрахов, 2022).

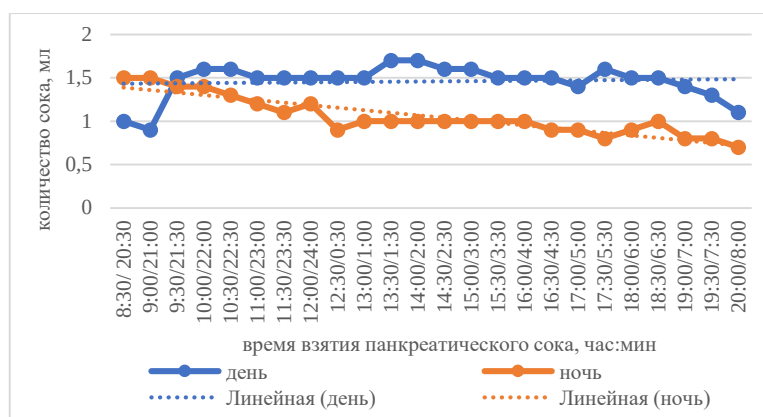


Рис.1. Динамика панкреатического сокоотделения в течение суток у цыплят-бройлеров (прием корма в 9:00, 13:00 и 17:00 часов, здесь и далее)

В дневное время в постпрандиальный период наблюдается увеличение на 13,3% по сравнению с предпрандиальным периодом. Вечером выделение сока повышается на 14,3% относительно исходного уровня, однако затем происходит быстрый спад секреции. В ночное время, в отличие от дневного, наблюдается снижение выделения панкреатического сока в два раза при отсутствии приёма корма. На графике выделения панкреатического сока в ночное время отмечается цикличность с периодом 180–240 минут.

Ключ к пониманию механизма нервно-гуморальной регуляции секреции поджелудочной железы заключается в исследовании её секреторной активности в процессе пищеварения при физиологических условиях. Исследования, проведенные на цыплятах-бройлерах с хронической фистулой панкреатического протока, полностью соответствовали этим условиям.

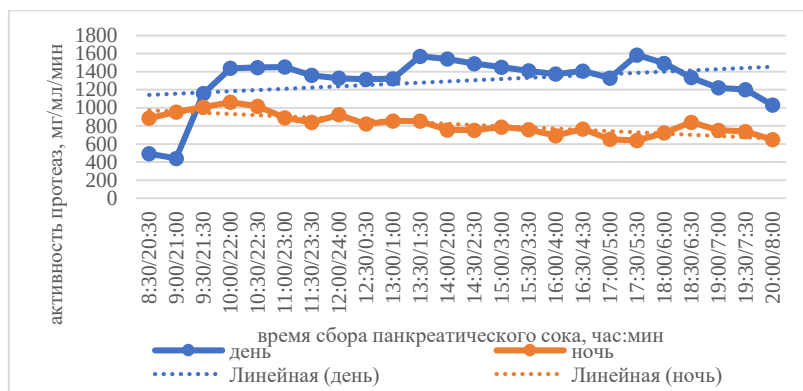


Рис.2. Динамика протеолитической активности сока поджелудочной железы у цыплят-бройлеров в течение суток

Результаты исследования показали, что в течение первого часа постпрандиальной фазы утром активность протеаз увеличивается в 3,3 раза (рис.2), амилазы – в 3,2 раза (рис.3), а липазы – в 2,1 раза (рис.4). Значительная активность этих ферментов сохраняется до следующего кормления, после которого активность протеаз возрастает на 19,0%, амилазы – на 17,0%, а липазы – на 42,0% по сравнению с уровнем до кормления. После вечернего кормления активность протеаз увеличивается на 19,2%, амилазы – на 21,1%, а липазы – на 17,4% по сравнению с исходным уровнем. В дневное время наблюдается рост активности всех панкреатических ферментов, что связано с приемом корма и воды. В ночное время, напротив, фиксируется снижение активности: протеаз на 37,0%, амилазы на 25,0% и липазы на 23,0% по сравнению со средним дневным уровнем. Таким образом, активность ферментов поджелудочной железы отражает адаптацию пищеварения к составу корма, что делает изучение ферментативной активности ключевым для понимания секреторной функции поджелудочной железы. Средний уровень базальной секреции, сохраняющийся ночью в

межпрандиальный период, служит критерием долговременной адаптации пищеварения к рациону.

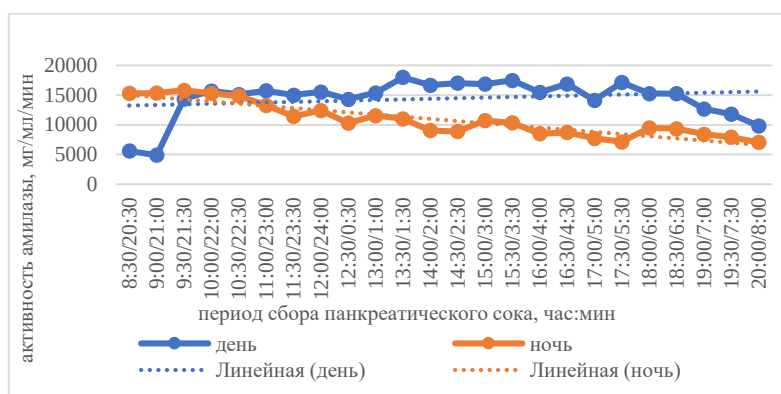


Рис.3. Динамика активности амилазы в панкреатическом соке у цыплят-бройлеров в течение суток

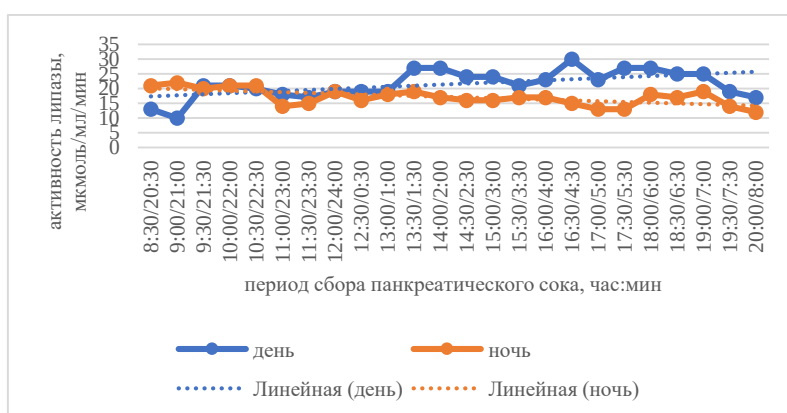


Рис.4. Динамика активности липазы в панкреатическом соке у цыплят-бройлеров в течение суток

Поджелудочная железа постоянно выделяет секрет, регулируемый нервными, гормональными и нейрогормональными механизмами как в межпищеварительном, так и в постпрандиальном состояниях. Теория Павлова о чисто нервной регуляции секреции была опровергнута Бейлисом и Старлингом в 1902 году, которые предложили, что секреция стимулируется гормоном «секретином», высвобождаемым соляной кислотой из двенадцатиперстной кишки. Павлов впоследствии принял теорию двойственной регуляции. Современные исследования кишечных гормонов и нейропептидов углубили понимание экзокринной функции поджелудочной железы. Батоев и Бердников внесли значительный вклад в изучение регуляции секреции у птиц. Кормление является мощным стимулом для панкреатической секреции, которая в сложнорефлекторной фазе начинается в первые 30 минут после кормления и продолжается 120 минут. В этот период, когда корм находится в зобе или желудке, панкреатический сок выделяется под воздействием парасимпатических импульсов, и уровень секреции зависит от вкусовых качеств корма.

Подобная динамика активности ферментов в кишечнике наблюдается и в панкреатическом соке, хотя изменения активности амилазы, липазы и протеаз в двенадцатиперстной кишке менее выражены (Вертипрахов, Грозина, Долгорукова, 2016). Важными факторами являются вид корма, тип птицы и звуки, связанные с кормлением (Батоев, 2001). Исследования влияния симпатической и парасимпатической нервной системы на секреторную функцию поджелудочной железы проводились с использованием веществ, блокирующих нервные функции. Например, атропин сульфат снижал объем панкреатического сока и активность амилазы и протеаз (Батоев, 2001).

После 120 минут опыта начинается нейрогуморальная фаза регуляции панкреатической секреции [3]. Вопросы гуморальной регуляции в настоящее время изучены достаточно хорошо. Известно, что секретин, который выделяется в процессе поступления кислых продуктов из желудка в кишечник, стимулирует сокоотделение поджелудочной железой. Секретин является гормоном, регулирующим экзокринную секрецию жидкости и бикарбоната поджелудочной железой, секрецию желудочной кислоты и моторику желудка [4].

Опыты на цыплятах показали, что активность трипсина в сыворотке крови увеличилась на 67,4% через 1 час после кормления ($P < 0.001$), в то время как амилаза и липаза остались на предпрандиальных уровнях. Наблюдалась положительная корреляция активности панкреатических ферментов в поджелудочной железе и сыворотке крови: $r = 0,54$ для амилазы, $r = 0,96$ для липазы и $r = 0,99$ для трипсина. Сильная корреляция между трипсином в поджелудочной железе и сыворотке может стать основой для дальнейших исследований его функций, включая регуляцию экзокринной активности поджелудочной железы [5].

Таким образом, прием корма и воды является мощным стимулом для панкреатической секреции, особенно в период сложнорефлекторной регуляции, когда наблюдается значительное увеличение ферментативной активности, зависящей от базального уровня секреции. Этот уровень адаптируется к составу рациона через вкусовые рецепторы в ротовой полости, хотя такая адаптация не всегда имеет четкую направленность. Следовательно, сложнорефлекторная фаза регуляции панкреатической секреции определяется вкусом пищи. Наиболее эффективным типом адаптации поджелудочной железы к составу рациона является ферментная адаптация, заключающаяся в изменении активности ферментов, необходимых для переваривания поступающей пищи, путем изменения их концентрации в соке в момент выхода переваренной пищи из желудка и ее поступления в двенадцатиперстную кишку. В этот период ферменты точно адаптируются к питательной ценности пищи. Поэтому исследование активности пищеварительных ферментов через 60 и 120 минут после приема пищи является ключом к оценке вкусовых и питательных свойств пищи, а также к пониманию способности пищеварительной системы адаптироваться к определенному рациону.

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РНФ N 25-26-00133 «Физиологическая оценка белковых добавок для определения норм потребностей и разработки рационов цыплят-бройлеров с использованием фистульных технологий».

Библиографический список

1. Рядчиков В.Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: учеб. пособие. Краснодар: КГАУ, 2013. 616 с.
2. Батоев Ц. Ж. Физиология пищеварения птиц. Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2001. 214 с.
3. Борисенко, К. В. Влияние ввода кормовой протеазы на продуктивность, переваримость питательных веществ, биохимические показатели крови цыплят-бройлеров / К. В. Борисенко, В. Г. Вертипрахов // Зоотехния. – 2019. – № 2. – С. 20-26.
4. Vertiprakhov, V. G. Reflex phase of regulation of pancreatic secretion in poultry after feed intake is associated with gustatory sensations, and neurohumoral—with nutritional value / V. G. Vertiprakhov, V. I. Trukhachev, N. A. Sergeenkova // *Frontiers in Physiology*. – 2024. – Vol. 15.
5. Вертипрахов В., Грозина А., Фисинин В., Егоров И. (2018) Корреляция между активностью пищеварительных ферментов в поджелудочной железе и сывороткой крови у цыплят. *Открытый журнал наук о животных*, 8, 215-222.
6. Vertiprakhov, V. G. The Influence of Feed Intake and Conditioned Reflex on Exocrine Pancreatic Function in Broiler Chicks / V. G. Vertiprakhov, I. A. Egorov // *Open Journal of Animal Sciences*. – 2016. – Vol. 6, No. 4. – P. 298-303.

**ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ОЗЕРНА СТЕПЕНЬ РАЗВИТИЯ
ЖАБЕРНЫХ ТЫЧИНОК У ПЛАНКТОНОЯДНЫХ ФОРМАРКТИЧЕСКИХ
ГОЛЬЦОВ *SALVELINUSALPINUS* (L.) COMPLEX (SALMONIFORMES,
SALMONIDAE)**

Соболев Михаил Михайлович, аспирант кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, *mihsob546@yandex.ru*

Пронина Галина Иосефовна, д.б.н., профессор кафедры зоологии ФГБОУ-ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, *g.pronina@rgau-msha.ru*

Анотация: в рамках исследования обнаружены зависимости между относительной длиной жаберных тычинок планктоноядных форм гольцов рода *Salvelinus* и некоторыми параметрами озер (глубина и площадь) которые они населяют.

Ключевые слова: морфология гольцов, Жаберные тычинки, *SalvelinusAlpinus*

Гольцы рода *Salvelinus* семейства *Salmonidae* обладают невероятной эволюционной пластичности и способны образовывать форм с различной пищевой специализацией. Как правило, в крупных озерах образуются формы хищника, бентофага и планктофага [2]. Планктонофаги характеризуются большей длиной и увеличенным числом жаберных тычинок, которые используют в качестве цедильного аппарата [3,4]. У хищных и бентосоядных форм количество жаберных тычинок варьирует от 26 до 37, а их средняя относительная длина (в % относительно длины головы) до 10,5%, в то время как у планктоноядных форм от 36 до 42 при относительной длине тычинок более 10,5%. [1] Важно отметить, что процессы формообразования в разных озерах проходят независимо друг от друга, поэтому различия в длине и количестве жаберных тычинок у гольцов могут объясняться как факторами среды, так и временем изоляции [2]. Поэтому целью настоящего исследования стало выяснение степени влияния параметров водоемов (глубина, площадь, высота над уровнем моря, широта и долгота) на количество и относительную длину тычинок у планктоноядных форм арктического гольца из озер Сибири, заселённых в одну историческую эпоху.



Рис. 1. Карликовая форма гольца (*Salvelinusalpinus*) из оз. Камканда. Из архива С.С. Алексеева, 2004 г.

В рамках настоящего исследования выполнен поиск зависимостей между длиной и количеством тычинок и параметрами озер на основе опубликованных данных о морфологических признаках гольцов. В анализ вошли данные о количестве и относительной длине жаберных тычинок гольцов из озер Светлинское (55°38' с. ш., 110°31' в. д.), Большой Намаракит (56°14' с. ш. 116°57' в. д.), Крестаки-1 (56°50.5' с.ш., 116°23' в.д.), Малое и Большое Леприндо (56°36,5' с.ш., 117°22' в.д. и 56°37' с.ш., 117°31' в.д.), Гольцовое (56°36,5'

с.ш., 117°25' в.д.), Камканда (57°05,5' с.ш., 119°48,5' в.д.), Североничатское (57°48,5' с.ш., 117°38,5' в.д.), Даватчан (56°27' с.ш., 117°33' в.д.), Токко (57°11' с.ш., 119°41' в.д.), Улахан-Силян-Кюель (65°18' с.ш., 130°10' в.д.) собранные и опубликованные С.С. Алексеевым [1]. Собранные данные проверены на нормальность с помощью теста Шапиро-Уилка, оценку зависимости параметров водоема от длины и количества тычинок выполняли с помощью тестов ранговой корреляции для нормально распределенных данных Пирсона, ненормально Спирмена. Расчеты выполняли в программе Past.

Проверка анализируемых данных на нормальность показала, что параметры: высота над уровнем моря, глубина, количество тычинок и относительная длина тычинок имеют нормальное распределение, а значения площади озера, широты и долготы ненормально, поэтому эти данные трансформировали.

Результаты оценки зависимости длины и количества тычинок от параметров водоема показывают, что относительная длина тычинок имеет сильную связь с глубиной и площадью озера (рис. 2), остальные изученные параметры с длиной и количеством жаберных тычинок не связаны или имеют крайне слабую связь. (табл. 1). При этом глубина и площадь озера были достоверно связаны с относительной длиной тычинок (рис. 2) а связь широты, долготы, глубины и площади с количеством тычинок недостоверна.

Таблица 1

Значения коэффициентов корреляции между относительной длиной и количеством жаберных тычинок от параметров водоема (высота над уровнем моря, глубина озера, площадь озера, широта и долгота)

Озеро	Высота над уровнем моря	Глубина озера	Площадь озера	Широта	Долгота
Количество тычинок в среднем	0,0	-0,5	-0,3	0,1	-0,2
Относительная длина тычинок в среднем	-0,4	0,9	0,8	-0,0	0,1

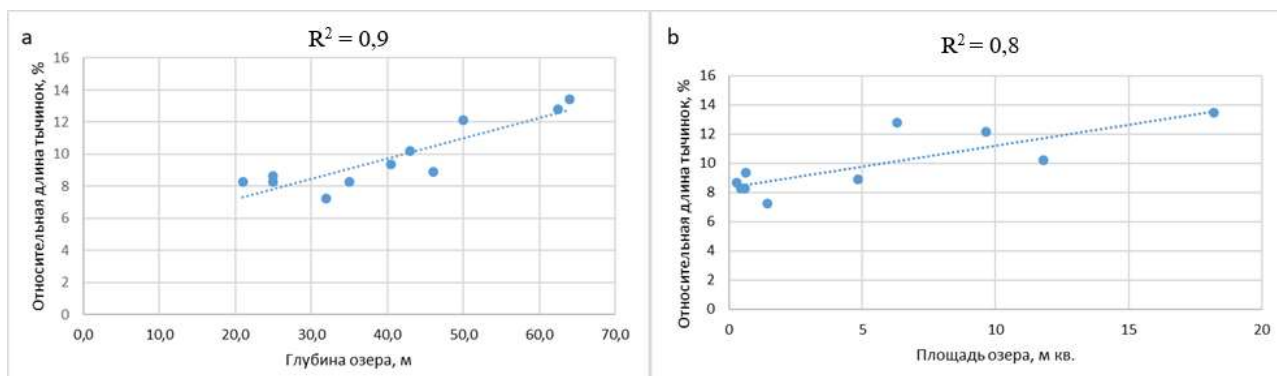


Рис. 2. Линии тренда зависимости относительной длины жаберных тычинок от параметров водоема. а – от глубины озера, б – от площади озера

Таким образом, размеры водоема могут оказывать влияние на степень развития жаберных тычинок. По всей видимости это можно объяснить тем, что в более крупных озерах больше времени в году поддерживается высокая численность планктона.

Библиографический список

1. Алексеев С.С., Распространение, разнообразие и диверсификация арктических гольцов *Salvelinus alpinus* (L.) complex (Salmoniformes, Salmonidae) Сибири : диссертация ...

доктора биологических наук : 03.02.06 / Алексеев Сергей Сергеевич; [Место защиты: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова]. - Москва, 2016. - 439 с. : ил. + Прил. (107 с.: ил.).

2. Есин Е.В., Маркевич Г.Н., 2017. Гольцы рода *Salvelinus* азиатской части Северной Пацифики: происхождение, эволюция и современное разнообразие. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 188 с.

3. O. Hooker, J. Barry, T. Van Leeuwen, A. Lyle, J. Newton, P. Cunningham, and C. Adams. "Morphological, Ecological and Behavioural Differentiation of Sympatric Profundal and Pelagic Arctic Charr (*Salvelinus Alpinus*) in Loch Dughail Scotland." *Hydrobiologia*, 2016.

4. SANDLUND, ODDTERJE, Gunnarsson, K, JÓNASSON, PÉTURM, JONSSON, BROR, LINDEM, TORFINN, Magnússon, KP, Malmquist, HJ, Sigurjónsdóttir, H, Skúlason, S & Snorrason, SS 1992, 'The Arctic Charr *Salvelinus alpinus* in Thingvallavatn', *Oikos*, vol. 64, no. 1/2, pp. 305-351.

УДК 636.1/636.12

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОРМЛЕНИЯ СПОРТИВНЫХ ЛОШАДЕЙ

Таран Елена Сергеевна, аспирант кафедры физиологии, этологии и биохимии животных, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Шилина Ксения Михайловна, аспирант кафедры физиологии, этологии и биохимии животных, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация: результаты исследования подчеркивают важность сбалансированного питания для спортивных лошадей, связывая его с их физической работоспособностью и здоровьем. Автор отмечает, что неправильное кормление может привести к снижению результатов и возникновению травм, что делает актуальной тему исследования физиологических основ рационов для повышения эффективности подготовки.

Ключевые слова: метаболизм, рацион, физиология пищеварительной системы лошадей.

Правильное питание спортивных лошадей важно для их работоспособности, здоровья и результатов. Высокие нагрузки требуют сбалансированного рациона, иначе возможны снижение показателей, травмы и заболевания, что влечет за собой финансовые потери [1-2]. В последние годы изучается связь между рационом и физической работоспособностью, однако недостаточно данных о влиянии компонентов корма на метаболизм при нагрузках. Цель исследования — углубить понимание физиологических основ кормления для оптимизации диеты.

Задачи включают анализ компонентов корма, их влияние на метаболизм и энергетические потребности в зависимости от вида спорта. Планируется разработать рекомендации по коррекции рациона с учетом индивидуальных особенностей и специфики деятельности лошадей. Также будет проведен сравнительный анализ источников корма для повышения эффективности тренировок и уточнения стандартов [3].

Таким образом, исследование физиологических основ кормления способствует улучшению здоровья и спортивных результатов лошадей, объединяя научные и практические подходы для создания более эффективных систем питания [4].

Материал и методы. В исследование вошли 12 спортивных лошадей различных пород, возрастом 5–12 лет, участвующих в соревнованиях по разным дисциплинам. Отбор основывался на спортивных достижениях, здоровье и условиях содержания [5]. Для оценки метаболизма использовались клинические и физиологические методы: мониторинг здоровья, лабораторные анализы крови, параметры обмена веществ, а также измерения сердечно-сосудистой и дыхательной систем до и после нагрузок. Это позволило определить индивидуальные метаболические реакции на физическую активность.

Также анализировался рацион: виды корма (сено, концентраты), их количество, порядок и время кормления. Изменения поведения и реакции на питание фиксировались с помощью программного обеспечения для статистики, что помогло оценить влияние рациона на активность и энергозатраты.

Лошади делились на группы по типу кормления: традиционное, сбалансированные комбикорма (мюсли) и смешанное. В течение шести месяцев наблюдали за поведением, активностью и здоровьем каждой группы с использованием дневников, GPS-трекеров и других технологий [6]. Эти методы обеспечили комплексную оценку влияния питания на здоровье и спортивную подготовку лошадей.

Результаты и обсуждение. Метаболизм спортивных лошадей — сложный процесс, включающий анаболические и катаболические реакции, обеспечивающие здоровье и физическую форму. Он требует значительных энергетических затрат для выполнения высокоинтенсивных нагрузок. Исследования показали, что при тренировках и соревнованиях организм адаптируется, увеличивая использование углеводов и жиров, а при длительных нагрузках происходит смещение к окислению жирных кислот, что экономит гликоген [7].

Энергетические потребности зависят от вида активности: прыжки требуют до 15 МДж энергии на кг веса, а выездка — меньше. Индивидуальные различия по возрасту, состоянию и тренированности влияют на метаболизм и работоспособность.

Для восстановления энергии рацион должен содержать 60–70% углеводов (быстрый источник), 15–25% жиров и 15–20% белков, учитывая тип нагрузки. Правильное распределение питательных веществ с учетом индивидуальных потребностей важно для здоровья и спортивных результатов лошадей, поскольку они варьируются в зависимости от генетики, тренированности и характера нагрузки.

Заключение. Оптимальный корм для спортивных лошадей должен учитывать их индивидуальные потребности, нагрузку и условия содержания. Рацион должен быть сбалансирован по белкам, жирам, углеводам, а также содержать витамины и минералы.

Белки (15–20%) важны для восстановления мышечной массы и общего состояния, источниками служат люцерна, горох и масляничные жмыхи. Жиры (10–15%) обеспечивают энергию и улучшают усвоение витаминов; в периоды высокой нагрузки их долю можно увеличить, используя растительные масла и омега-кислоты.

Углеводы (60–70%) — основной источник энергии, включают сено, овес и ячмень. Контроль их количества важен для предотвращения метаболических нарушений. Витамины (А, D, Е, В) и минералы поддерживают здоровье и физиологические процессы; добавки помогают покрыть дефициты при интенсивной подготовке.

В целом, рацион должен быть сбалансированным и адаптированным к индивидуальным потребностям для обеспечения высокой работоспособности и здоровья лошадей.

Ключевые выводы и рекомендации по физиологическому кормлению. В исследовании выделены ключевые аспекты физиологического кормления спортивных лошадей и разработаны рекомендации по составлению их рациона. Метаболические потребности зависят от уровня активности, возраста, здоровья и нагрузки, что необходимо учитывать для максимальной работоспособности и здоровья.

Важно обеспечить баланс между белками, жирами и углеводами. Белки (15–20%) — для восстановления мышечной ткани, источниками служат горох и люцерна. Жиры (10–15%) — для энергии и улучшения усвояемости витаминов, предпочтительны растительные масла. Углеводы (60–70%) — основной источник быстрой энергии, рекомендуется использовать овес и ячмень.

Витамины и минералы важны для здоровья; рекомендуется включать комплексные добавки, особенно при интенсивных нагрузках. Рацион должен быть адаптирован к индивидуальным потребностям каждой лошади с регулярным мониторингом состояния для корректировки питания.

Правильное кормление требует комплексного подхода, основанного на физиологических потребностях, что способствует улучшению результатов и благополучию лошадей.

Библиографический список

1. О. М. Зыкова, Лолита Санджиева, М. В. Аюрзанаева, Лариса Александровна Налетова, Э. Н. Елаев. Физиологические исследования в Бурятском государственном педагогическом институте — Бурятском государственном университете (БГПИ-БГУ) 1: к 35-летию основания кафедры анатомии и физиологии человека и животных. // Вестник Бурятского государственного университета Биология география.
2. О.А. Карелина, О.А. Федосова, Е.А. Мурашова, А.М. Зайцев. Возрастные аспекты изменения репродуктивной функции у производителей. // VESTNIK RIAZANSKOGO GOSUDARSTVENNOGO AGROTEHNOLOGICHESKOGO UNIVERSITETA IM P A KOSTYCHEVA.
3. С. Г. Макарова, Т. Р. Чумбадзе, С. Д. Поляков, Д. С. Ясаков, Т. Э. Боровик, М. И. Петровская. Персонализированный подход к питанию детей-спортсменов: практические рекомендации. // Педиатрическая фармакология.
4. Елисеева Татьяна, Тарантул Алёна. Банан (Musa). // Журнал здорового питания и диетологии.
5. Лейла З. Султанова, Юрий А. Балджи. Эффективность использования фитобиотических добавок в рационе крупного и мелкого рогатого скота (обзор). // AnimalHusbandryandFodderProduction.
6. Н. Р. Ефимочкина, И. Б. Седова, Шевелева Са, В. А. Тютелян. Токсигенные свойства грибов, продуцирующих микотоксины. // VestnikTomskogogosudarstvennogouniversitetaBiologiya.
7. И.Е. Епифанова, В.Г. Епимахов. Основные факторы, определяющие трансфер тяжелых металлов из кормовых рационов для сельскохозяйственных животных в продукты животноводства. // Научное обозрение Биологические науки (ScientificReviewBiologicalSciences).

УДК 597.5

МОРФОЛОГИЯ И РАЗМЕРЫ ЭРИТРОЦИТОВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЫБ

Чан Ван Дат, аспирант кафедры Зоологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, dattran1069@gmail.com

Научный руководитель: **Пронина Галина Иозефовна**, профессор кафедры Зоологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, доцент, gidrobiont4@yandex.ru

Аннотация: Целью настоящего исследования является описание и сравнение морфологии и размеров эритроцитов у четырёх видов пресноводных рыб: тилапии (*Oreochromis niloticus*), карпа (*Cyprinus carpio*), сома батрахуса (*Clarias batrachus*) и форели (*Oncorhynchus mykiss*). Результаты показали значительные различия ($p < 0,05$) в морфологии и размерах эритроцитов между видами. Эритроциты тилапии (*O. niloticus*), карпа (*C. carpio*) и форели (*O. mykiss*) имели эллипсоидную или овальную форму, тогда как у сома батрахуса (*C. batrachus*) форма клеток и ядро слегка округлые. Были зафиксированы значения длины, ширины и размеров ядер эритроцитов, при этом наибольшие размеры наблюдались у форели (длина 14,65 мкм и ширина 9,93 мкм), за ней следовали карп (13,39 мкм и 7,91 мкм), тилапия (11,32 мкм и 7,79 мкм), а наименьшие размеры были у сома батрахуса – длина 9,38 мкм и ширина 7,54 мкм.

Ключевые слова: кровяные клетки, рыбы, эритроциты, морфология

Эритроциты являются важным компонентом крови, участвующим в процессе транспортировки кислорода к тканям в системе кровообращения животных. У

млекопитающих эритроциты не имеют ядра, что способствует повышению эффективности обмена и запаса кислорода. В то же время у многих других групп позвоночных, таких как земноводные, рептилии, птицы и рыбы, эритроциты сохраняют ядро во взрослом состоянии. Это позволяет им сохранять способность к синтезу белков, однако снижает эффективность газообмена и переноса кислорода [1]. У рыб эритроциты различаются между видами, что связано с адаптацией к водной среде обитания и осмотическому давлению. Ряд исследований показал наличие морфологических различий эритроцитов, которые зависят как от генетических особенностей конкретного вида, так и от условий окружающей среды [2-4].

Таким образом, настоящее исследование направлено на предоставление подробной информации о морфологии и размерах эритроцитов некоторых видов рыб, а также на расширение знаний о клетках крови у рыб.

Материал и методы. Объектом исследования являются образцы крови 4 видов рыб, собранные в аквариальных условиях в период с 2022 по 2025 год и хранящиеся на кафедре зоологии Российского государственного аграрного университета. К исследуемым видам рыб относятся: Тиляпия (*Oreochromis niloticus*, (Linnaeus, 1758)); Карп (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758); Сом батрахус (*Clarias batrachus* (Linnaeus, 1758)); Форель (*Oncorhynchus mykiss* Waalbaum, 1792);

Кровь отбиралась из хвостовой вены рыбы и равномерно наносилась на предварительно обеззараженные предметные стекла, после чего высушивалась естественным образом. Затем мазки окрашивались по методу Паппенгейма согласно методике, описанной в работе Прониной и Корягиной (2017) [5].

Наблюдение, фотографирование и измерение длины и ширины эритроцитов проводились с использованием микроскопа Микромед 3 ЛЮМ LED при увеличении 10x100, оснащённого камерой, подключённой к компьютеру через программное обеспечение TourView. Измеренные данные о размерах эритроцитов, а также статистическая обработка и сравнение результатов выполнялись с использованием программ Excel и SPSS 20. Различия считались статистически значимыми при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение. Среди 4 исследованных пресноводных видов рыб. Форма эритроцитов варьирует между видами и включает сферическую и эллипсоидную, что показано на рисунке 1. Кроме того, морфология ядер эритроцитов также различается: у некоторых видов, таких как сом батрахус, ядра имеют округлую форму, тогда как у остальных видов они более вытянутые.

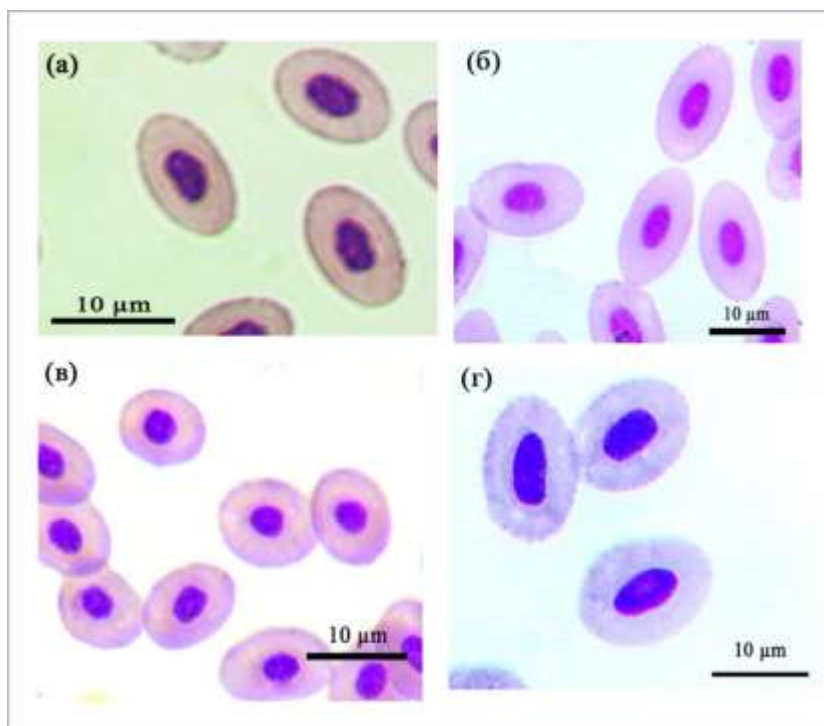


Рис. 1 Морфология и размер эритроцитов у 4 изученных видов рыб.Примечание:
(а) - Тилапия (*O. niloticus*); (б) - Карп (*C. carpio*);(в) - Сом батрахус(*C. batrachus*); (г) - Форель (*O. mykiss*).

Длина и ширина эритроцитов, а также их ядер были определены путём измерения 100 клеток у каждого исследуемого вида рыб; подробные результаты представлены в Таблице 1. Среди четырех наблюдаемых видов наименьшие размеры эритроцитов были отмечены у вида сом батрахус (*C. batrachus*): средняя длина - 9,38 мкм, ширина - 7,54 мкм. В то же время наибольшие размеры клеток были зафиксированы у форели (*O. mykiss*): длина - 14,65 мкм, ширина эритроцита - 9,93 мкм.

Таблица 1

Длина и ширина эритроцитов у 4 исследованных видов рыб, мкм

Вид	Длинаэритроцита	Ширинаэритроцита	Длинаядра	Ширина ядра
Тилапия (<i>Oreochromisniloticus</i>)	11,32±0,79 ^a	7,79±0,59 ^{x,y}	5,17±0,36 ^б	3,13±0,29 *
Карп (<i>Cyprinus carpio</i>)	13,39±0,86 ^b	7,91±0,65 ^y	5,28±0,47 ^б	3,61±0,2 5 **
Сом батрахус(<i>Clarias batrachus</i>)	9,38±0,59 ^c	7,54±0,6 ^x	3,63±0,28 ^a	3,0±0,30 *
Форель (<i>Oncorhynchusmykiss</i>)	14,65±1,04 ^d	9,93±0,84 ^z	6,96±0,71 ^в	3,67±0,4 0 **

Примечание: Если обозначения и символы внутри одного столбца одинаковые, то они не имеют статистически значимых различий ($p > 0,05$). Если обозначения и символы внутри одного столбца разные, то они имеют статистически значимые различия ($p \leq 0,05$).

При сравнении размеров эритроцитов между различными видами рыб с помощью статистического анализа ANOVA была зафиксирована значимая разница. Длина эритроцитов значительно различалась между четырьмя исследуемыми видами рыб. В то же время ширина эритроцитов не имела статистически значимых различий ($P > 0,05$) между группами тилапии и карпа, а также между тилапией и сомом. При рассмотрении размеров ядер эритроцитов у

форели (*O. mykiss*) наблюдалось вытянутое ядро с отношением длины к ширине, близким к 1,9; напротив, у сома батрахуса (*C. batrachus*) ядро имело округлую форму с отношением длины к ширине около 1,2. У карпа и тилапии это соотношение составляло примерно от 1,5 до 1,7.

Морфология эритроцитов исследуемых видов рыб соответствует данным предыдущих исследований, согласно которым клетки имеют эллипсоидную или округлую форму. Однако размеры эритроцитов варьируются. Согласно D.V. Megarani et al. [3], длина и ширина эритроцитов у карпа составляли 12,81 мкм и 8,43 мкм, а у тилапии – 9,31 мкм и 7,66 мкм. В то же время по данным B.O. Martin et al. [4], у карпа размеры эритроцитов составляли 11,9 мкм в длину и 7,4 мкм в ширину (<http://www.genomesize.com/cellsize/fish.htm>). Кроме видовых особенностей, эти различия могут быть связаны с возрастом, условиями обитания и филогенетическим положением животных [6]. Карп и форель выращивали в прудовых условиях, а тилапию и сома в аквариальных.

Библиографический список

1. Zhuo Q, Zhang Z, Fang X. New insights into the mechanisms of red blood cell enucleation: From basics to clinical applications. *EJHaem*. 2024 Nov 13;5(6):1301-1311.
2. Ahmed I. & Sheikh Z. A. Comparative study of hematological parameters of snow trout *Schizopygeplagiostomus* and *Schizopygeniger* inhabiting two different habitats // *The European Zoological Journal*, 2020, 87:1, pp.12-19.
3. Megarani D.V., Hardian A.B., Arifianto D., Santosa C.M., Salasia S.I.O. Comparative Morphology and Morphometry of Blood Cells in Zebrafish (*Danio rerio*), Common Carp (*Cyprinus carpiocarpio*), and Tilapia (*Oreochromis niloticus*) // *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 2020, Vol 59, No 6, pp.673-680.
4. Martins B.O., FrancoBelussi L., Siqueira M.S., Fernandes C.E., Provete D. The evolution of red blood cell shape in fishes // *J Evol Biol.*, 2021; 34: 537–548.
5. Пронина Г.И., Корягина Н.Ю. Методология физиолого-иммунологической оценки гидробионтов // Учебное пособие. – СПб: Лань, 2017. – 96с.
6. Селиверстова Т.В. Морфометрические параметры эритроцитов некоторых видов морских млекопитающих // *Зоологический журнал*. - 2023. - Т. 102. - №3. - С. 335-339.

УДК 636.1/636.12

УСВОЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ГРУБЫХ КОРМОВ У ЛОШАДЕЙ

Шилина Ксения Михайловна, аспирант кафедры физиологии, этологии и биохимии животных, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Таран Елена Сергеевна, аспирант кафедры физиологии, этологии и биохимии животных, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация: Результаты исследования подчеркивают важность минеральных веществ для здоровья и работоспособности лошадей. Минералы делятся на макроэлементы (например, кальций, фосфор, натрий), необходимые в больших количествах, и микроэлементы (железо, медь, цинк, селен), требующиеся в меньших дозах. Они участвуют в формировании костей и зубов, обмене веществ и функционировании мышц и нервной системы. Недостаток или дисбаланс минералов может привести к патологиям, снижению иммунитета и репродуктивным проблемам. Важным аспектом является изучение усвоения минералов из грубых кормов и разработка методов их оптимизации в рационе для повышения здоровья и работоспособности лошадей.

Ключевые слова: метаболизм, рацион, физиология пищеварительной системы лошадей.

Минеральные вещества важны для здоровья и работоспособности лошадей, обеспечивая нормальную физиологическую деятельность. Они делятся на макроэлементы (кальций, фосфор, натрий) и микроэлементы (железо, медь, цинк, селен). Макроэлементы участвуют в формировании костей и зубов, микроэлементы — в обменных процессах и поддержании иммунитета. Недостаток минералов вызывает патологии, снижает работоспособность и репродуктивные функции. Важна правильная усвояемость из грубых кормов и балансировка рациона для оптимального здоровья и эффективности лошадей [5].

Актуальность исследования усвоения минеральных веществ у лошадей связана с особенностями их питания и обмена веществ. Несмотря на растущий интерес к минеральному обмену, многие аспекты его изучены недостаточно, что требует дальнейшего анализа. Минеральные вещества важны для здоровья и работоспособности, а неправильное питание может привести к заболеваниям и снижению выносливости. Недостаток кальция и фосфора вызывает остеопороз, а избыток меди — иммунные нарушения [3]. Влияние факторов, таких как стресс, условия содержания и качество кормов, существенно влияет на усвоение минералов. Поэтому необходимо разрабатывать методы оценки кормов и их минерального состава для оптимизации рационов. Глубокие знания в этой области позволяют ветеринарам и зоотехникам повышать здоровье и продуктивность лошадей.

Обзор литературы о метаболизме, рационе и физиологии пищеварительной системы лошадей показывает актуальность и сложность этой области. Лошади — травоядные с уникальной пищеварительной адаптацией, позволяющей эффективно перерабатывать грубые корма, однако усвоение нутриентов зависит от качества корма и индивидуальных особенностей [1]. Минералы поступают из растений и добавок, их абсорбция зависит от химической формы и взаимодействия с другими веществами. Баланс кальция и фосфора особенно важен для здоровья. Витамины и микроэлементы, такие как медь и цинк, участвуют в метаболизме и иммунитете [2]. Пищеварительный тракт включает отделы с разными функциями, например, ферментацию клетчатки в слепой кишке, что важно для питания. Неправильный баланс может привести к коликам и нарушениям обмена веществ. Обилие исследований создает основу для дальнейших работ по улучшению усвоения нутриентов и повышению продуктивности лошадей.

Изучение усвоения минеральных веществ из грубых кормов у лошадей требует комплексного подхода с использованием экспериментальных и аналитических методов. В первую очередь, проводят химический анализ кормов (например, атомно-абсорбционную спектроскопию) для определения содержания макро- и микроэлементов [5]. Затем используют методы кормления с обогащением минералами и мониторинг показателей здоровья, а также анализы мочи и фекалий для оценки усвоения. Также применяются изотопные методы для отслеживания обмена минералов в организме. Статистические подходы помогают выявить факторы, влияющие на усвоение. Эти методы способствуют развитию рационов, повышающих здоровье и работоспособность лошадей.

Минеральный обмен у лошадей — сложный процесс, зависящий от типа грубых кормов, физиологического состояния, возраста, активности и здоровья животного. Основные корма — сено, солома и силос — отличаются составом и доступностью минералов [1]. Их содержание варьируется в зависимости от условий производства и хранения: например, люцерна богата кальцием, а травяное сено — фосфором. Эти различия требуют корректировки рационов для оптимального усвоения. Физиологические особенности также влияют: молодые и растущие лошади нуждаются в большем количестве минералов, особенно при лактации, что важно учитывать для предотвращения заболеваний. Эффективность усвоения зависит от обработки кормов: ферментация может повысить доступность минералов, а термическая обработка — как увеличивать, так и снижать их усвоение. Конкуренция между минералами (например, избыток фосфора и магния угнетает кальций) также влияет на биодоступность. Исследования помогают оптимизировать рационы и повышать здоровье животных.

Составление рациона для лошадей с учетом потребностей в минеральных веществах требует системного подхода. Правильное обеспечение минералами влияет на здоровье, работоспособность и качество жизни животных, учитывая их возраст, активность и состояние [2]. Вначале необходимо определить содержание минералов в основных кормах — сене, сенажах и концентратах — и при необходимости дополнить рацион разнообразными кормами или добавками, чтобы компенсировать дефицит [2]. Часто используют минеральные добавки, особенно при высокой физической нагрузке или стрессах, соблюдая рекомендации специалистов. Недостаток или избыток минералов может вызвать метаболические нарушения; например, избыток кальция без фосфора нарушает обмен веществ. Важно правильно подавать добавки, чтобы животные их потребляли, и корректировать рацион по наблюдениям за состоянием. Также необходимо учитывать содержание клетчатки и белка: сбалансированный рацион способствует лучшему усвоению минералов. Использование пробиотиков и пребиотиков помогает улучшить пищеварение и эффективность усвоения питательных веществ. Постоянный мониторинг и адаптация рациона обеспечивают здоровье и работоспособность лошадей в долгосрочной перспективе.

Особенности минерального обмена у лошадей и важность правильного рациона подчеркивают, что полноценное обеспечение минералами критично для их здоровья, работоспособности и продуктивности. Физиологические особенности — возраст, активность, лактация — существенно влияют на потребности в минералах. Различные грубые корма по содержанию кальция и фосфора влияют на их усвоение, что требует точного учета при составлении рационов. Эффективность усвоения зависит от режима кормления и наличия других нутриентов; использование разнообразных источников минералов помогает избежать дефицитов и обеспечить нормальный метаболизм [4]. Регулярный контроль здоровья и реакций на изменения в рацион способствует индивидуальному подходу и повышению работоспособности. Важно сочетать современные методы с практическим опытом для формирования оптимальных рационов, учитывающих физиологические особенности животных, что способствует их долгосрочному благополучию и высокой производительности.

Анализ минерального обмена у лошадей показывает необходимость дальнейших исследований для улучшения рационов. Перспективные направления включают: 1) изучение влияния типов кормов на усвоение минералов, таких как кальций, фосфор, селен и медь, для разработки более эффективных методов питания; 2) исследование воздействия пробиотиков и пребиотиков на микробиом кишечника и доступность минералов, что может повысить их усвоение; 3) создание индивидуальных минеральных добавок с учетом возраста, активности и здоровья животных для повышения их работоспособности; 4) разработку экологических методов производства кормов, например, использование бобовых растений для увеличения содержания белка и минералов. Эти исследования помогут оптимизировать рационы, улучшить здоровье и повысить продуктивность лошадей в коневодстве.

Библиографический список

1. Марина Степанова, М.О. Логинова, З.С. Хуштов. Особенности накопления микро- и макронутриентов в волосах лошадей в зависимости от кормового рациона лошадей. // Vestnik APK Verhnevolzh`ia.
2. Мироненко Анастасия, Елисеева Татьяна. Магний (Mg, Magnesium) - описание, влияние на организм, лучшие источники // Журнал здорового питания и диетологии.
3. М. К. Гусейнов, Каис Магомедович Гусейнов, А. Ш. Гасанова. Каспийскиебиологическиересурсы// South of Russia ecology development.
4. Лейла З. Султаняева, Юрий А. Балджи. Эффективность использования фитобиотических добавок в рационе крупного и мелкого рогатого скота (обзор) // AnimalHusbandryandFodderProduction.

5. Марина Степанова, М.О. Логинова, З.С. Хуштов. Особенности накопления микро- и макроэлементов в волосах лошадей в зависимости от рациона питания лошадей // Vestnik APK Verhnevolzh'ia.

6. Э.А.О. Салимзаде, О.В. Кашарная, Т.С. Ермилова, М.А. Самбунова. Селен и его биологическая роль в живых организмах // ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ.

7. Елена И. Кипрушкина, Валентина С. Колодязная, В.И. Филиппов, И.А. Шестопалова, Ю.В. Бройко, К.О. Андриюкова, М.А. Владич, А.В. Смолева, Д.А. Клементьев. Важность питания в формировании кишечного микробиома // JournalInternationalAcademyofRefrigeration.

УДК 639.517

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЫХОДА СЪЕДОБНЫХ ЧАСТЕЙ (МЯСА) У ДВУХ ВИДОВ РЕЧНЫХ РАКОВ

Юдин Николай Константинович, аспирант кафедры аквакультуры и пчеловодства, ФГБОУ РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, dartanian777@yandex.ru

Бубунец Эдуард Владимирович, заведующий кафедры аквакультуры и пчеловодства, ФГБОУ РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, ed_fish_69@mail.ru

Аннотация: Проведено исследование выхода съедобных частей (мяса) у двух видов речных раков - длиннопалого (*Pontastacus leptodactylus*) и австралийского красноклешневого (*Cherax quadricarinatus*) и сравнение полученных данных с теоретическими.

Ключевые слова: речной рак, выход съедобных частей, аквакультура

В России, природные популяции аборигенных видов речных раков - широкопалого (*Astacus astacus*) и длиннопалого (*Pontastacus leptodactylus*) сильно истощены [1], а некоторые особенности их биологии, в частности позднее половое созревание и холодолюбивость (особенно у широкопалого) не позволяют эффективно культивировать их как объекты аквакультуры, в связи с чем есть целесообразность во внедрении в отечественную аквакультуру тропических видов речных раков [3], среди которых одним из самых перспективных является австралийский красноклешневый рак (*Cherax quadricarinatus*). Он отличается крупными размерами и ранним половым созреванием (6-7 месяцев против 3-х лет у длиннопалого рака), а также высоким выходом мяса (около 30%, по сравнению с 15-20 у длиннопалого) [2]. В ходе проведенных исследований эти теоретические данные были проверены в камеральных условиях. Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что австралийский красноклешневый рак (*Cherax quadricarinatus*) относительно недавно появился в аквакультуре нашей страны, его рыбоводно-биологические показатели при культивировании в отечественных условиях изучены недостаточно.

Цель исследования – провести сравнительная оценка выхода съедобных частей (мяса) у двух видов речных раков - австралийского красноклешневого и длиннопалого

Задачи исследования:

1. Изучить теоретические данные по выходу съедобных частей у австралийского красноклешневого и длиннопалого речных раков.
2. Провести камеральные исследования на препаратах.
3. Обработать результаты камеральных исследований статистическими методами.
4. Сравнить полученные данные с теоретическими.

Материал и методы. Исследования проводились на кафедре Аквакультуры и пчеловодства РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева. Объектами исследования послужили зафиксированные в формалине препараты двух видов речных раков (*A. astacus* и *P. leptodactylus*). Количество экземпляров в группах обоих видов было одинаковым (10 экз.). Раки, препараты которых использовались в ходе исследований были выращены в

аквариальной РГАУ МСХА имени К.А Тимирязева. В ходе исследований в зависимости от массы проводилось взвешивание на электронных или механических весах, как общая масса экземпляра, так и съедобных частей (мясо) после извлечения из хитиновой оболочки. Полученные данные были обработаны статистическими методами в программе MicrosoftExcel.

Результаты и обсуждения. Масса тела, абсолютные и относительные величины выхода съедобных частей (мяса) длиннопалого рака представлены в таблице 1, австралийского красноклешневого в таблице 2, г, Выход мяса, %

Таблица 1

Выход мяса у длиннопалого рака

Показатели	Lim (мин.-макс)	M±m	σ	C _v
Масса тела, г	70,9-16,6	47,09±7,50	19,8	42,13
Выход мяса, г	7,4-1,9	5,3±0,85	2,3	42,47
Выход мяса, %	14,8-7,3	11,5±0,91	2,4	20,93

Таблица 2

Выход мяса у австралийского красноклешневого рака

Показатели	Lim (мин.-макс)	M±m	σ	C _v
Масса тела, г	48,4-13,6	31,09±4,27	11,3	36,34
Выход мяса, г	12,3-2,7	7,10±1,34	3,4	50,2
Выход мяса, %	33,3-14,2	23,39±2,52*	6,7	28,51

*- P≥99,70%

Как видно из таблиц 1 и 2, масса тела у представленных в выборке особей имели очень большей разброс от 13,6 до 48,4у *C. quadricarinatus* и от 16,6 до 70,9у *P. leptodactylus*. Несмотря на большую среднюю массу особей длиннопалого рака достоверных разности по данному показателю не выявлено. В этой связи, сравнение отличий по выходу съедобных частей (мяса) проведено в первую очередь в процентном выражении к общей масса тела. В процентном соотношении выход мяса у австралийского красноклешневого рака составил 23,4%, что превосходит таковой у длиннопалого (11,5%) практически в два раза. Путём вычисления критерия Стьюдента удалось установить, что у рассмотренных в ходе проведения исследования групп различия по этому признаку являются достоверными (P≥99,70%).

Для оценки изменчивости изучаемых показателей рассчитан коэффициент вариации (C_v). При интерпретации полученных данных мы использовали дробную шкалу разнообразия для ихтиологических исследований, в своё время предложенную Е.С. Слущким.

Так изменчивость у длиннопалого рака по массе тела и абсолютному выходу съедобных частей – высокая; по относительному выходу съедобных частей – сильная. У красноклешневого рака изменчивость по массе тела и относительному выходу съедобных частей – сильная, по абсолютному выходу съедобных частей – высокая.

Полученные более низкие значения выхода съедобных частей (мяса) в процентном соотношении (23,4%) в нашей работе, по сравнению с данными В.А. Арыстангалиевой (~32%) на 27 % мы связываем с действием фиксатора (формальдегида 38 %) в котором находились пробы.

Выводы. По итогам проведённых исследований можно сделать следующие выводы: 1. Выход съедобных частей у австралийского красноклешневого рака превосходит таковой у длиннопалого в среднем приблизительно в два раза (23,4 и 11,5% соответственно), что

соотносится с теоретическими данными. Эти различия являются достоверными ($P \geq 99,70\%$). 2. По массе тела достоверных различий между двумя видами не обнаружено.

Направления дальнейшей работы. Имеет смысл провести аналогичные исследования, сформировав группы не только по видовому, но и по половому признаку.

Библиографический список

1. Александрова Е.Н. Перспективы по восстановлению и развитию рачного хозяйства России // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2016 – № 2 – С. 7–12.
2. Арыстангалиева В.А. Разработка технологии выращивания посадочного материала австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*) в установке с замкнутым водоиспользованием : автореф. дис. ... канд. сельскохозяйственных наук. – М., 2017 – 24 с.
3. Специфика многолетней доместики австралийского рака *Cherax quadricarinatus* в условиях западной части Российской Федерации Шокашева Д.И. / Д.И. Шокашева // Известия ТИНРО. Известия ТИНРО. - 2018. - С.188-192. - (Т.194).

СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВЕДЕНИЯ, ГЕНЕТИКИ И БИОТЕХНОЛОГИИ ЖИВОТНЫХ»

УДК 636.02

ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЭДИЛЬБАЕВСКОЙ ПОРОДЫ ОВЕЦ

Бегенова Айнагуль Байболсыновна, к.в.н., доцент, заведующая кафедрой микробиологии и биотехнологии НАО КазАТИУ имени С.Сейфуллина, begenova_73@mail.ru

Бисенгалиев Роман Масалимович, к.с.х. н., старший преподаватель кафедры ветеринарной медицины НАО КазАТИУ имени С.Сейфуллина, r.bisengaliev@kazatu.edu.kz

Кульмагамбетов Талгат Ибрагимович, к.с.х. н., доцент, старший преподаватель кафедры микробиологии и биотехнологии НАО КазАТИУ имени С.Сейфуллина, k.talgat,i@mail.ru

Нургулсим Кастер, доктор PhD, старший преподаватель кафедры микробиологии и биотехнологии НАО КазАТИУ имени С.Сейфуллина, k.nurgulsim@kazatu.edu.kz

Отенова Гульбадан Маратовна, м.т.н., старший преподаватель кафедры микробиологии и биотехнологии НАО КазАТИУ имени С.Сейфуллина, arsen_arlan@mail.ru

Бекенова Айганым Бекайдаровна, преподаватель кафедры микробиологии и биотехнологии НАО КазАТИУ имени С.Сейфуллина, aiganym5555@mail.ru

Аннотация: Фермент диацилглицерол ацилтрансфераза I (DGAT1) участвует в метаболизме жирных кислот и рассматриваются как потенциальные гены-кандидаты синтеза курдючного жира. Целью работы является использование генетического потенциала баранов эдильбаевской породы путем исследования гена DGAT1. В ходе работы был разработан дизайн праймера и определен полиморфизм на 17 экзоне гена DGAT1.

Ключевые слова: DGAT1, эдильбаевская порода, полиморфизм гена.

Продукция овцеводства являются традиционным источником белка, уровень потребления баранины высок по сравнению с мясом других видов животных. Издавна баранина считается едой огня, дающей человеку тепло, для того чтобы выгнать холод из тела, используют горячие бульоны, жирную баранину и курдюк. Курдюк считается ценным, энергетическим резервом для животного особенно во время миграции и в зимнее время. Курдюк помогает успешно справляться инфекционными болезнями, даже вирусом, тому свидетельство недавний COVID - 19, когда многие пациенты употребляли в своем меню жирные сорта мяса, особенно баранину, казы, курдюк и излечивались. Медициной доказано, когда вирус атакует легкие, сжигается внутренний сурфактантный слой альвеол, поэтому жирная баранина, особенно курдюк выполняет роль защитного липидного слоя,

который в норме не дает альвеолам смыкаться. Чтобы защитить человека от любой инфекции необходим животный жир, это может быть бульон, курдючный жир, поэтому увеличивается и рыночный спрос на жирную баранину.

Также не маловажное значение имеет не только вес курдюка, но и толщина шпика, который является важным количественным и качественным признаком, которые влияют на качество туши и эффективность производства баранины. Курдюк коррелирует с толщиной шпика туши. Контроль отложения шпика важен, поскольку качество туши и измерения толщины шпика тесно связаны с процентом розничного продукта, обычно измеряемого между двенадцатым и тринадцатым ребром в туше [1].

Для этой цели важно определить гены, участвующие в пути синтеза жира. Гены, участвующие в метаболизме жирных кислот, рассматриваются как потенциальные гены-кандидаты для признаков туши. Как ключевой фермент DGAT1 расположена на мембране эндоплазматического ретикулума и является единственным белком, специфичным для синтеза триацилглицеридов, и поэтому может играть важную регуляторную роль. DGAT1 кодирует фермент-катализатор реакции между диацилглицерином и ацил-КоА. Эта реакция является конечным этапом в синтезе триглицерида, основного компонента жира. Таким образом, фермент, кодируемый DGAT1, регулирует скорость триглицеридов в адипоцитах и участвует в энергетическом гомеостазе [2].

Многие научные исследования в области производства мяса подтверждают, что ген DGAT1 является маркером признаков отложения жира. Последующие исследования на мясных животных показали, что аллель K DGAT1 также оказывает положительное влияние на толщину подкожного жира у крупного рогатого скота породы нелоре, глубину филейного жира у мясного скота, полученного от абердин-ангусов и содержание внутримышечного жира (IMF) у быков породы венгерский ангус. У овец DGAT1 является очевидным геном-кандидатом на содержание молочного жира, поскольку QTL был обнаружен в 9 хромосоме, которая гомологична региону 14 хромосомы крупного рогатого скота [3].

В Казахстане эдильбаевская порода овец принята в качестве основной породы улучшателей качественных мясо-сальных показателей во всех регионах разведения курдючных мясо-сальных грубошерстных пород овец. Продуктивные качества и биологические особенности овец эдильбаевской породы изучены довольно широким кругом исследователей. При скрещивании местных курдючных овцематок с баранами эдильбаевской породы в опытном хозяйстве Казахского НИИ животноводства живой вес помесных ярок 1-го поколения в возрасте 1,5 лет составил 67,1 кг, что на 10,9% выше, чем у одновозрастных животных исходного стада [4].

Овцы эдильбаевской породы вывозились и разводились не только в различных природно-климатических условиях Казахстана, но и за его пределами в различные области России и Монголии. Примером тому служит завоз овец эдильбаевской породы из Казахстана в Волгоградскую область РФ в 1992 году, где было организовано хозяйство ООО «Эдильбай-Волгоград».

Целью настоящего исследования было изучение генетического потенциала гена овец DGAT1 Эдильбаевской породы.

Работа была проведена на базе «Научно-исследовательской платформы сельскохозяйственной биотехнологии» и аккредитованной «Совместно-Китайской лаборатории по биологической безопасности» факультета ветеринарии и технологии животноводства НАО «Казахского агротехнического исследовательского университета имени С.Сейфуллина» (Казахстан, Астана). При проведении данного исследования применялись молекулярные методы исследования: выделения ДНК, определение концентрации ДНК, поставка ПЦР-теста, электрофорез на агарозном геле.

В научных исследованиях была использована ДНК овец венозной крови племенных баранов-производителей эдильбаевской породы, класса «Элита», приобретенных с ТОО «Бірлік мал зауыты» Жангалинского района Западно-Казахстанской области (Казахстан), всего было происследовано кровь 17 баранов-производителей.

Выделение ДНК проводили с помощью коммерческого набора фирмы Qiagen (Германия), с предварительной обработкой исследуемых образцов экстрагирующим буфером (50 мМTris-HCl pH 8,0, 100 мМNaCl, 10 мМEDTA, 0,5% NP40) и *Proteinase K*. 20 мкл *Proteinase K* вносили в микроцентрифужную пробирку и добавляли 100 мкл исследуемого образца. Доводили объём жидкости до 220 мкл, добавляя PBS 1^x. Далее в реакционную смесь добавляли 200 мкл буфер AL, вортиксовали и инкубировали 10 мин при 56°C. После инкубации добавляли 96 % спирт, вортиксовали. Реакционную смесь перенесли в Minispincolumn. Центрифугировали 8000 об/мин в течении 1 минуты. Перемешали Minispincolumn в новую и добавили буфер 500 мкл AW1. Центрифугировали 6000 об/мин в течении 1 минуты. Переносили в новую Minispincolumn в новую и добавляли буфер 500 мкл AW2. Центрифугировали 14000 об/мин в течении 3 минуты. Переносили Minispincolumn в микроцентрифужную пробирку. Элюировали ДНК, добавляя 200 мкл буфер AE. Инкубировали 1 минуту при комнатной температуре и 6000 об/мин в течении 1 минуты. Инкубацию проводили в термоблоке (BioSan, Латвия) при 55°C в течении 2 часов. Каждые 15 минут реакционную смесь перемешивали с помощью вортекса (BioSan, Латвия).

Количественный анализ выделенной ДНК измеряли на спектрофотометре *NanoDrop* 2000 при оптической плотности раствора при длинах волн 260, 280, 235 нм.

Синтез праймеров проводили в ТОО "Национальный центр биотехнологии".

Амплификацию маркерных генов проводили в конечном реакционном объеме 25 мкл, содержащем 1× *Phusion HF*-буфер, 1,5 мМ *MgCl₂*, 1 У *Phusion* ДНК-полимеразу и 200 мкМ *dNTP* (*New England BioLabs Inc.*), 25 пмоль каждого праймера и 20 нг экстрагированной ДНК из одного образца. ПЦР проводили следующих условиях термоциклирования: 95°C в течении 5 мин, 95°C в течение 40 с, 60°C в течение 40 с, 72°C в течение 50 сек, и окончательная элонгация 5 мин при 72°C. Амплифицированные продукты ДНК анализировали на горизонтальном электрофореze в 1.5% агарозном геле с использованием 1× *TAE* буферного раствора и *EtBr*.

При дизайне праймера был выбран 17 экзон, 3 генотип, ТТ, ТС и СС *DGAT1* гена. В результате были получены ПЦР-продукты 309 п.н. (рис.).

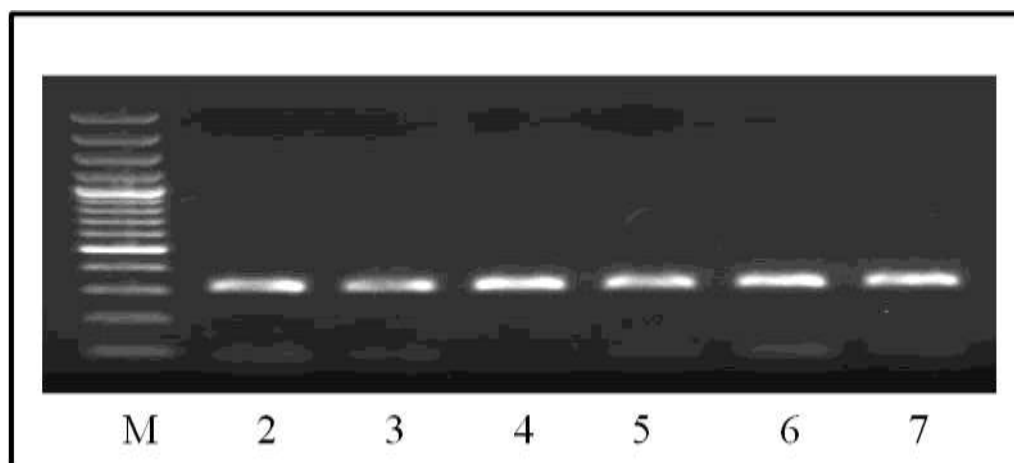


Рис. Электрофореграмма изучаемых образцов
М – маркер, 2,3,4,5,6,7 – изучаемые образцы.

Результаты исследования показывают, что на участке 17 экзона гена *DGAT1* происходит мутация (AGCT/AGCC).

Финансирование. Исследование выполнено в рамках проекта AP234894 «Использование генетического потенциала эдильбаевской породы для совершенствования продуктивных качеств дегересской породы овец».

Библиографический список

1. Gorlov I. F., Shirokova N. V., Slozhenkina M. I., Mosolova N. I., Zlobina E. Y., Kolosov Y. A., Getmantseva L. V., Bakoev N. F., Leonova M. A., Kolosov A. Y. Association of the growth hormone gene polymorphism with growth traits in salsk sheep breed. – Small Ruminant Research. – 2017. – V. 150. – P. 11-14.
2. Широкова Н.В. Мясные качества чистопородных и помесных баранчиков различного происхождения / Ю.А. Колосов, Н.В. Широкова – Текст: непосредственный // Овцы, козы, шерстяное дело. - 2012. - №3.- С. 39- 42.
3. Лушников В.П. Мясная продуктивность баранчиков различных генотипов /В.П. Лушников, А.В. Фомин, М.Г. Сарбаев – Текст: непосредственный // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2016. - №4. – с. 19-20.
4. Горлов И.Ф. Характеристика состояния овцеводства России и Ростовской области и перспективы развития отрасли /Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Кощаев А.Г., Абонеев В.В., Колосов Ю.А.– Текст: непосредственный // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 157. С. 392-410.

УДК 636.271

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНОЙ ЛИНЕЙНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ ПЕРВОТЕЛОК КОСТРОМСКОЙ ПОРОДЫ В УСЛОВИЯХ СПК КОЛХОЗ «РОДИНА» КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Валавина Анна Альбертовна – аспирант 2-го года обучения по специальности 4.2.5 «Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных», ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, Anna.valavina44@gmail.com.

Баранова Надежда Сергеевна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой частной зоотехнии, разведения и генетики, ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, baranova-ns2@yandex.ru.

Королев Антон Александрович – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий Региональным информационно-селекционным центром, ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, tosha.koroliow@yandex.ru

Аннотация: Проведён сравнительный анализ молочной продуктивности и воспроизводительных качеств первотёлок различных линий костромской породы в условиях племенного завода СПК Колхоз «Родина». Установлено статистически достоверное влияние линейной принадлежности на основные хозяйственно-полезные признаки. Выявлены наиболее перспективные линии для последующего селекционного использования. Исследование основано на зоотехнических, популяционно-генетических и статистических методах.

Ключевые слова: костромская порода скота, молочная продуктивность, воспроизводительная способность, перспективные линии и родственные группы

Совершенствование молочного скотоводства является важной задачей для обеспечения высокой продуктивности и экономической эффективности отрасли [1]. Одним из ключевых факторов, влияющих на продуктивность животных, является их генетическая принадлежность к определённым линиям и родственным группам, обладающим различным потенциалом по удою, содержанию жира и белка в молоке, а также воспроизводительным качествам. Костромская порода крупного рогатого скота характеризуется высокой продуктивностью, крепкой конституцией и хорошими адаптационными способностями, что делает её перспективной для дальнейшего разведения и селекционной работы [2,3,4].

Цель исследования – провести сравнительный анализ продуктивных и воспроизводительных показателей первотелок костромской породы различных линий и

родственных групп, используемых в племенном заводе СПК Колхоз «Родина» Костромской области, и выявить наиболее эффективные для дальнейшего совершенствования стада.

Задачи исследования:

1. Провести оценку молочной продуктивности первотелок разных линий и родственных групп по основным показателям.
2. Определить влияние линейной принадлежности на воспроизводительные качества животных.
3. Выявить наиболее продуктивные линии и родственные группы для дальнейшей селекционной работы.

Методика исследования. Исследования проведены в 2024 году на базе племенного завода СПК Колхоз «Родина» Костромской области, специализирующегося на разведении крупного рогатого скота костромской породы. Объектом исследования послужили первотелки различных линий и родственных групп.

Для анализа применены зоотехнические, популяционно-генетические и аналитические методы. Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием программного обеспечения Microsoft Excel с расчетом критериев достоверности по методу Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Для оценки молочной продуктивности первотелок различных линий (Л) и родственных групп (Р. гр.) были проанализированы показатели удоя за 305 дней первой лактации, а также содержание жира и белка в молоке. Результаты исследования сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Молочная продуктивность коров-первотелок разной линейной принадлежности

Линия, родственная группа	Число коров, гол.	Средняя продуктивность за 305 дней 1-й лактации		
		удой, кг	содержание жира, %	содержание белка, %
Р. гр. Батлера 107506	51	4917±121	4,00±0,01	3,20±0,01
Р. гр. Концентрата 106157	75	5527±115***	4,00±0,01	3,20±0,01
Л. Курса 3722	14	4863±235	4,10±0,03***	3,25±0,02**
Л. Ладка 2537	315	5240± 59	3,90±0,01	3,21±0,00
Р. гр. Леирда 71151	47	5471±134	3,90±0,01	3,15±0,01
Р. гр. Мастера 106902	250	5382± 59	3,90±0,01	3,20±0,01
Р. гр. Меридиана 90827	295	5241± 54	4,00±0,01	3,20±0,01

Примечание: *– $P \leq 0,05$; **– $P \leq 0,01$; ***– $P \leq 0,001$

Наибольший удой за 305 дней первой лактации отмечен у первотелок родственной группы Концентрата 106157 — 5527 кг молока. Их удой был достоверно выше, чем у первотелок линии Курса 3722 — на 664 кг ($P \leq 0,05$) и родственной группы Батлера 107506 — на 610 кг ($P \leq 0,001$). Существенная разница также наблюдается по сравнению с линией Ладка 2537 — на 287 кг ($P \leq 0,05$) и родственной группой Меридиана 90827 — на 286 кг ($P \leq 0,05$).

По содержанию жира в молоке лучший показатель зафиксирован у коров линии Курса 3722 — 4,1 %, что на 0,2-0,1 % ($P \leq 0,001$) выше, чем у первотелок других групп и родственных групп (у которых содержание жира составляет 3,9–4,0 %).

Самое высокое содержание белка в молоке отмечено у первотелок линии Курса 3722 — 3,25 %, что выше, чем у коров-первотелок линии Ладка 2537 на 0,04 % ($P \leq 0,05$), родственной группы Леирда 71151 — на 0,10 % ($P \leq 0,01$), и на 0,05 % ($P \leq 0,05$) выше, чем у родственных групп Батлера 107506, Концентрата 106157, Мастера 106902 и Меридиана 90827.

Таким образом, у первотелок родственной группы Концентрата 106157 самый высокий удой (5527 кг), а у коров линии Курса 3722 лучшие показатели по содержанию жира (4,10 %) и белка (3,25 %) в молоке.

Репродуктивная способность животных является одним из фундаментальных биологических и хозяйственно значимых признаков, определяющих эффективность разведения крупного рогатого скота. Она оказывает прямое влияние на темпы воспроизводства поголовья, генетический прогресс и формирование поколений с повышенным уровнем продуктивности [3].

Высокий уровень воспроизводительной функции обеспечивает биологическую устойчивость стада и способствует росту экономической эффективности животноводства за счёт оптимизации производственного цикла и повышения выхода продукции на единицу поголовья [2].

В таблице 2 представлены данные, характеризующие основные репродуктивные показатели первотелок костромской породы, включая возраст первого осеменения, длительность сервис-периода и межотельного периода.

Таблица 2

Воспроизводительная способность коров-первотелок костромской породы в разрезе линий и родственных групп

Линия, родственная группа	Число коров, гол	Показатель		
		возраст первого плодотворного осеменения, мес.	сервис-период, дней	межотельный период, дней
Р. гр. Батлера 107506	51	20,5 ± 0,3**	126,9 ± 12,2	411,0 ± 12,0
Р. гр. Концентрата 106157	75	22,0 ± 0,4	177,0 ± 14,5	467,0 ± 14,4
Л. Курса 3722	14	20,5 ± 0,7	85,7 ± 12,8***	371,0 ± 13,6***
Л. Ладка 2537	315	21,0 ± 0,2	147,1 ± 6,3	429,1 ± 6,2
Р. гр. Леирда 71151	47	21,8 ± 0,6	177,5 ± 19,7	447,7 ± 20,7
Р. гр. Мастера 106902	250	20,7 ± 0,2	165,8 ± 8,1	449,6 ± 7,7
Р. гр. Меридиана 90827	295	20,7 ± 0,2	152,9 ± 7,1	436,8 ± 7,1

Примечание: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$

Возраст первого плодотворного осеменения отражает скороспелость ремонтных телок. Наиболее скороспелые первотелки родственной группы Батлера 107506 — 20,5 месяцев, они опережают по данному показателю первотелок родственной группы Концентрата 106157 на 1,5 месяца ($P \leq 0,01$). У первотелок линии Курса 3722 также возраст первого плодотворного осеменения невысокий — 20,5 месяцев, но разница по этому показателю с первотелками родственной группы Концентрата 106157 — недостоверна.

Сравнительно скороспелы первотелки родственных групп Мастера 106902 и Меридиана 90827, возраст первого плодотворного осеменения которых составил по 20,7 мес.

Сервис-период, как важный показатель воспроизводительной функции, оказался наиболее оптимальным у первотелок линии Курса 3722 — 85,7 дней. Это на 91,3 дня ($P \leq 0,001$) меньше, чем у животных родственной группы Концентрата 106157, и на 91,8 дня ($P \leq 0,001$) меньше, чем у родственной группы Леирда 71151. Вторую позицию по данному показателю занимают первотелки родственной группы Батлера 107506 — 126,9 дней.

Сокращение сервис-периода способствовало снижению продолжительности межотельного периода. Наиболее короткий межотельный период зафиксирован у коров линии Курса 3722 — 371,0 день, что на 96,0 дней ($P \leq 0,001$) меньше, чем у животных родственной группы Концентрата 106157 (467,0 дней), и на 78,6 дней ($P \leq 0,001$) меньше, чем у родственной группы Мастера 106902 (449,6 дней).

Таким образом, по возрасту первого плодотворного осеменения лидируют первотелки родственной группы Батлера 107506, а лучшими по воспроизводительной способности отмечены первотелки линии Курса 3722, которые показали наименьшие значения сервис- и межотельного периодов.

Выводы. Проведённые исследования установили, что линейная принадлежность оказывает достоверное влияние на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров-первотелок костромской породы. Наибольшая продуктивность за 305 дней первой лактации отмечена у животных родственной группы Концентра 106157 (5527 кг), в то время как наивысшее содержание жира (4,10 %) и белка (3,25 %) в молоке зарегистрировано у первотелок линии Курса 3722. По возрасту первого плодотворного осеменения лучшими отмечены первотелки родственной группы Батлера 107506, а по воспроизводительным показателям наиболее эффективными оказались коровы-первотелки линии Курса 3722, у которых зафиксированы минимальные значения сервис- и межотельного периодов. Полученные результаты свидетельствуют о значимости генетических факторов при формировании хозяйственно-полезных признаков и подчеркивают необходимость целенаправленного отбора и подбора по линиям и родственным группам с учётом продуктивных и воспроизводительных характеристик для повышения селекционной ценности и общей эффективности молочного скотоводства.

Библиографический список

1. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2022) / Г. Ф. Сафина, В. В. Чернов, И. М. Дунин, С. Е. Тяпугин [и др.]. – Москва : ФГБНУ ВНИИплем, 2023. – 255 с.
2. Королев, А. А. Молочное скотоводство Костромской области / А. А. Королев, Н. С. Баранова, Д. С. Казаков // Аграрный вестник Нечерноземья. – 2023. – № 4 (12). – С. 26–35.
3. Королев, А. А. Совершенствование скота костромской породы при использовании быков-производителей отечественной и импортной селекции : монография / А. А. Королев, Н. С. Баранова, Е. А. Королева. – Москва : ИНФРА-М, 2023. – 206 с.
4. Костромская порода крупного рогатого скота в новом столетии: состояние и перспективы (обзор) / А. В. Баранов, Н. Ю. Парамонова, Н. С. Баранова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – Т. 20, № 6. – С. 533–547.

ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ДОМАШНИХ СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ ЯКУТИИ

Додохов Владимир Владимирович, главный научный сотрудник научно-исследовательской части, ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ, dodoxv@mail.ru

Румянцева Татьяна Дмитриевна, старший научный сотрудник научно-исследовательской части, ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ, tanya_rum@mail.ru

Аннотация: В данной статье представлены результаты исследования генетического разнообразия трех пород домашних северных оленей Якутии: чукотской, эвенской и эвенкийской, с использованием 16 микросателлитных маркеров. Анализ показал, что эвенская порода обладает наибольшим генетическим разнообразием, в то время как чукотская демонстрирует наименьшее. Значения наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности близки во всех трех популяциях, указывая на отсутствие значительного инбридинга. Полученные результаты важны для разработки стратегий сохранения и улучшения генетического потенциала домашних северных оленей и оптимизации селекционной работы в оленеводстве Якутии.

Ключевые слова: домашние северные олени, генетическое разнообразие, микросателлиты, чукотская порода, эвенская порода, эвенкийская порода.

Домашние северные олени играют важную роль в культуре и экономике коренных малочисленных народов Севера. За последние 30 лет их поголовье претерпело значительные колебания. Наиболее резкое сокращение произошло после реорганизации колхозов и совхозов, что привело к потере ценного генофонда и снижению показателей селекционно-племенной работы в оленеводстве. В Республике Саха (Якутия) существуют большие перспективы развития оленеводства. Перед племенным оленеводством стоит задача значительного увеличения поголовья племенных животных для дальнейшего совершенствования их продуктивных и племенных качеств. Одним из методов достижения этой цели является внедрение новых возможностей эффективной селекции на основе детальной оценки генетических процессов в популяциях домашних северных оленей.

В настоящее время для изучения генетической структуры северных оленей широко используются микросателлитные маркеры, позволяющие выявлять эволюционные процессы в популяциях диких и домашних животных [1-4]. Низкая стоимость и простота применения делают микросателлиты экономически выгодным инструментом.

Для исследования были отобраны образцы от трех пород домашних северных оленей: эвенской (481 особь, из них 349 – ФГУП "Ючюгейское", Оймяконский район; 51 – СПК (Ф) «Томпо», Томпонский район; 78 – СХПЗК «Таба-Яна», Усть-Янский район), чукотской (148 особей, СПК КРО «Турваургин», Нижнеколымский район) и эвенкийской (200 особей, МУП "Жилиндинский", Оленекский район).

Таблица 1

Популяционно-генетическая характеристика пород домашних северных оленей

Порода	N	Na	Ne	Ho	He	F
Чукотская	148	8,31±0,865	4,084±0,388	0,711±0,041	0,706±0,039	-0,003
Эвенская	481	9,87±1,147	4,292±0,458	0,703±0,039	0,705±0,043	-0,006
Эвенкийская	200	10,19±1,085	4,520±0,468	0,709±0,042	0,719±0,043	0,014

Представленные данные в таблице 1 отражают популяционно-генетические параметры трех пород домашних северных оленей. Эвенская и эвенкийская популяции демонстрировали более высокое число аллелей (Na) по сравнению с чукотской популяцией (9,87 и 10,19 против 8,31 соответственно). Аналогичная тенденция наблюдается для

эффективного числа аллелей (N_e): эвенская (4,292) и эвенкийская (4,520) породы имеют более высокие значения N_e , чем чукотская (4,084).

Значения наблюдаемой (H_o) и ожидаемой (H_e) гетерозиготности во всех трех популяциях достаточно близки друг к другу, что свидетельствует об отсутствии значительных отклонений от равновесия Харди-Вайнберга. Небольшие различия между H_o и H_e не выходят за пределы ошибки измерения.

Индекс фиксации (F), представляющий собой меру инбридинга, близок к нулю для всех пород, что свидетельствует об отсутствии значительного инбридинга.

На основе анализа представленных данных можно сделать следующие выводы о том, что эвенская порода обладает наибольшим генетическим разнообразием среди исследованных пород. Чукотская порода демонстрирует наименьшее генетическое разнообразие, что может быть связано с меньшим размером популяции и, возможно, историческими факторами.

Приватные аллели представляют собой уникальные генетические маркеры, специфичные исключительно для определенной породы и практически отсутствующие либо чрезвычайно редкие у представителей других пород. Представленные данные в таблице 2 содержат сведения о распределении приватных аллелей среди трех пород домашних северных оленей.

Таблица 2

Приватные аллели микросателлитных локусов домашних северных оленей трех пород

Порода	Локус	Аллель	частота	Порода	Локус	Аллель	частота
Эвенкийская	BMS1788	141	0,005	Чукотская	Rt6	192	0,017
	BMS1788	170	0,005		BMS1788	143	0,003
	Rt9	135	0,005		FCB193	120	0,007
	Rt7	232	0,003		T40	279	0,003
	Rt7	234	0,003		T40	298	0,003
	Rt7	258	0,003		T40	325	0,003
	OheQ	292	0,005	Эвенская	BMS1788	136	0,001
	OheQ	299	0,008		BMS1788	160	0,001
	OheQ	310	0,010		BMS1788	174	0,016
	Rt24	268	0,020		OheQ	277	0,001
	C32	300	0,020		OheQ	322	0,002
	BMS745	122	0,003		FCB193	148	0,008
	BMS745	124	0,003		C276	410	0,002
	T40	306	0,003				
	T40	333	0,003				
	C276	218	0,008				
	C276	426	0,003				

По числу приватных аллелей наблюдались значительные различия между тремя рассматриваемыми породами. Полученные данные свидетельствуют о наличии значительных внутривидовых различий по уровню генетического разнообразия. Несмотря на относительную редкость большинства аллелей даже у самой богатой в плане частного полиморфизма эвенкийской породы, общий уровень генетического разнообразия остается низким.

Для оценки различия между породами была построена матрица генетических расстояний по N_e . Значения N_e 's D (генетическая дистанция) относительно низкие для всех пар, что указывает на высокую степень генетической схожести между ними. Наибольшее генетическое расстояние наблюдались между чукотской и эвенской породами ($D = 0.112$). Наименьшее расстояние — между эвенской и эвенкийской породами ($D =$

0.029). Это говорит о том, что эти породы генетически наиболее близки. Значения генетической идентичности подтверждают выводы, полученные из анализа расстояний. Чем выше значение идентичности, тем больше генетическое сходство. Наименьшая идентичность наблюдается между чукотской и эвенской (0.894), а наибольшая — между эвенской и эвенкийской (0.971). Полученные данные подчеркивают эволюционную историю пород и позволяют лучше понимать происхождение и развитие пород.

Заключение. Полученные данные имеют важное значение для разработки эффективных стратегий сохранения и улучшения генетического потенциала домашних северных оленей Якутии. Дальнейшие исследования, включающие оценку влияния завоза животных из других регионов, позволят получить более полную картину генетической структуры и разработать более точные рекомендации по оптимизации племенного дела в оленеводстве региона.

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-26-20156, <https://rscf.ru/project/25-26-20156/>

Библиографический список

1. Лайшев, К. А., Южаков, А. А., Романенко, Т. М. и др.. Современные методы исследований и модели в северном оленеводстве / К. А. Лайшев, А. А. Южаков, Т. М. Романенко и др.. – Салехард : Северное изд-во, 2019. – 223 с.
2. Каштанов С.Н., Захаров Е.С., Семина М.Т., Винокуров Н.В., Винокуров А.В., Онохов А.А., Филимонов П.А., Николаева Э.А., Южаков А.А., Сергеева О.К., Сомова М.М., Лайшев К.А., Столповский Ю.А. Генетическая структура domesticiрованных популяций северного оленя (*Rangifertarandus*) Среднесибирского плоскогорья и прилегающих территорий // Генетика. 2024. Т. 60. № 1. С. 94-99.
3. Филиппова, Н. П., Корякина, Л. П., Павлова, А. И., Дмитриева, Т. И., Павлова, Н. И. Изучение аллелофонда эвенской породы северного оленя по локусам трансферрина и микросателлитов // Генетика и разведение животных. 2020. Т. 1, № 1. С. 44-49.
4. Денискова, Т. Е., Харзинова, В. Р., Доцев, А. В., Соловьева, А. Д., Романенко, Т. М., Южаков, А. А., Лайшев, К. А., Брем, Г., Зиновьева, Н. А. Генетическая характеристика региональных популяций ненецкой породы северного оленя (*Rangifertarandus*) // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 6. С. 1152-1161.

УДК 57.084.1, 57.083.3, 571.27

ГЕНО-ИНЖЕНЕРНЫЕ СТРАТЕГИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РЕКОМБИНАНТНОЙ В-СУБЪЕДИНИЦЫ ХОЛЕРНОГО ТОКСИНА (СТХВ) INESCHERICHIACOLI ДЛЯ ИММУНОПРОФИЛАКТИКИ И ИССЛЕДОВАНИЙ: ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ЭКСПРЕССИИ И ОЧИСТКИ

Жамгочян Хамесд, аспирант кафедры микробиологии и иммунологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, hamesdja22@gmail.com

Гончаренко Анна Владимировна, к.б.н., с.н.с. группы редактирования геномов микроорганизмов, ФИЦ Биотехнологии РАН, pylaevanna@gmail.com

Киракосян Рима Нориковна, к.б.н., доцент, кафедры биотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, r.kirakosyan@rgau-msha.ru

Аннотация: результаты исследования подтверждают перспективность разрабатываемой системы для массового производства белка СтхВ — компонента вакцин против холеры. Методы, реализованные в рамках работы, позволяют получать достаточно высокий выход функционально сохраненного белка при относительно простых условиях культуры и очистки.

Ключевые слова: СтхВ, β-субъединица холерного токсина, экспрессия, рекомбинантный белок

Актуальность исследования. Холера остается актуальной проблемой общественного здравоохранения в ряде регионов мира, особенно в условиях недостаточного санитарного контроля и ограниченных ресурсов для профилактики и лечения. Основным средством профилактики является вакцинация, которая в настоящее время включает использование компонентов холерного токсина, в частности, его β -субъединицы (CtxB), обладающей иммуностимулирующими свойствами и способной вызывать защитный иммунный ответ. Высокая потребность в чистом и эффективном производстве CtxB обусловлена необходимостью разработки более безопасных, стабильных и доступных вакцин. Традиционные методы получения белка, используемые в организме-восстановителе, препятствуют массовому и экономически выгодному производству, что стимулирует активные исследования в области генетической инженерии и молекулярной биотехнологии для создания эффективных систем экспрессии белков в моделях, таких как *Escherichiacoli*. Это делает задачу поиска оптимальных технологий для получения высокоочищенного CtxB особенно актуальной.

Цель исследования. Основной целью данного исследования являлось создание эффективной системы экспрессии рекомбинантного β -субъединицы холерного токсина в клетках *Escherichiacoli*, а также разработка простой и масштабируемой методики получения максимально чистого и функционально сохраненного белка для дальнейшего использования в медицинских и исследовательских целях. В рамках достижения этой цели поставлено задание оптимизировать условия выращивания, экспрессии и очистки CtxB, а также продемонстрировать возможность получения достаточных по концентрации и качеству образцов белка.

Материал и методы. Для реализации поставленных задач использовались штаммы *E. coli*, выбранные из коллекции лаборатории. Были конструированы молекулы ДНК с целью экспрессии β -субъединицы холерного токсина, внедренные в векторы с подходящими сигнальными последовательностями (например, OmpA или PelB) для обеспечения транспорта белка через клеточную мембрану и его выделения. Экспрессия белка индуцировалась добавлением изопропил β -D-тиогалактопиранозида (ИПТГ) в средней конечной концентрации 1 мМ при достижении целевых условий роста (определенной ОП₆₀₀). Выращивание культур проводилось в синтетической среде М9 с глицерином, что способствует высокой надлежащей экспрессии и простоте очистки продукта. Для фракционирования использовались различные методы – в том числе центрифугирование для получения супернатанта (с помощью гипер- и гипоосмолярных буферов), ресуспендирование клеточного осадка в гипертоническом растворе, выделение периплазматических фракций, а также стандартизированные методы анализа белков — электрофорез в полиакриламидных гелях (ДСН-ПААГ) и иммуноблоттинг. Концентрацию белка определяли спектрофотометрическими методами и спектроскопией ультрафиолетового поглощения. Для оценки концентрации и структуры белка использовались расчеты по коэффициентам экстинкции и молярной экстинкции, а также динамическое светорассеяние для определения размера молекул [1].

Результаты. В результате осуществленных исследований было достигнуто создание системы экспрессии β -субъединицы холерного токсина в *E. coli* с использованием синтетической питательной среды М9, что позволило получить значительную концентрацию белка. После 48 часов индукции условная концентрация целевого продукта в среде достигала до 50 мг/л, из которых была получена очистка в виде высокоочищенной белковой дробы с сохранением пентамерной структуры CtxB. Этот результат свидетельствует о высокой эффективности выбранной системы экспрессии и условий культивирования. В процессе исследования было проведено последовательное разделение культуры: выделение периплазматических, цитоплазматических и внеклеточных фракций для определения локализации белка. Методы электрофореза и иммуноблоттинга подтвердили успешную экспрессию и наличие активной формы белка. Также анализ показал, что использование

металл-хелатной хроматографии — метода простого и эффективного выделения — обеспечивает получение высокоочищенного CtxB, пригодного для дальнейших целей.

Выводы. Сконструированная система гетерологичной экспрессии гена β -субъединицы холерного токсина (CtxB) основана на штамме *E. coli* BL21(DE3), трансформированном плазмидой pET22b(+) («Novagen», США). В данной конструкции ген *ctxB* под контролем T7lac-промотора модифицирован заменой нативной лидерной последовательности на сигнальный пептид белка наружной мембраны OmpA*Escherichiacoli*, обеспечивающий направленную секрецию целевого продукта.

Наработку рекомбинантного CtxB осуществляли культивированием бактерий в минимальной среде M9 с 2% глицерина в качестве источника углерода при 25°C в течение 18 ч. Очистку белка проводили методом металл-хелатной аффинной хроматографии непосредственно из бесклеточного культурального супернатанта, что обеспечило выделение функционально активной пентамерной формы целевого белка. Данный подход исключил необходимость лизиса клеток и минимизировал контаминацию цитоплазматическими белками.

Заключение. Результаты исследования подтверждают перспективность разрабатываемой системы для массового производства белка CtxB — компонента вакцин против холеры. Методы, реализованные в рамках работы, позволяют получать достаточно высокий выход функционально сохраненного белка при относительно простых условиях культуры и очистки. В дальнейшем необходимо провести масштабирование процесса, оптимизировать параметры экспрессии и очистки, а также провести иммунологические исследования полученного продукта для подтверждения его потенциальных вакцинных свойств. Эти достижения создают основу для развития промышленного производства безопасных и эффективных вакцинных компонентов, что актуально для борьбы с холерой и улучшения системы профилактики инфекционных болезней.

Библиографический список

1. Жамгочян, Х. Создание системы гетерологичной экспрессии и оптимизация способа наработки β -субъединицы холерного токсина в клетках *E. coli* / Х. Жамгочян, М.В. Замахаяев, Н.Н. Случанко, А.В. Гончаренко, М.С. Шумков // Биохимия. - 2023. - Т. 88. - №. 9. - С. 1581–1596.

УДК 636.52/. 58 : 636.086

НУТРИГЕНОМНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ФИТОБИОТИЧЕСКОЙ КОМБИНАЦИИ ДЛЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Загарин Артем Юрьевич, аспирант, ассистент кафедры разведения, генетики и биотехнологии животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, azagarin@rgau-msha.ru

Научный руководитель: Селионова Марина Ивановна, д.б.н., профессор РАН, проректор по научной работе, профессор кафедры разведения, генетики и биотехнологии животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, selionova@rgau-msha.ru

Аннотация: Проведен анализ влияния использования в питании цыплят-бройлеров растительных экстрактов с различными биологически активными веществами на экспрессию генов, связанных с продуктивностью и резистентностью. Установлено, что скармливание экстрактов цикория, левзеи, зверобоя и тимьяна достоверно отразилось на экспрессии генов MYOG, MSTN, FASN, IL8L2, AvBD9, AvBD10 и SOD1. Полученные данные послужат нутригеномным обоснованием при разработке новой фитокомбинации для кормления цыплят-бройлеров.

Ключевые слова: экспрессия генов, фитобиотики, растительные экстракты, нутригеномика животных, цыплята-бройлеры.

Введение. Птицеводство является наиболее динамично развивающейся отраслью,

характеризующейся высокими объемами производства. В частности, согласно статистическим данным 2023 года производство мяса птицы в Российской Федерации составило 5,30 млн. тонн, что на 4,3% выше, чем в 2021 году. При этом на долю мяса птицы приходилось 44,3% от всего объема производимого мяса, в то время как на говядину и свинину – 13,8 и 39,7% соответственно [2].

Высокий уровень мясной продуктивности цыплят-бройлеров помимо значительных результатов селекции и технологического сопровождения отрасли достигается путем использования в их питании различных стимуляторов роста. Наиболее часто в качестве таких препаратов используют кормовые антибиотики, однако их нерациональное использование в животноводстве является одной из ключевых причин развития антибиотикорезистентности патогенов и контаминации продуктов питания [6]. Это обуславливает актуальность разработки альтернативных нутрицевтиков, к числу которых относят фитобиотики – непитательные природные биологически активные соединения растительного происхождения, обладающие такими полезным действием, как антимикробные, противогрибковые и противовирусные свойства, повышение уровня продуктивности, активация иммунной и антиоксидантной защиты организма, стимуляция пищеварительных ферментов, повышение потребления корма и переваримости нутриентов, активация экспрессии генов QTL, интенсификация метаболизма, улучшение морфофункциональных свойств кишечника и улучшение качества продукции [3, 7].

Помимо традиционных методов оценки эффективности использования различных способов управления продуктивностью и резистентностью животных существуют современные молекулярно-генетические методы, отличающиеся высокой точностью и объективностью. В частности, используя сведения об экспрессии генов, функции которых связаны с формированием продуктивных качеств животного и состояния его здоровья, возможно выявить конкретные механизмы влияния того или иного алиментарного фактора на физиологический статус животного и использовать эти сведения при разработке новых кормовых решений. Исследования, выполненные на основе этой методики, сформировали новую научную дисциплину – нутригеномику в животноводстве [5].

Исходя из вышеизложенного **целью** данной работы являлось нутригеномное обоснование разработки фитобиотической комбинации для использования в кормлении цыплят-бройлеров.

Материал и методика исследования. При разработке плана исследования и проведении опыта руководствовались методикой проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы ВНИТИП [1]. На базе зоостанции (учебно-производственный птичник) РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева был проведен научный зоотехнический эксперимент, продолжительность которого составила 35 суток (весь период выращивания цыплят-бройлеров). Объект исследования: цыплята-бройлеры отечественного кросса Смена 9 с рандомизированным соотношением петушков и курочек.

Используя метод сбалансированных групп-аналогов после окончания инкубации и проведенной вакцинации было сформировано 5 групп цыплят по 36 голов в каждой в соответствии со схемой опыта (таблица 1).

Таблица 3

Схема опыта

Группа	Особенности кормления
1 контроль	Полнорационные фазовые комбикорма (ПК)
2 опыт	ПК + экстракт корней цикория обыкновенного (90% инулина) в количестве 450 г/т – «Старт», «Рост», 560 г/т – «Финиш»
3 опыт	ПК + экстракт побегов зверобоя продырявленного (7,3% флавоноидов в пересчете на рутин) в количестве 350 г/т – «Старт», «Рост», 430 г/т – «Финиш»
4 опыт	ПК + экстракт корней левзеи сафлоровидной (0,505% экидистена) в количестве 170 г/т – «Старт», «Рост», 210 г/т – «Финиш»
5 опыт	ПК + экстракт побегов тимьяна ползучего (18,4% дубильных веществ в

	пересчете на танины и 3,6% флавоноидов в пересчете на рутин) в количестве 200 г/т – «Старт», «Рост», 250 г/т – «Финиш»

Цыплят содержали в клеточных установках в три яруса по вертикали. Плотность посадки, температурно-влажностный режим, освещенность, питательность и химический состав комбикормов соответствовал рекомендациям разработчиков кросса.

Для анализа экспрессии генов в финишный период выращивания цыплят-бройлеров (26 суток) из каждой группы у 4 цыплят (петушки) со средней живой массой для группы отбирали образцы грудной мышцы (*musculipectoralis*), печени (*hepar*) и слепых отростков кишечника (*intestinum cecum*), фиксировали в растворе IntactRNA («Евроген», Россия) и хранили при температуре -20°C. Молекулярные исследования в соответствии с протоколами проводили на базе лаборатории прикладной генетики и молекулярной диагностики ФГБНУ ФНЦ «ВНИТИП». Лабораторные исследования включали гомогенизацию тканей с применением прибора Bioprep-24 (Allsheng, Китай), лизис и выделение РНК с помощью набора RNA Solo («Евроген», Россия), получение кДНК с использованием набора Magnus («Евроген», Россия) и амплификатора GeneExplorer GE-96G (Bioer, Китай), анализ качества выделения и обратной транскрипции РНК с применением флуориметра Fluo-200 (Allsheng, Китай) и набора QuDussDNA AssDNA (ThermoFisherScientific, США), полимеразную цепную реакцию в реальном времени (40 циклов: денатурация – 30 секунд при 95°C, отжиг праймеров – 30 секунд при 60°C, элонгация – 30 секунд при 72°C) на приборе QuantStudio 5 (Thermo Scientific, США), используя набор 5X qPCRmix-HS SYBR («Евроген», Россия). В качестве гена домашнего хозяйства использовали ген *ACTB*. Изучали экспрессию генов, связанных с ростом мышечной ткани (*MYOG*, *MSTN*), липогенезом (*FASN*), иммунитетом (*IL8L2*, *AvBD9*, *AvBD10*, *IRF7*) и антиоксидантным статусом (*SOD1*, *PRDX6*). Праймеры, использованные для оценки экспрессии генов, представлены в таблице 2.

Таблица 4

Нуклеотидная последовательность праймеров

Ген	Праймеры	Ген	Праймеры
<i>ACTB</i>	F:CTGTGCCCATCTATGAAGGCT A R:ATTTCTCTCTCGGCTGTGGTG	<i>MYO G</i>	F:GGAGAAGCGGAGGCTGAAG R:GCAGAGTGCTGCGTTTCAGA
<i>IL8L2</i>	F:GGAAGAGAGGTGTGCTTGGA R:TAACATGAGGCACCGATGTG	<i>MSTN</i>	F:GCTTTTGATGAGACTGGACGAG R:AGCGGGTAGCGACAACATC
<i>AvBD9</i>	F:AACACCGTCAGGCATCTTCAC A R:CGTCTTCTTGGCTGTAAGCTG GA	<i>FASN</i>	F:GCAGCTTCGGTGCCTGTGGTT R:GCTGCTTGGCCCACACCTCC
<i>AvBD1 0</i>	F:GCTCTTCGCTGTTCTCCTCT R:CCAGAGATGGTGAAGGTG	<i>SOD1</i>	F:CGGGCCAGTAAAGGTTACTGGA A R:TGTTGTCTCCAAATTCATGCACA TG
<i>IRF7</i>	F:ATCCCTTGGAAGCACAACGC C R:CTGAGGCAACCGCGTAGACC TT	<i>PRDX 6</i>	F:GCATCCGCTTCCACGACTTCCT R:CCGCTCATCCGGGTCCAACAT

Оценка относительного уровня экспрессии проводилась с использованием метода $2^{-\Delta\Delta Ct}$ [4]. Математический анализ данных проводили в компьютерной программе IBM SPSS Statistics 23. Для сравнения экспрессии гена опытных групп относительно контроля использовали t-критерий Стьюдента для значений ΔCt .

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты молекулярно-генетических исследований, отражающих характер изменения экспрессии генов, связанных с продуктивностью и резистентностью цыплят-бройлеров, представлены на рисунке 1.

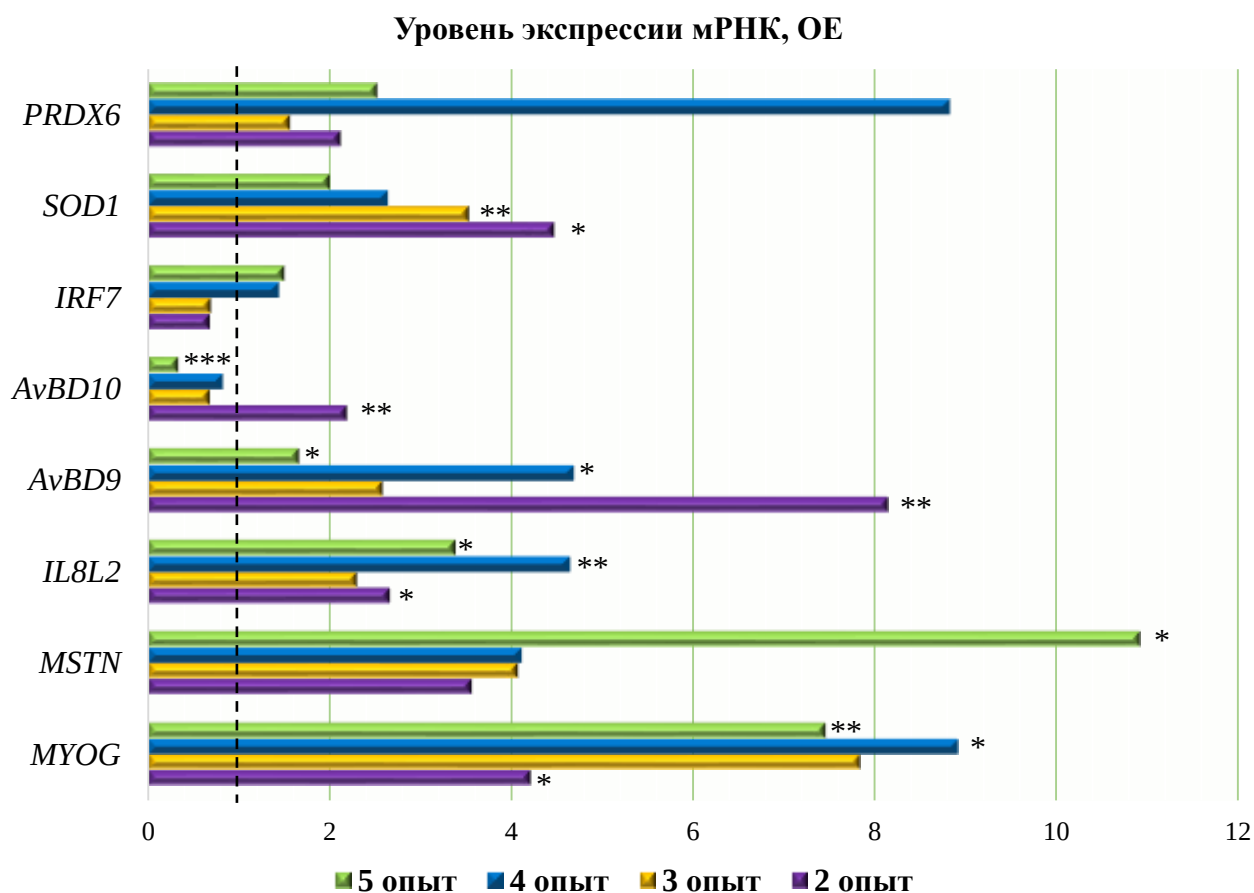


Рис. 1 Уровень экспрессии генов, связанных с продуктивностью и резистентностью, в тканях грудных мышц, печени и слепых отростков кишечника цыплят-бройлеров: OE – кратность изменений уровня экспрессии по сравнению с 1-й группой, где показатель принимали за 1; *, **, *** – разность в значениях ΔC_t статистически достоверна по отношению к контрольной группе при $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$ согласно t-критерию; горизонтальная прерывистая линия обозначает уровень экспрессии генов в контрольной группе; результаты представлены как среднее со стандартной ошибкой среднего ($M \pm SEM$) для экспрессии мРНК; виварий РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024 год, $n=4$, 26 суток

Результаты исследования свидетельствовали о стимуляции транскрипционной активности генов, ассоциированных с хозяйственно-биологическими признаками цыплят. В частности, были выявлены ростостимулирующие свойства растительных экстрактов цикория, тимьяна и, в особенности, левзеи, проявляемые в повышении экспрессии миогенина (*MYOG*), связанного с ростом миоцитов, в 4,2-8,9 раза, однако в то же время танины тимьяна ползучего повышали активность гена миостатина (*MSTN*), ингибирующего развитие мышечной ткани, в 10,9 раз. Фитобиотики оказали существенное влияние на липогенез, что выражалось в значительном увеличении экспрессии гена синтазы жирных кислот (*FASN*) в диапазоне от 18,2 до 184,1 раза (не представлено на рисунке). Установлены иммуномодулирующие свойства таких фитобиотиков, как экстракты цикория, левзеи и тимьяна, выраженные в повышении экспрессии провоспалительного гена интерлейкин-8 (*IL8L2*) в 2,7-4,6 раза и антимикробного пептида β -дефензина 9 (*AvBD9*) – в 1,7-8,2 раза, экспрессия β -дефензина 10 (*AvBD10*) изменялась с такой же закономерностью и была высокой при использовании экстракта цикория. Использование флавоноидов зверобоя не

отразилось на активности генов иммунитета, но высокодостоверно увеличивало активность гена антиокислительного фермента супероксиддисмутазы (*SOD1*) в 3,5 раза, инулин цикория – в 4,5 раза, указывая на антиоксидантные свойства этих биологически активных веществ.

Выводы. Выявлены ростостимулирующие, иммуномодулирующие и антиоксидантные свойства биологически активных соединений фитобиотиков – инулина, флавоноидов, экдистена, танинов из корней цикория и левзеи сафлоровидной, побегов зверобоя и тимьяна, выраженные в активации экспрессии генов, ассоциированных с ростом и развитием скелетной мускулатуры (*MYOG*) и синтезом жирных кислот (*FASN*), здоровьем кишечника (*IL8L2*, *AvBD9*, *AvBD10*) и антиокислительным статусом (*SOD1*) цыплят-бройлеров. Полученные данные послужат нутригеномным обоснованием при разработке состава новой фитокомбинации, предназначенной для повышения продуктивности и укрепления здоровья цыплят-бройлеров, на основе оптимального соотношения экстрактов цикория обыкновенного (*Cichoriumintubus*L.), зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum*L.), левзеи сафлоровидной (*Rhaponticumcarthamoides*L.) и тимьяна ползучего (*Thymusserpyllum*L.).

Библиографический список

1. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. Молекулярно-генетические методы определения микрофлоры кишечника / И. А. Егоров, В. А. Манукян, Т. Н. Ленкова [и др.]; Российская академия сельскохозяйственных наук, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства Россельхозакадемии. – Сергиев Посад: Весь Сергиев Посад, 2013. – 51 с.
2. Фисинин, В. И. Мировое и отечественное птицеводство: динамика и перспективы развития, реалии и вызовы будущего. Результаты работы яичного и мясного птицеводства России в 2023 году / В. И. Фисинин // Сборник статей XXI Международной конференции «Мировое и российское птицеводство: динамика и перспективы развития – научные разработки по генетике и селекции сельскохозяйственной птицы, кормлению, инновационным технологиям пргизводства и переработки яиц и мяса, ветеринарии, экономики отрасли», Сергиев Посад, 23–25 сентября 2024 года. – Сергиев Посад: ООО «Гран-При», 2024. – С. 13-41.
3. Cutting-edge knowledge on the roles of phytobiotics and their proposed modes of action in swine / S. Pandey, E.S. Kim, J.H. Cho [et al.] // Frontiers in Veterinary Science. – 2023. – Vol. 10. – P. 1265689.
4. Livak, K.J. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the $2^{-\Delta\Delta CT}$ method / K.J. Livak, T.D. Schmittgen // Methods. – 2001. – Vol. 25(4). – P. 402-408.
5. Nutrigenomics in livestock sector and its human-animal interface-a review / Z. Haq, A. Saleem, A.A. Khan [et al.] // Veterinary and Animal Science. – 2022. – Vol. 17. – P. 100262.
6. Phytogetic feed additives as natural antibiotic alternatives in animal health and production: A review of the literature of the last decade / J. Wang, J. Deng, M. Chen [et al.] // Animal Nutrition. – 2024. – Vol. 17. – P. 244-264.
7. The synergetic effects of some phytobiotics mix on growth, hematology and microbial loads of broiler chickens / Y.K. Yesuf, B. Tamir, E. Tesfaye, N. Beyero // Animal Biotechnology. – 2023.

УДК 636.082.13

ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОРОДЫ ХОТОШО КАК САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ СЕЛЕКЦИОННОЙ ГРУППЫ

Красавина Полина Вячеславовна, аспирантка кафедры разведения, селекции и биотехнологии животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, pelageya16092000@yandex.ru

Гладких Марианна Юрьевна, кандидат с.-х. наук, доцент кафедры разведения, селекции и биотехнологии животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация: Статья посвящена изучению популяционно-генетической обособленности восстановленной бурятской породы хотошо от родственных пород, таких как монгольская и тувинская овчарка. Несмотря на внешние и поведенческие сходства, сформированные народной селекцией, современные генетические различия обусловлены региональной изоляцией и разными селекционными подходами.

Ключевые слова: хотошо, популяционная генетика, породная обособленность, генетическая дифференциация, аборигенные породы собак

В последние годы среди заводчиков и специалистов в области генетики сельскохозяйственных и служебных животных усиливается обеспокоенность по поводу сохранения и идентификации аборигенных пород собак, сформированных в условиях народной селекции. Особое внимание уделяется породе хотошо — бурятской собаке, восстановление которой в настоящее время находится на активной стадии. Сложность современной научной работы заключается не только в необходимости поддержания генофонда данной породы, но и в обоснованной ее разграниченности от родственных форм, таких как монгольская овчарка (банхар), с которой до 2019 года они считались одной породой (бурят-монгольская собака), и тувинская овчарка, с которыми хотошо разделяет ряд морфологических и поведенческих признаков. [2]

Исторически данные породы формировались как универсальные приотарные и караульные собаки, широко применявшиеся в кочевом хозяйстве Центральной Азии. Их становление происходило в условиях изолированных региональных популяций, что предопределило как общие черты (приспособленность к экстремальным климатическим условиям, самостоятельность в принятии решений, выраженный территориальный инстинкт), так и формирование регионально-специфических признаков, таких как поведенческие реакции, тип конституции, параметры шерстного покрова и адаптивные особенности. В результате географической и селекционной дивергенции, каждая из линий приобрела собственные фенотипические и этологические особенности, которые на современном этапе становятся важными при обосновании породной самостоятельности. [1]

Одним из ключевых факторов, определяющих возможность официальной регистрации и признания породы, является наличие устойчивых и воспроизводимых отличительных характеристик, включая экстерьерные показатели, типичное поведение и функциональное назначение в условиях традиционного и современного хозяйствования. В случае с породой хотошо необходимо подтвердить как морфологическую, так и генетическую идентичность, опираясь на анализ популяционно-генетических параметров.

Таким образом, Особое внимание уделяется сравнительной оценке популяций хотошо и родственных пород с использованием методов генетического анализа, а также исследованию стабильности поведенческих и экстерьерных признаков, закрепленных в процессе селекционного разведения в разных географических условиях. Результаты данного исследования имеют значение не только в контексте породной идентификации, но и в более широком аспекте сохранения этнокультурного и биологического разнообразия аборигенных пород собак. [4]

С учётом сходства бурятской собаки с родственными породами — монгольской овчаркой и тувинской овчаркой, сформированных в условиях традиционной народной селекции, — возникает необходимость в популяционно-генетической дифференцировке, способной подтвердить уникальность породы как с точки зрения генома, так и по поведенческим и экстерьерным признакам. Это особенно важно в контексте подготовки к официальной регистрации породы, что требует чёткой идентификации и обоснования породных характеристик.

Цель исследования. Целью настоящего исследования является научное обоснование генетической обособленности бурятской собаки хотошо как самостоятельной и отличной от других аборигенных форм породной группы.

Материал и методы. В рамках проведенных исследований была прогенотипирована выборка из 36 собак породы хотошо, представляющих различные питомники и с собаками из разных регионов (включая Московскую область, Иркутскую область, Бурятию, и др.). Генетический материал был предоставлен центром ветеринарной генетики "Зооген", специализирующегося на молекулярно-генетической экспертизе животных.

Для установления степени генетической обособленности породы была проведена сравнительная популяционная оценка с использованием данных случайной выборки собак других пород.

Результаты. Результаты анализа представлены на диаграмме распределения индивидуумов (рис. 1), где видно чёткое разделение популяции Хотошо и случайной выборки по генетическим координатам. Индивидуумы породы Хотошо (синие точки) образуют компактный кластер, отчётливо отделённый от точек случайной выборки (оранжевые точки), что свидетельствует о высокой степени внутрипородной гомогенности и, одновременно, межпородной дивергенции.

Анализ молекулярно-генетических данных, полученных в результате генотипирования 36 особей породы хотошо, позволил выявить чёткое популяционное разграничение между данной породой и собаками из случайной выборки.

На графике распределения индивидуумов (рис. 1) отражены координаты собак в двумерном пространстве, сформированном по данным о генетических расстояниях. Индивидуумы породы хотошо представлены синими точками, тогда как случайная выборка обозначена оранжевым цветом.

Средняя координата по оси X для хотошо составила $-23\,574$, в то время как для случайной выборки она была $-38\,027$. Разница между центрами кластеров по данной оси составила $14\,453$ единицы, что подтверждает пространственное разделение групп по ведущему компоненту вариации. Диапазон рассеивания точек внутри группы хотошо по оси X находился в пределах от $-28\,000$ до $-20\,000$, тогда как у случайной выборки — от $-45\,000$ до $-31\,000$, что также говорит о более высокой внутригрупповой согласованности у хотошо.

Кроме того, наблюдается разделенность облаков точек двух популяций, за исключением одного индивидуального случая, потенциально связанного с либо ошибкой идентификации, либо гибридным происхождением собаки из случайной выборки. Однако, даже с учетом данного исключения, плотность кластеризации хотошо оказалась выше, что указывает на генетическую однородность внутри популяции.



Рис. 1. График распределения особей

Обсуждение. Таким образом, результаты генетического анализа, выраженные как в виде визуального распределения (MDS), так и через расчетные показатели, демонстрируют, что бурятская собака представляет собой генетически обособленную популяцию, с чётко очерченной структурой, а внутривидовая вариабельность остаётся в допустимых пределах. Популяция хотошо не совпадает и не перекрывается с другими аборигенными собаками, включёнными в случайную выборку.

Несмотря на морфологическое сходство с другими аборигенными породами, особенно с банхаром (монгольской овчаркой), генетические данные демонстрируют, что хотошо формирует отдельную генетическую кладу. Это подтверждает, что селекционное давление, обусловленное географической изоляцией и осознанной селекцией в разных регионах, привело к формированию уникального генофонда. [3]

Данные исследования позволяют предположить, что порода Хотошо может быть признана отдельной и обособленной селекционно-генетической единицей, а не популяцией в рамках более широкой этногруппы.

Заключение. Проведённый генетический анализ подтвердил генетическую обособленность собак породы хотошо, выделив их в рамках сравнения с разнообразной выборкой других пород. В совокупности с ранее установленными поведенческими, экстерьерными и функциональными характеристиками, полученные данные подтверждают целесообразность и необходимость официального признания хотошо как отдельной породы.

Библиографический список

1. Бадмаев А. А. ОБРАЗ СОБАКИ В ТРАДИЦИОННОМ МИРОВОЗЗРЕНИИ И РИТУАЛЕ БУРЯТ // Вестник Томского государственного университета. Культурология и искусствоведение. - 2023. - №49. - С. 30-43.
2. Стандарт // НКП Хотошо (бурятская собака) URL: <http://www.nkphotosho.ru/dok/standart/> (дата обращения: 20.05.2025).
3. Kloch M., Życzyński A., Nowak-Życzyńska Z. Genetic diversity of native Japanese dog breeds in the primitive type // Animal Science. - Warsaw: Annals of Warsaw University of Life Sciences, 2019. - P. 37-45.
4. Grégoire Leroy Genetic diversity, inbreeding and breeding practices in dogs: results from pedigree analyses // The Veterinary Journal. - 2011. - №189. - P. 177–182.

УДК 639.3

ОЦЕНКА СПЕРМЫ САМЦОВ ПЕЛЯДИ (COREGONUS PELED) ФГБНУ "ВНИРО" ("ВНИИПРХ")

Сусова Елена Евгеньевна, аспирант кафедры аквакультуры и пчеловодства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, saya445@yandex.ru

Бубунец Эдуард Владимирович, и.о. заведующего кафедрой аквакультуры и пчеловодства, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, bubunets@rgau-msha.ru

Седлецкая Евгения Сергеевна, доцент кафедры ветеринарной медицины, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, esedletskaia@rgau-msha.ru

Аннотация: Исследования проведены на базе Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ "ВНИРО" ("ВНИИПРХ"). В работе приведены данные по качеству эякулятов от производителей пеляди средней массой 1,004 кг; промысловой длиной 39,6 см; объемом отданного эякулята 5,43 мл; концентрация составила 433,67 млн/мл (0,43 млрд/мл); сперматокрит – 4,62 %; процент живых спермиев – 73,3, рефрактометрия по плотности мочи собаки 0,6713, рефрактометрия по плотности мочи кошки 0,6696. Проведено сравнение данных с результатами, полученными в реках Таз и Ляпин. В результате установлено, что эякуляты, полученные в период нерестовой компании, можно частично рекомендовать для использования при оплодотворении ооцитов.

Ключевые слова: *Пелядь, эякулят, сперма, сперматокрит, рефрактометрия*

Введение. Пелядь или сырок (*Coregonus peled*), рыба семейства лососёвые (*Salmonidae*). Длина 40–58 см, масса 2,5–3 (редко до 5) кг. Объект промысла и разведения.

В связи с тем, что бизнесу нужны предложения по возможному оптимизированию затрат на содержание производителей то сокращение численности самцов сиговых, за счёт двух-трёхкратного использования за нерестовую кампанию, одно из направлений. В этой связи, определение качества спермы в зависимости от времени, условий получения и хранения для искусственного воспроизводства в аквакультуре является актуальной задачей.

Цель исследования: изучить влияние характера и условий нереста на основные показатели эякулятов самцов сиговых в аквакультуре

Материал и методы. Объектом исследования являлись половозрелые самцы Пеляди (*Coregonus peled*) в количестве трех особей. Самцам сырка 4 и более лет.

Сперму отбирали путем доения самцов в шприц объемом 20 мл. Объем проб для исследования от каждого самца составил 7, 9 и 0,3 мл соответственно.

Для определения концентрации спермы использовали фотометр SDM1, сперматокрита - центрифугу JANETZKI TH12, таймер которой устанавливали на 3 минуты. Капилляры длиной 75 мм набирались (на 70-80%), закупоривались пластилином и отправлялись на центрифугирование. После чего определяли процент гематокрита с помощью линейки JANETZKI. После центрифугирования спермы исследовали семенную плазму. Рефрактометрию проводили с помощью ручного рефрактометра RZ126ATC. Для определения доли живых спермиев использовали один из вариантов суправитальной окраски сперматозоидов по Блюму по следующей технологии: на обезжиренное спиртом предметное стеклонаносили 2 капли 5% эозина ($C_{20}H_6Br_4O_5Na_2$) и 1 каплю спермы, растирая по предметному стеклу вторым предметным стеклом, просушивали феном, после чего проводили микроскопию с использованием OLYMPUS CX31 на объективе в 400 диоптрий. При получении эякулятов также проводили их визуальную оценку. Исследования сперматокрита и рефрактометрии проводились в ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, в лаборатории кафедры: физиологии, этологии и биохимии животных. Определение концентрации и процента живых и мертвых спермиев - в Ветеринарной клинике при РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, в лаборатории спермы. Визуальная оценка эякулятов проводилась на месте отбора.

Результаты. Отбор проб производился перед осеменением, во второй декаде ноября 2023 года на базе Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ "ВНИРО" ("ВНИИПРХ"), инкубцех, Россия, Московская обл., Дмитровский городской округ, поселок Рыбное, 40А.

Согласно классификациям Т.Ю. Кучко [1], качество полученных эякулятов при визуальной оценке, в пробах образец 2 – средняя, образец 4 – плохая, образец 6 – хорошая (рис.1)

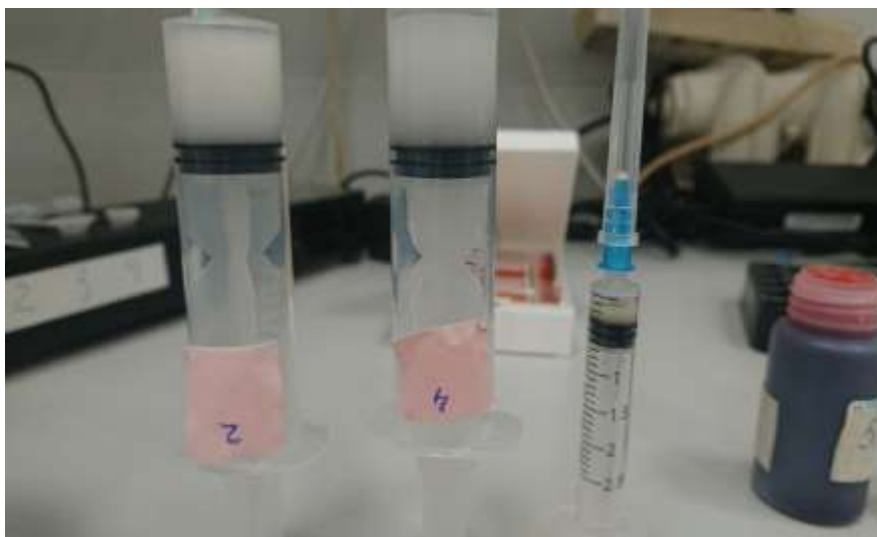


Рис. 1. Отобранные эякуляты Пеляди

Статистически обработанные данные полученных результатов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сводные данные по образцам эякулятов Пеляди

Показатель	Масса (кг)	Длина рыбы до конца чешуи, (L, см)	Объем отданного эякулята (мл)	Концентрация (млрд/мл)	Сперма-токрит (%)	% живых спермиев	Рефрактометрия кошке	Рефрактометрия собака
Lim	0,862-1,108	37,3-41,5	0,3-9	0,24-0,58	4,7-9,17	55-85	1,004-1,005	1,006-1,008
M±m	1,004±0,07	39,6±1,23	5,43±2,63	0,43±0,10	4,62±2,65	73,33±9,3	0,6696±0,335	0,6713±0,3356
m малой выборки	0,090	1,50	3,22	0,12	3,24	11,365	0,410	0,411
σ	0,127	2,128	4,557	0,174	4,585	16,072	0,579	0,581
Cv, %	12,682	5,375	83,865	40,324	99,181	21,917	86,6025	86,6026

По данным Н. В. Смешливой и С.М. Семенченко самцы речной пеляди могут отдать объем разовой порции эякулята до 1,064 мл [2]. В нашем случае показатель выше в 6,5 и 8,5 раз для 2 и 4 образцов. Но для 6 образца данный показатель ниже в 3,5 раза.

Прослеживается зависимость у образца с наименьшей длиной тушки - максимальный объем единовременно продуцируемого эякулята (Это так же подтверждается данными Н. В. Смешливой и С.М. Семенченко на основе речной пеляди.), минимальная концентрация спермиев, минимальный вес и максимальный процент живых спермиев.

Тогда как у образца с наибольшей длиной тушки - минимальный объем единовременно продуцируемого эякулята, максимальная концентрация спермиев, максимальная масса и минимальный процент живых спермиев.

Невозможно проследить зависимость сперматокрита так как эякулята одного образца не хватило на пробу. Тоже и с рефрактометрией. Но по известным показателям других образцов мы можем предположить, что самый маленький по весу и длине тушки образец имеет самый высокий сперматокрит и рефрактометрию.

Чтобы подтвердить зависимости был проведен анализ коэффициентов корреляции Пирсона (табл. 2). Обнаружена сильная положительная зависимость концентрации

сперматозоидов от длины рыбы и от массы рыбы. Также найдена сильная отрицательная зависимость объема эякулята от длины рыбы. Есть некоторая отрицательная взаимосвязь влияния массы на объем эякулята.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции Пирсона

	Объем эякулята	концентрация
Масса	-0.7160	0.9720
Длина всей рыбы	-0.9047	0.9954

При сравнении данных с В.Е. Тунёвым [3] выявлено что средняя масса тазовской пеляди при низком уровне водности (35 штук) превышает наши данные в 337 раз при высоком уровне вариативности значений (в нашем случае вариативность значений средняя). При среднем уровне водности (30 штук) превышает наши данные в 28,5 раза при низком уровне вариативности значений. При высоком уровне водности (25 штук) превышает наши данные в 28,4 раза при низком уровне вариативности значений.

Средняя промысловой длины тазовской пеляди при низком уровне водности (35 штук) ниже наших данных в 1,4 раза при низком уровне вариативности значений (в нашем случае вариативность значений так же низкая). При среднем уровне водности (30 штук) превышает наши данные в 7,7 раз при низком уровне вариативности значений. При высоком уровне водности (25 штук) превышает наши данные в 8,8 раз при низком уровне вариативности значений.

Выводы. 1. Проводя сравнительный анализ качества эякулятов, можно отметить, что образцы занимают место от хорошего до плохого. 2. Проводя сравнение с данными речной пеляди Н. В. Смешливой и С.М. Семенченко наш показатель выше в 6,5 и 8,5 раз для 2 и 4 образцов. Но для 6 образца данный показатель ниже в 3,5 раза. 3. При сравнении данных с В.Е. Тунёвым выявлено что средняя масса тазовской пеляди превышает наши данные. Средняя промысловая длина ниже наших данных только при низком уровне водности. 4. От концентрации сперматозоидов зависят остальные показатели эякулята. 5. Обнаружена сильная положительная зависимость концентрации сперматозоидов от длины рыбы и от массы рыбы. Также найдена сильная отрицательная зависимость объема эякулята от длины рыбы. Есть некоторая отрицательная взаимосвязь влияния массы на объем эякулята. 6. Установлено, что эякуляты полученные в период нерестовой компании можно рекомендовать для использования при оплодотворении ооцитов частично.

Библиографический список

1. Кучко, Т. Ю. Методы получения половых продуктов от производителей рыб : Учебное пособие для студентов эколого-биологического и агротехнического факультетов / Т. Ю. Кучко ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования Петрозаводский гос. ун-т. - Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2015. - 63 с. - ISBN 978-5-8021-2757-5 - Текст : непосредственный.
2. Смешливая, Н. В. Взаимосвязь объема эякулята и размеров самцов сиговых рыб coregonidaeобь-иртышского бассейна / Н. В. Смешливая, С. М. Семенченко. - Текст : непосредственный // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2015. - Т. 2, № 3 (7). – С. 68
3. Тунёв, В.Е. Изучение изменчивости морфометрических показателей пеляди / В.Е. Тунёв, Н. В. Янкова, С.С. Григорьев. - Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2015. - № 3 (133). – С. 10-12.

СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПИТАНИЯ ЖИВОТНЫХ И ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ»

УДК 636.084/636.5.034

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЙОДА В КОРМЛЕНИИ КУР-НЕСУШЕК

Кемтибай Летиция, аспирант кафедры кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, kemtylaeti@gmail.com

Ксенофонтова Анжелика Александровна, доцент кафедры кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, tmetre@rgau-msha.ru

Аннотация: йод играет важную роль в обмене веществ, росте и развитии живых организмов. Его дефицит в рационе кур-несушек может приводить к различным нарушениям, включая снижение яйценоскости и ухудшение общего состояния здоровья птиц. В данной статье рассмотрена метаболическая роль йода, его влияние на продуктивность кур-несушек и функциональные свойства яиц. Показано возможное токсичное воздействие этого микроэлемента на организм птицы. Проведен анализ эффективности использования различных форм йода, используемых в кормлении кур-несушек.

Ключевые слова: куры-несушки, кормовой йод, яичная продуктивность, дефицит йода, функциональные яйца

Курино яйцо представляет собой продукт, в котором сбалансированы высококачественные питательные вещества, многие из которых обладают высокой биодоступностью. Из-за роста численности населения глобальный спрос на столовые яйца вырос в геометрической прогрессии, в связи с чем текущие мировые оценки потребления яиц на душу населения приближаются к 9 кг в год. Благодаря этому птицеводческая промышленность является одной из самых быстрорастущих сельскохозяйственных отраслей во всем мире. Чтобы удовлетворить этот спрос, необходимы значительные достижения в генетике, питании и системах содержания кур. Разработка экономически эффективных и практически применимых стратегий для улучшения производства и повышения качества яиц необходима для развития яичной промышленности во всем мире. В последние годы среди потребителей также наблюдается спрос на функциональные продукты, которые приносят пользу здоровью человека, выходящую за рамки основного рациона питания, за счет добавленных биоактивных соединений (жирные кислоты омега-3, витамин Е, антиоксиданты, каротиноидные пигменты, минералы и др.) в корма сельскохозяйственных животных и птицы [1, 2].

Коррекция состава рационов кур-несушек может внести существенный вклад в получение так называемых дизайнерских яиц, обладающих такими свойствами. В последние годы наблюдается значительный интерес к поиску решения проблемы йододефицитных состояний у населения многих стран мира путем обогащения рационов животных и птиц этим микроэлементом, что способствует его накоплению в продуктах питания [3].

Йод - это незаменимый микроэлемент, который необходим для поддержания здоровья и продуктивности кур-несушек. Он улучшает усвоение питательных веществ из корма, что способствует повышению продуктивности кур-несушек, увеличению массы яйца и улучшению его питательных свойств яйца (высокое содержание белков, витаминов и микроэлементов). Также улучшается качество скорлупы, которая становится более устойчивой к механическим повреждениям.

Влияние йода на организм птицы, качество и состав яиц основано на биохимических и физиологических процессах, которые он регулирует. Одной из основных функций йода в организме является его участие в синтезе гормонов щитовидной железы - тироксина (Т4) и трийодтиронина (Т3), которые через активацию клеточных ферментов, участвующих в обмене веществ, регулируют энергетический обмен, температурный баланс организма, функции нервной системы, рост и развитие организма в целом.

Йод стимулирует синтез ферментов антиоксидантной защиты, таких как глутатионпероксидаза. Эти ферменты защищают клетки организма от окислительного

стресса, который может возникать под влиянием токсинов, инфекционных агентов, стресса или интенсивного метаболизма, протекающего в организме кур-несушек современных кроссов. Это также способствует сохранению свежести яйца за счёт защиты желтка и белка от окисления.

Гормоны щитовидной железы регулируют развитие и функции иммунных клеток, таких как лимфоциты и макрофаги, что снижает риск бактериального загрязнения яиц, а также повышает выживаемость эмбрионов в инкубационных яйцах.

Йод поддерживает оптимальную правильную работу гипоталамо-гипофизарно-гонадной оси гипофизарно-яичниковой оси, что обеспечивает регулярное формирование фолликулов и правильное созревание яиц.

Йод участвует в минеральном обмене, способствуя нормализации уровня кальция и натрия и увеличению гемоглобина в крови птиц.

Эффективное усвоение йода может быть затруднено различными факторами, такими как форма качества корма, уровень других питательных веществ и условия содержания. В связи с этим необходимо разрабатывать рационы, которые обеспечивают достаточное количество йода, чтобы предотвратить его дефицит и способствовать максимальной продуктивности кур-несушек.

Известно, что комбикорма для кур-несушек не обеспечивают в полной мере потребности птицы в йоде, что требует его введения в рационы в составе премиксов. Чаще всего в премиксы вводят неорганические формы этого элемента, такие как йодид калия или натрия, йодат калия или кальция [4].

Необходимо учитывать, что при введении в рационы кур йода, его реальные концентрации в корме будут ниже расчетных, что обусловлено его физическим и химическими свойствами. При обычной температуре йод испаряется (возгоняется), переходя в газообразное состояние, минуя жидкую фазу, что объясняет его нестабильность в результате чего йод улетучивается из премиксов и его содержание в рационе снижается. Неорганические источники йода отличаются нестабильностью, так как данный микроэлемент обладает высокой окислительно-восстановительной активностью. В связи с этим при обработке и хранении комбикормов и премиксов потери элемента из йодированной соли через 1 и 8 недель хранения могут составлять 50% и 70% соответственно. Вышеуказанные процессы ускоряются под действием света и повышенной влажности [5].

На усвояемость йода влияет не только его форма, но и состав рациона, в частности, наличие в кормах антипитательных факторов, таких как тио- и цианогликозиды, синтезирующиеся некоторыми крестоцветными и зернобобовыми культурами, которые ухудшают всасывание и использование любых форм микроэлемента. Усвоение йода из кормов также зависит от уровня в рационе других минеральных элементов (K, Ca, Sr, F, Cu и Co) [6]. Ион йода имеет сходство с ионом меди, в результате чего йодистый калий в присутствии сернистой меди вступает с ней в химическую реакцию с образованием йодистой меди, которая плохо усваивается организмом [7].

В связи с этим, в настоящее время всё больше уделяется внимание органическим формам йода, которые обладают хорошей биодоступностью для организма птицы. Так, куры, получавшие органический йод, показали на 10% большую яйценоскость по сравнению с группой, получавшей йодид калия, что подчеркивает важность выбора правильной формы йода для достижения максимальных результатов в кормлении.

Необходимо учитывать, что избыток йода в рационе кур-несушек может вызвать серьезные проблемы со здоровьем птиц, которые включают нарушения обмена веществ и снижение продуктивности. Отмечается постепенное снижение яйценоскости, подавление и прекращение овуляции. При этом большая часть йода накапливается в щитовидной железе, и вполне вероятно, что механизм, ответственный за эти репродуктивные нарушения, связан с изменением активности её гормонов. Одновременно со снижением яйценоскости уменьшается потребление корма, снижается масса яиц и уровень холестерина в желтке, а масса тела птицы при этом увеличивается.

Так как продукты, используемые в питании человека, как правило, бедны йодом, что приводит к его недостаточному потреблению и, как следствие, к дефициту, введение йода в рационы кур-несушек в дозах, превышающих их метаболические потребности, может поддерживать оптимальный йодный статус населения через употребление в пищу обогащенных таким образом яиц. Обогащение куриных яиц различными питательными веществами, в том числе и йодом, зависит исключительно от манипуляции рационом кур-несушек. Так, кормовой йод относительно легко кумулируется в желтке, что позволяет увеличить его содержание в яйцах. При этом необходимо учитывать, что по данным некоторых авторов термическая обработка яиц существенно снижает его уровень.

Таким образом, для предотвращения дефицита йода, поддержания максимальной продуктивности кур-несушек, а также получения обогащенных йодом яиц, необходим научно-обоснованный подход к введению в рационы этого биоактивного микроэлемента, регулирующего многие ключевые метаболические пути в организме. При использовании йодных добавок особое внимание следует уделять форме, уровню и наличию антагонистических веществ в рационе животных, поскольку эти факторы могут оказывать влияние на обеспечение животных микроэлементами. Учитывая растущий интерес к вопросам устойчивого развития и безопасности пищевых продуктов, правильное использование йода в кормлении кур-несушек может стать важным вкладом в создание более здоровой и эффективной системы продовольственного обеспечения.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках реализации специальной части программы поддержки и развития университета «Приоритет-2030».

Библиографический список

1. Impact of Supplementing Phytobiotics as a Substitute for Antibiotics in Broiler Chicken Feed on Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Biochemical Parameters / A. S. Zaikina, N. P. Buryakov, M. A. Buryakova [et al.] // Veterinary Sciences. – 2022. – Vol. 9, No. 12. – P. 672.
2. Role of Dietary Inclusion of Phytobiotics and Mineral Adsorbent Combination on Dairy Cows' Milk Production, Nutrient Digestibility, Nitrogen Utilization, and Biochemical Parameters / N. P. Buryakov, L. V. Sycheva, V. I. Trukhachev [et al.] // Veterinary Sciences. – 2023. – Vol. 10, No. 3. – P. 238.
3. El-Sabroun K, Aggag S, Mishra B. Advanced Practical Strategies to Enhance Table Egg Production. Scientifica (Cairo). 2022 Oct 30;2022:1393392.
4. Игнатович Л. Применение ламинарии в кормлении кур-несушек // Птицеводство. 2010. №5. С. 17-19.
5. Органический йод в кормлении цыплят-бройлеров / И. Егоров, Е. Андрианова, Е. Григорьева [и др.] // Комбикорма. – 2019. – № 11. – С. 60-65.
6. Органический йод в кормлении цыплят-бройлеров / И. Егоров, Е. Андрианова, Е. Григорьева [и др.] // Комбикорма. – 2019. – № 11. – С. 60-65.
7. Фисинин В.И., Егоров, И.А. Егорова Т.В. и др. Обогащение яиц йодом // Птица и птицепродукты, 2011. № 4. С. 34-40

УДК 636.084/636.5.034

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЮПИНА БЕЛОГО В РЕЦЕПТАХ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ РЕМОНТНЫХ ТЕЛОЧЕК

Кондобарова Валерия Николаевна, аспирант кафедры кормления животных РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, v.k.170699@mail.ru

Буряков Николай Петрович, заведующий кафедрой кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, доктор биологических наук, профессор, n.buryakov@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье приведены результаты использования в кормлении ремонтных телочек в возрасте от 0 до 2 месяцев престартерных комбикормов, в рецептуру которых в количестве 10%, 20 и 30% входили бобы люпина белого безалкалоидного сорта «Тимирязевский». Среднесуточные приросты живой массы телят из опытных групп были на 6,45-10,97% выше, чем в контроле. В исследованиях установлено, что лучшие зоотехнические показатели были достигнуты ремонтными телочками, где в рецепте комбикорма было 30% бобов люпина белого.

Ключевые слова: ремонтные телочки, престартерные комбикорма, белый люпин, сорт «Тимирязевский».

Научные исследования показывают положительное влияние комбикормов на состояние рубца у телят молочного периода. При включении комбикормов в рацион наблюдается улучшение структуры рубца: стенки становятся более плотными и темными, улучшается кровоснабжение, а сосочки эпителия развиваются активнее [2].

Использование бобов люпина белого в кормлении молодняка крупного рогатого скота ранее ограничивалось наличием алкалоидов, являющихся антипитательными веществами. Однако селекционные достижения последних лет позволили создать новые сорта «Гана» и «Тимирязевский» с содержанием белка на уровне 35-40% при концентрации алкалоидов менее 0,02%. Согласно принятой классификации, такие показатели позволяют отнести эти сорта к категории сладких (безалкалоидных) разновидностей люпина [1, 3-7].

В связи с появлением новых сортов люпина с очень низким содержанием алкалоидов возникла необходимость проведения исследования по определению эффективности использования бобов люпина белого в рецептах престартерных комбикормов для ремонтных телочек, что и явилось целью исследования.

Исследование проводили в условиях молочного комплекса «Бессоновский» СПК «Колхоза имени Горина» Белгородского района Белгородской области. Телята черно-пестрой породы молочного периода выращивания были распределены методом пар-аналогов на 4 группы (контрольная и 3 опытных) по 12 голов в каждой. Подбор четверок-аналогов вели по таким показателям как: порода, пол, возраст и живая масса.

Содержание и кормление животных во всех группах в период проведения научно-хозяйственного эксперимента были одинаковы. Телочек содержали в индивидуальных домиках с кормушкой и свободным доступом к воде.

Далее в таблице 1 представлена схема опыта:

Таблица 1

Схема опыта

Группа	Количество голов	Особенности кормления	Продолжительность опыта, сут.
1-я контрольная	12	ОР + престартерный комбикорм с содержанием 0% бобов люпина белого	60
2-я опытная	12	ОР + престартерный комбикорм с содержанием 10% бобов люпина белого	60
3-я опытная	12	ОР + престартерный комбикорм с содержанием 20% бобов люпина белого	60
4-я опытная	12	ОР + престартерный комбикорм с содержанием 30% бобов люпина белого	60

Основой рациона в данный период являлось цельное молоко (6 кг/сут/гол), сено (приучение со 2-й декады жизни), комбикорм (приучение с 4 дня жизни). Рационы кормления для телят соответствовали нормам потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах ВИЖа (2018). Рецептуры престареных комбикормов были рассчитаны с помощью программного комплекса «КормОптим». Комбикорма для опытных групп были произведены на комбикормовом заводе ООО «Агроуниверсал» Ивнянского района Белгородской области. Телята из контрольной группы получали рецепт комбикорма, принятый в хозяйстве, без включения бобов люпина белого.

Поедаемость комбикорма в период проведения исследования у животных из опытных групп была несколько выше, чем в контроле. Телята проявляли интерес к престартеру в период приучения и ко второму месяцу исследования уровень потребления комбикорма на голову в сутки составлял не менее 1100 граммов.

Показатели питательности комбикормов, используемых в исследовании представлен в таблице 2:

Таблица 2

Питательная ценность комбикормов контрольной и опытных групп, %

Показатель	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
ОЭ КРС, МДж/кг	11,7	11,9	11,9	12,4
Сухое вещество	88,86	89,0	89,65	90,13
Сырой протеин	22,01	22,16	22,33	22,31
Сырой жир	5,13	6,36	5,34	5,33
Сырая клетчатка	6,35	6,62	6,95	6,65
Сахара	4,79	4,53	4,67	4,64
Крахмал	32,32	32,47	34,51	37,33
ЛПУ	37,11	37,01	39,18	41,97
Лизин	0,99	0,99	0,95	0,95
Кальций	0,96	0,78	0,79	0,79
Фосфор	0,65	0,67	0,66	0,62
Поваренная соль	0,83	0,83	0,84	0,84

Комбикорма для телят в опытных группах были одинаковы по энергетической ценности и уровню содержания сырого протеина, сырой клетчатки. Различие заключалось в содержании бобов люпина белого сорта «Тимирязевский» и составляло соответственно 10%, 20 и 30%, которым заместили часть продуктов переработки сои.

В рецептах комбикормов с высоким содержанием (20 и 30% соответственно) бобов люпина белого безалкалоидных сортов на 0,04% ниже содержание лизина, однако выше общее содержание сырого протеина.

При этом следует отметить, что эффективность использования азота зависит от соотношения в рационе энергии и протеина: чем больше энергии приходится на единицу протеина, тем более эффективно азот усваивается организмом. Количество легкопереваримых углеводов (ЛПУ) было наибольшим в 3-й и 4-й опытных группах, а значит и эффективность использования азота у животных, потреблявших престартерные комбикорма с включением в рецептуру бобов люпина белого (20 и 30% соответственно), была наиболее высокой, о чем свидетельствуют данные, представленные в таблице 3.

Судить об успешности выращивания ремонтного молодняка принято по живой массе и скорости роста, потому, что данные параметры характеризуют эффективность

использования кормов рациона. Далее в таблице 3 представлена динамика живой массы телят за опытный период:

Таблица 3

Динамика живой массы

Показатель	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Живая масса, кг:				
- при рождении	35,8±0,72	35,7±0,70	35,8±0,63	35,7±0,61
- в 1 месяц	68,8±1,16	70,8±1,04	71,2±2,02	73,3±0,86*
- в 2 месяца	95,0±1,09	98,8±1,30*	100,1±2,36	101,5±1,27*
Абсолютный прирост, кг	59,267±0,93	63,1±1,50*	64,3±2,38	65,77±1,32*
Среднесуточный прирост, кг	0,988±0,02	1,052±0,02*	1,072±0,04	1,096±0,02
В % к контрольной группе	100,0	106,45	108,56	110,97

Примечание: * - здесь и далее разность достоверна по отношению к контрольной группе при $p < 0,05$.

Средняя живая масса телят всех групп при рождении была в пределах от 35,7±0,61 до 35,8±0,72 кг. К 60-суточному возрасту живая масса телят из опытных групп была выше, чем в контроле и составила: во 2-й опытной группе, где в составе комбикорма было 10% бобов люпина белого - 63,1±1,50 ($p < 0,05$), в 3-й (20% бобов люпина белого) - 64,3±2,38; в 4-й опытной группе (в комбикорме 30% бобов люпина белого) - 65,77±1,32.

Таким образом, самый высокий абсолютный прирост живой массы телят за опытный период был в 4-й опытной группе, где телята получали комбикорм с 30% бобов люпина белого, и составил 65,77±1,32 ($p < 0,05$). В этой же группе отмечается и самый высокий среднесуточный прирост - 1,096±0,02 г.

Среднесуточные приросты живой массы телят в опытных группах были выше, чем в контроле на 6,45, 8,56 и 10,97% соответственно.

Таким образом, доказана целесообразность включения в рецепты престартерных комбикормов для ремонтных телочек от 0 до 2 месяцев бобов люпина белого безалкалоидных сортов. На основании полученных данных по приростам живой массы ремонтных телочек молочного периода с использованием в рационе кормления престартерных комбикормов с разным уровнем ввода бобов люпина белого безалкалоидного сорта «Тимирязевский», лучшие показатели были достигнуты телятами из 4-й опытной группы, где в рецепте комбикорма было 30% бобов люпина белого.

Библиографический список

1. Буряков, Н. П. Белый люпин в комбикормах для коров / Н. П. Буряков, Е. О. Прохоров // Комбикорма. – 2016. – № 10. – С. 71-74. – EDN WWKKFP.
2. Буряков, Н.П. Кормление ремонтного молодняка молочного скота: Монография / Н.П. Буряков. М.А. Бурякова. – Иркутск: Мегалит, 2017 – 258 с.
3. Гатаулина, Г. Г. Люпин белый (*Lupinus albus* L.) - альтернатива сое: новый сорт Тимирязевский / Г. Г. Гатаулина, Н. В. Медведева, А. В. Шитикова // Кормопроизводство. – 2020. – № 1. – С. 36-40. – EDN SAHENL.
4. Гатаулина, Г. Г. Новый сорт Гана люпина белого (*Lupinus albus* L.): вариативность урожайности и её компонентов при разных погодных условиях / Г. Г. Гатаулина, А. В. Шитикова // Вавиловские чтения - 2022 : Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 135-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова, Саратов, 22–25 ноября 2022 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2022. – С. 480-483. – EDN JCPXGW.

5. Зверев С.В. Белый люпин. Переработка и использование в народном хозяйстве / С. В. Зверев, Е. А. Размочаев. – Тверь : АО «ГК МЕЛКОМ» , 2023. – 235с. – ISBN 978-5-6051359-0-6.

6. Панкина, И. А. Исследование алкалоидности семян люпина / И. А. Панкина, Л. М. Борисова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2015. – № 4. – С. 80-87. – EDN VCWCEN.

7. Применение белкового концентрата из белого люпина и мясокостной муки в кормлении лактирующих коров // Буряков Н.П., Бурякова М.А., Заикина А.С., Касаткина И.А., Алешин Д.Е. Главный зоотехник. 2021. № 3 (212). С. 14-27.

УДК 636.52/.58: 636.084: 636.087.72

ВЛИЯНИЕ КОРМОВОГО ХЛОРИСТОГО КАЛИЯ НА ЗООТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВЫРАЩИВАНИЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Косогор Анастасия Владимировна, аспирант кафедры кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kosogor@rgau-msha.ru

Заикина Анастасия Сергеевна, доцент кафедры кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, azaikina@rgau-msha.ru

Коваленко Александра Валерьевна, студент кафедры кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 1isadyan1@gmail.com

Научный руководитель: **Буряков Николай Петрович**, профессор кафедры кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, n.buryakov@rgau-msha.ru

Аннотация: Данная статья посвящена анализу воздействия кормового хлористого калия на рост, развитие и физиологическое состояние цыплят-бройлеров кросса Росс-308. Исследование направлено на определение оптимальных норм введения хлористого калия в рацион и практическое применение полученных данных для оптимизации кормления бройлеров, что может способствовать улучшению их продуктивности и здоровья в условиях промышленного производства. Результаты эксперимента подтвердили положительное влияние хлористого калия на показатели роста и общее состояние птицы.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, физиологические потребности, кормовые добавки, минеральное питание, неорганические вещества, продуктивность.

Птицеводство играет важную роль в обеспечении населения продукцией птицеводства, такой как мясо, яйца и пухо-перовое сырье. Развитие этой отрасли способствует повышению эффективности агропромышленного комплекса и удовлетворению растущего спроса на высокобелковые продукты питания [5].

Особое значение в современных технологиях животноводства приобретает использование биологически активных добавок, в том числе минеральных комплексов, выполняющих регуляторную функцию в метаболических процессах. Многочисленные исследования доказали их существенную роль в поддержании физиологических функций организма: активизации тканевого дыхания, обеспечении процессов кроветворения, регуляции деятельности нервной и эндокринной систем, стимуляции иммунного статуса и репродуктивной функции. Введение в рацион сбалансированных по составу минеральных добавок способствует повышению переваримости и усвояемости питательных веществ корма, что в конечном итоге положительно отражается на продуктивных показателях животных и экономической эффективности производства [1, 4].

Для повышения эффективности использования питательных веществ корма и продуктивности сельскохозяйственной птицы в последние годы применяют различные минеральные добавки [3, 6].

В связи с изложенным, данная работа имеет научный и практический интерес для целесообразности ввода кормового хлористого калия в рацион цыплят-бройлеров.

Научно-хозяйственный эксперимент проводился на базе АО «Птицефабрика «Рефтинская» с февраля по март 2024 года, где цыплята были разделены на контрольную и три опытные группы. Контрольная группа получала принятых в хозяйстве рацион, а каждая из опытных групп дополнительно получала хлористый калий (ПАО «Уралкалий») в различных дозировках: первая группа — от 0,2 до 1,1 кг/т, вторая — от 0,4 до 1,3 кг/т, третья — от 0,6 до 1,5 кг/т, с учетом потребностей бройлеров в калии и электролитного баланса. Эффективность добавки оценивалась по показателям прироста живой массы, затрат корма на 1 кг прироста и сохранности.

В начальный период выращивания (7 сут) контрольная группа демонстрировала наибольшую массу (188,8 г), тогда как опытные группы показали несколько меньшие результаты: 1-я опытная - 179 г, 2-я опытная - 180,1 г, 3-я опытная - 183,6 г. В первые 7 дней постэмбрионального периода развития птицы происходит адаптация цыплят к самостоятельному потреблению корму, формирование пищеварительной системы и развитие внутренних органов, а не рост живой массы. Следовательно, разница между контрольной и опытными группами отражает физиологические особенности цыплят-бройлеров в первую неделю жизни.

На 21 сутки показатели 1-й опытной группы (887,4 г), получаемой минимальную дозировку кормовой добавки, приблизились к контрольной (891,6 г). Живая масса во 2-й опытной группе составила 895,5 г, что на 0,44% выше контрольной. Особенно показательной является динамика 3-й опытной группы (905,3 г), где применение хлористого калия в максимальной дозировке обеспечило превышение показателей живой массы по сравнению с контролем на 1,5%. Наблюдаемое увеличение живой массы цыплят-бройлеров к 21-м суткам связано с завершением адаптивного периода и переходом к фазе интенсивного роста, в первую очередь — формирование костно-мышечного каркаса.

На 28 сутки наблюдалось устойчивое превышение показателей живой массы во всех опытных группах по сравнению с контролем, составившее 0,05%, 0,5% и 1,8% соответственно. Такая динамика обусловлена комплексным воздействием хлористого калия на физиологические процессы роста птицы. В этот период у бройлеров происходит интенсивное развитие мышечной ткани, требующее повышенного количества питательных веществ и оптимального минерального обмена.

К концу эксперимента наблюдалось наибольшее преимущество 3-й опытной группы к контрольной. Живая масса цыплят-бройлеров, получаемых максимальной дозировкой кормовой добавки, составила 2306,9 г, что на 4% превышает показатели контрольной группы (2219,2 г).

Накопительный эффект от применения добавки проявился в полной мере к концу выращивания, когда потребность организма в калии значительно возрастает. К 38-м суткам эксперимента наблюдалась четкая зависимость между дозировкой хлористого калия в корме и живой массой цыплят-бройлеров. Контрольная группа, не получавшая добавку, показала результат 2219,2 г. В 1-й опытной группе с минимальной дозировкой масса составила 2226,7 г, что на 0,34% превысило контроль. Более заметный эффект проявился во 2-й опытной группе - 2249,9 г (+1,38% к контролю). Наибольший результат зафиксирован в 3-й опытной группе с максимальной дозировкой добавки - 2306,9 г, что на 4% больше контрольных значений.

Такая динамика объясняется комплексным воздействием хлористого калия на физиологические процессы в организме птицы. Во-первых, калий как важный макроэлемент поддерживает оптимальный водно-электролитный баланс, необходимый для нормального метаболизма. Во-вторых, он активизирует работу ферментных систем, участвующих в синтезе мышечного белка. В-третьих, способствует лучшему усвоению питательных веществ из корма. Особенно важно, что эффект носил кумулятивный характер - максимальная разница проявилась именно в конце выращивания, когда потребность растущего организма в калии особенно высока. Полученные результаты доказывают, что применение хлористого

калия в оптимальной дозировке (как в 3-й группе) позволяет существенно повысить продуктивность бройлеров без дополнительных затрат на кормление [2].

За весь период выращивания наибольшая продуктивность была зафиксирована в 3-й опытной группе, где использовалась схема введения добавки: 0,6 кг/т в стартовом корме (0-11 суток), с постепенным увеличением до 1,5 кг/т в финишном периоде (31-38 суток). В результате среднесуточный прирост в этой группе достиг 59,5 г, что на 4% превысило контрольные показатели.

Анализ возрастной динамики позволяет выявить важную закономерность - выраженность положительного эффекта увеличивалась по мере роста птицы, достигая максимума к 38 суткам. Это свидетельствует о том, что благотворное влияние кормовой добавки на метаболические процессы проявляется постепенно, по мере накопления в организме и оптимизации физиологических функций.

Таким образом, добавление хлористого калия в состав комбикормов способствует значительному улучшению показателей роста сельскохозяйственной птицы.

Анализ показателей сохранности цыплят-бройлеров в контрольной и опытных группах демонстрирует положительную динамику при использовании кормового хлористого калия. В первой опытной группе (96,86%) сохранность на уровне контроля (96,82%). Показатели 2-й и 3-й опытных групп выше контроля на 0,3% и 0,8% соответственно.

Наибольшая сохранность поголовья зафиксирована в 3-й опытной группе, где применялись повышенные дозировки хлористого калия. Применение данной добавки демонстрирует высокую эффективность в повышении выживаемости и укреплении здоровья цыплят-бройлеров. Это способствует оптимизации метаболических процессов, ускорению роста и усилению естественной резистентности птицы к заболеваниям. В результате использование добавки может положительно сказаться на продуктивности поголовья и рентабельности птицеводческого предприятия.

Результаты исследований динамики конверсии корма подтверждают значимость оптимизации кормления: у цыплят-бройлеров опытных групп расход корма на 1 кг прироста живой массы был снижен на 0,65%, 1,95% и 3,25% соответственно по сравнению с контролем.

Даже минимальное сокращение затрат (0,65%) в промышленных масштабах обеспечивает существенную экономию ресурсов, тогда как снижение на 3,25% свидетельствует о высоком потенциале применяемой кормовой добавки. Улучшение данного параметра коррелирует не только с себестоимостью, но и с экологической нагрузкой производства, сокращая объем непродуктивного расхода питательных веществ.

Результаты исследования выявили значительное превышение показателей индекса продуктивности (ИП) во всех группах по сравнению с международными стандартами. Контрольная группа достигла ИП 367,2 единицы, что на 52,8% выше порога (240 ед.). Опытные группы показали еще более высокие результаты: +1,0%, +3,7% и +8,3% соответственно по сравнению с контролем.

Для обеспечения оптимального уровня калия в организме цыплят-бройлеров, стабилизации метаболических процессов и улучшения производственных показателей рекомендуется включать хлористый калий в состав комбикормов с дифференциацией по возрастным периодам в количестве: ПК-5-1 (с 0 до 11 сут) – 600 г/т; ПК-5-2 (с 12 до 24 сут) – 900 г/т; ПК-6-1 (с 25 до 30 сут) – 1200 г/т; ПК-6-2 (с 31 сут до убоя) – 1500 г/т.

Такая поэтапная схема применения позволяет эффективно компенсировать потребность растущего организма в калии на всех стадиях развития, что способствует улучшению обменных процессов и повышению конечных производственных показателей.

Библиографический список

1. Актуальные вопросы в выращивании сельскохозяйственных птиц / А. В. Косогор, А. В. Коваленко, А. А. Эдилова [и др.] // Инновационное развитие агропромышленного комплекса: новые подходы и актуальные исследования : Материалы

Международной научно-практической конференции в рамках мероприятий «Десятилетия науки и технологий в Российской Федерации», 300-летия Российской академии наук, Краснодар, 24–25 апреля 2024 года. – Краснодар: ИП Копыльцова П.И., 2024. – С. 164-169. – DOI 10.33775/conf-2024-164-169.

2. Буряков, Н. П. Использование минерального комплекса в кормлении кур родительского стада бройлеров / Н. П. Буряков, А. С. Заикина // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2018. – № 3. – С. 35-52.

3. Буряков, Н. П. Протикал Три Плюс - доступный кальций / Н. П. Буряков, А. С. Заикина, А. Трошкин // Животноводство России. – 2012. – № 11. – С. 14-16.

4. Свистунов, Д. В. Биологически активные продукты пчел для активизации процессов кроветворения у здоровых и больных кандидамикозами перепелов / Д. В. Свистунов // Известия Дагестанского ГАУ. – 2024. – № 1(21). – С. 165-170. – DOI 10.52671/26867591_2024_1_165.

5. Современное состояние и перспективы развития животноводства России и стран СНГ / В. И. Трухачев, Ю. А. Юлдашбаев, И. Ю. Свиначев [и др.]. – Москва : ООО «Мегаполис», 2022. – 337 с. – ISBN 978-5-9675-1971-0.

6. Эффективность использования хлористого калия в кормлении цыплят-бройлеров / А. В. Косогор, А. В. Коваленко, А. С. Заикина, Н. П. Буряков // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича : Сборник статей, Москва, 03–05 июня 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – С. 215-219.

УДК 636.084/ 636.39.034

ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕНИЯ ДИАПАЗОНА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ МОЛОКА КОЗ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ЙОДОДЕФИЦИТНЫХ СОСТОЯНИЙ У ЧЕЛОВЕКА

Ксенофонтов Сергей Дмитриевич, аспирант кафедры кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, serega_ks2905@mail.ru

Научный руководитель: **Буряков Николай Петрович**, заведующий кафедрой кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, n.buryakov@rgau-msha.ru

Аннотация: важность и незаменимость йода для нормального развития и функционирования организма человека побуждают к искусственному обогащению продуктов животного происхождения этим микроэлементом. В статье рассмотрен один из способов поддержания оптимального уровня йода в организме человека, путем получения животноводческой продукции с заданными функциональными свойствами. Показано, что натуральное, и особенно обогащенное йодом молоко, может в значительной степени улучшить йодный статус населения, а использование обогащенного йодом молока коз позволит также расширить линейку пищевых продуктов для людей, имеющих в анамнезе диагноз аллергия на коровье молоко.

Ключевые слова: дефицит йода, функциональные продукты, молоко коз, кормовые добавки, нормы скармливания

Функциональные или дизайнерские продукты играют важную роль в поддержании здорового образа жизни и снижении факторов риска различных заболеваний у людей. Такие продукты содержат в своем составе функциональный элемент, который отвечает за улучшение состояния здоровья, играя определенную роль в обменных процессах, протекающих в организме человека. Йод является одним из минеральных элементов, без которого невозможен нормальный рост и развитие человека и его недостаток негативно сказывается на здоровье населения. На фоне дефицита йода у людей возникают аномалии

развития нервной системы, сопровождающиеся умственной отсталостью (микседематозный и неврологический кретинизм), а также патологии репродуктивной системы (самопроизвольный аборт и выкидыш, мертворождение, врожденный гипотиреоз и бесплодие). При этом, дефицит йода рассматривают как предотвратимую причину возникновения перечисленных патологий, так как в качестве профилактики йодного дефицита широко используется программа йодирования соли [1]. Тем не менее, по данным Всемирной организации здравоохранения, во всем мире более 2 млрд. человек проживают в условиях недостатка йода в рационе. Российская Федерация по данным Iodine Global Network, относится к районам с умеренным дефицитом йода [16]. Отсутствие системной массовой йододефицитной профилактики во многих странах является главной причиной ежегодного роста йодозависимых заболеваний среди населения [2].

В связи с этим ведется поиск новых пищевых источников йода, введение которых в рацион человека можно будет использовать в качестве меры, обеспечивающей поддержание оптимального уровня йодного статуса у людей. Использование в рационах продуктивных животных кормов с добавлением йода, уровень которого превышает потребности животных, способствует повышению концентрации этого микроэлемента в мясе, молоке и яйцах. Были проведены ряд исследований для оценки перехода йода из корма в продукты животного происхождения. Установлено, что переход из корма в мясо составляет менее 1% добавленного йода, однако в случае молока и яиц это значение может быть увеличено до 30%.

Помимо йодированной соли и морепродуктов, молоко и молочные продукты являются основным источником йода в рационе человека, так как молочная матрица содержит в своей структуре этот минеральный элемент. Молочные продукты могут стать дополнительным источником потребления йода для людей, особенно младенцев и детей в возрасте, когда использование йодированной соли должно быть ограничено. Установлено, что до половины йода, вводимого в рацион крупного рогатого скота, выделяется с молоком, большая часть которого представлена неорганическими формами, а количество органически связанного йода колеблется от 3 до 30%. В связи с этим молоко является одним из важнейших источников йода и во многих странах. Как показали результаты различных исследований, молоко и продукты его переработки обеспечивают не менее 30% потребления элемента [3, 6].

Содержание йода в кормах отражает его пассивное поглощение растениями из почвы и воды. Однако этого, как правило, недостаточно для покрытия адекватного потребления, в связи с чем, включение добавок йода в рацион имеет основополагающее значение для обеспечения адекватного потребления, обеспечивающего нормальное функционирование организма, производство молока и развитие плода. Тип и количество добавок йода в ежедневном рационе являются основными переменными, влияющими на вариации концентрации йода в молоке. При этом, корреляция между добавками йода и концентрацией йода в молоке является линейной [7].

Молоко коз можно рассматривать как оптимальный источник дополнительного йода для детского населения, так как оно, благодаря своему уникальному химическому составу, обладает также гипоаллергенными свойствами. Содержание йода в молоке может широко варьировать [4] в зависимости от его уровня в корме [5] и источника йода, вводимого в рацион животных. Информация о влиянии йодосодержащих кормовых добавок на состав молока коз довольно скудна, доступны лишь результаты нескольких исследований, проведенных на мелком рогатом скоте для оценки факторов, влияющих на содержание микроэлемента в молоке.

В исследовании Nudda, A. et al. изучалось влияние добавки йода в рацион молочных коз на концентрацию микроэлемента в молоке, продуктивность животных и состав молока коз. Из 30 коз молочного направления продуктивности было сформировано 3 группы, которым добавляли 0 (контрольная группа), 0,45 (группа 1) и 0,90 (группа 2) мг KI на голову в сутки. Доза KI (76,5% йода) растворялась в воде и вводилась перорально с помощью

шприца ежедневно в течение 10 недель. Результаты исследований показали, что средняя концентрация йода в молоке составила $60,1 \pm 50,5$, $78,8 \pm 55,4$ и $130,2 \pm 62,0$ мкг/л в контрольной группе, группе 1 и группе 2 соответственно. Степень обогащения молока йодом составила около 31% в группе 1 и 117% в группе 2 по сравнению с контрольной. Скармливание КИ не оказало влияния на молочную продуктивность коз. Таким образом, авторами было установлено, что введение йода в рацион молочных коз может повысить содержание йода в молоке без неблагоприятного воздействия на показатели молочной продуктивности.

Необходимо помнить, что избыток йода в рационе человека также, как и его дефицит, может оказать негативное воздействие на здоровье, следует избегать высоких концентраций йода в молоке и с осторожностью использовать добавки йода в кормах для жвачных животных молочного направления продуктивности. В связи с этим следует проводить дальнейшие исследования для определения оптимального уровня ввода данного микроэлемента в рационы молочных коз.

Библиографический список

1. Алфёрова В.И., Мустафина С.В., Рымар О.Д. Йодная обеспеченность в России и мире: что мы имеем на 2019 год? Клиническая и экспериментальная тиреоидология. 2019;15(2):73-82.
2. Трошина Е.А., Маколина Н.П., Платонова Н.М., Исаева М.П., Иванова А.А., Никанкина Л.В., Галиева М.О., Елфимова А.Р., Прилепа С.А., Даильнев В.И. Дефицит йода и распространенность йододефицитных заболеваний в Тульской области: современное состояние и пути решения проблемы. Клиническая и экспериментальная тиреоидология. 2024;20(2):15-26.
3. Als C. et al. Swiss pilot study of individual seasonal fluctuations of urinary iodine concentration over two years: is age-dependency linked to the major source of dietary iodine? //European journal of clinical nutrition. – 2003. – Т. 57. – №. 5. – С. 636-646.
4. Borucki Castro, S.I.; Berthiaume, R.; Laffey, P.; Fouquet, A.; Beraldin, F.; Robichaud, A.; Lacasse, P. Iodine concentration in milk sampled from Canadian farms. J. Food Prot. 2010, 73, 1658–1663.
5. Castro, S.I.; Berthiaume, R.; Robichaud, A.; Lacasse, P. Effects of iodine intake and teat-dipping practices on milk iodine concentrations in dairy cows. J. Dairy Sci. 2012, 95, 213–220.
6. Dahl L. et al. The iodine content of Norwegian foods and diets //Public health nutrition. – 2004. – Т. 7. – №. 4. – С. 569-576.
7. Essa MM, Bishir M, Bhat A, Chidambaram SB, Al-Balushi B, Hamdan H, Govindarajan N, Freidland RP, Qoronfleh MW. Functional foods and their impact on health. J Food Sci Technol. 2023 Mar;60(3):820-834.

УДК 636.084/ 636.39.034

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЛИЯНИЯ КОРМОВОГО СРЕДСТВА «КАНОЛАК» НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ И ИНДИКАТОРЫ РУБЦА В ПЕРИОД РАЗДОЯ

Ирина Викторовна Менберг, аспирант кафедры кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 705-rpi@mail.ru

Научный руководитель: **Буряков Николай Петрович**, заведующий кафедрой кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, n.buryakov@rgau-msha.ru

Аннотация: В настоящее время вопросы полноценного и сбалансированного кормления коров занимают главное место в животноводстве. Первоочередной задачей является обеспечение протеиновой питательности рациона молочного скота в соответствии с нормами кормления. В качестве инструмента управления количеством протеина в рационе и достижении оптимального соотношения сырого, переваримого,

расщепляемого и нерасщепляемого протеина рекомендуется применять ферментированный рапсовый шрот «КаноЛак» ®. В ходе эксперимента было установлено, что частичная замена рапсового на ферментированный рапсовый шрот способствует улучшению протеиновой питательности рациона, а также положительно влияет на показатели молочной продуктивности. Животные первой опытной группы, в рационе которых заменили 50% натурального рапсового шрота на продукт «КаноЛак», имели более высокие показатели удоя, массовой доли и жира, и белка в молоке, что способствовало увеличению валового выхода молочного белка и жира. Анализ индикаторов рубца подтвердил тот факт, что рациональное введение ферментированного рапсового шрота в рацион лактирующих коров положительно влияет на процессы рубцового пищеварения.

Ключевые слова: протеиновая питательность рациона, лактирующие коровы, нерасщепляемый в рубце протеин, молочная продуктивность, индикаторы рубца.

Залог достижения генетического потенциала зависит напрямую от технологии кормления животных. Для достижения максимальных количественных и качественных показателей молочной продуктивности необходимо использовать полноценный и сбалансированный рацион, который соответствует современным нормам кормления [4,6].

В производственных условиях при использовании кормов собственного производства высокого качества предприятия получают рацион, сбалансированный по основным показателям. Однако при оценке питательности рационов часто обнаруживают неполноценность протеинового питания. Это обусловлено использованием распространённых источников белка в виде жмыхов и шротов, которые имеют неоптимальное соотношение расщепляемого и нерасщепляемого протеина. Как правило, в стандартных источниках белка в рационе содержится от 60 до 80% расщепляемого протеина и не более 30% процентов приходится на нерасщепляемый протеин [2].

Однако, с ростом молочной продуктивности потребность в протеине возрастает. Для этого увеличивают уровень белка в рационе. Это вызывает высокую нагрузку на микробиом рубца, что приводит к снижению производительности микроорганизмов с протеолитической активностью. Также следует отметить, что протеин, полученный в рубце посредством процесса микробиального синтеза, содержит недостаточное количество и неправильное соотношение незаменимых аминокислот [3,5].

Для решения этой проблемы необходимо применять источники полноценного транзитного протеина, который без изменений проходит через рубец коровы и является источником незаменимых аминокислот, которые усваиваются в тонком отделе кишечника [1].

Таким образом, введение достаточного уровня протеина не является решением проблем с протеиновой питательностью рациона. При составлении программы кормления высокопродуктивных лактирующих коров необходимо применять дополнительные кормовые ресурсы. В связи с этим в рацион вводятся нетрадиционные корма, позволяющие оптимизировать протеиновую питательность рациона [5].

Натуральный и ферментированный рапсовый шрот имеют некоторые различия по показателям обменной энергии, сухому веществу, СП, РП, НРП, сырой клетчатке, сырому жиру и другим показателям

В результате исследований установлено, что процент содержания НРП в СП выше у кормового средства «КаноЛак» по сравнению с натуральным рапсовым шротом – на 25,0%. Полученные результаты свидетельствуют о том, что во время производства «КаноЛак» исходное сырье в виде рапсового шрота претерпевает существенные изменения, а полученный продукт имеет высокий уровень питательных веществ и НРП, в частности.

Различия в питательной ценности рапсового шрота и кормового средства «КаноЛак» были учтены при оптимизации рационов и при определении оптимального уровня ввода данных компонентов.

Материал и методы исследования. Исследования кормовой добавки на основе ферментированного рапсового шрота проводили на предприятии ООО «Дельта Ф» Московской области. Цель эксперимента заключалась в оценке влияния разного уровня ввода ферментированного рапсового шрота на показатели молочной продуктивности и индикаторы рубца (табл.1).

Таблица 1

Схема опыта

Показатели	Группа (n=15)		
	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2
Особенности кормления	Основной рацион (ОР) +2,5 кг рапсового шрота	ОР + 1,25 кг рапсового шрота +1,25 кг ферментированного рапсового шрота	ОР +2,5 кг ферментированного рапсового шрота

Основной рацион, используемый в хозяйстве, содержал следующие корма, кг: силос кукурузный - 21,9, сенаж клеверный - 19,7, сенаж разнотравный - 3,1, зерно кукурузы размолотое - 5,4, плющенное зерно ячменя - 3,1, шрот рапсовый - 2,5, соя экстрадированная обезжиренная - 1,5, премикс - 0,15, соль поваренная - 0,1 и мел кормовой - 0,1.

Анализ протеиновой питательности рациона показывает, что содержание сырого протеина в рационе контрольной группы соответствует норме (ВИЖа, 2016) [10]. Однако уровень нерасщепляемого протеина в сыром протеине в рационе контрольной группы находится ниже нормы и составляет 35,7%, у коров первой опытной группы – 39,1%, а второй опытной группы – 42,4%.

Молочная продуктивность является главным критерием оценки рентабельности фермы. В данном опыте определяли валовой и суточной удой молока натуральной и 4%-ой жирности, массовую долю и валовой выход белка и жира в молоке. (табл.2).

Таблица 2

Молочная продуктивность коров

Показатель	Группа (n=15)		
	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2
Валовой удой молока натуральной жирности, кг	4196,8±48,6	4331,0±37,5*	4233,4±53,1
Суточный удой молока натуральной жирности, кг/гол	34,9±1,8	35,7±1,2	35,3±2,1
Валовой удой молока 4%-ной жирности, кг	4055,6±36,4	4192,1±39,5*	4123,6±31,4
Суточный удой молока 4%-ной жирности, кг	33,2±0,9	34,4±0,8	33,8±1,2
Массовая доля жира в молоке, %	3,81±0,22	3,85±0,34	3,83±0,17
Выход молочного жира, кг	159,9±5,4	166,7±4,1	162,1±5,2
Массовая доля белка в молоке, %	3,18±0,06	3,23±0,04	3,26±0,05
Выход молочного белка, кг	133,5±1,4	139,9±1,6*	138,0±1,5*
Сухое вещество, %	12,49±0,23	12,56±0,24	12,52±0,15
Содержание мочевины, мг/%	19,16±0,23	18,39±0,49	18,13±0,95

Примечание. Здесь и далее: $x < 0,05$ – достоверность разности по сравнению с контрольной группой.

При введении кормового средства «КаноЛак» в количестве 50% взамен традиционному рапсовому шроту установлено наибольшее увеличение валового удоя молока натуральной и 4%-ой жирности за период раздоя на 3,2 и 3,4% соответственно (разность достоверна).

По данным таблицы 2, установлено, что оптимизированные рационы с включением кормового средства «КаноЛак» в соотношении 50 и 100% взамен рапсовому шроту способствует не только увеличению массовой доли молочного белка и жира, но и валовому выходу их с молоком: у коров первой и второй опытных групп возрастает валовой выход молочного белка и жира за период раздоя по сравнению с контрольной - на 3,4-4,8% и 1,4-4,3% соответственно.

Таким образом, можно сделать вывод, что первая опытная группа характеризуется более высокими показателями молочной продуктивности по сравнению с контрольной и второй опытной группами.

Для оценки работы рубца и эффективности рубцового пищеварения изучали следующие показатели: pH рубцовой жидкости, количество летучих жирных кислот и уровень аммиака (табл. 3).

Таблица 3

Основные индикаторы рубцового пищеварения

Обозначение группы	pH	ЛЖК, ммоль/л	Аммиак, мг/100 мл
Контрольная	6,36±0,05	88,37±2,94	19,61±2,23
Первая опытная	6,50±0,05	100,47±6,71	15,92±2,81
Вторая опытная	6,45±0,07	92,23±12,78	12,48±1,76

По данным табл. 3, значение pH всех трех групп укладывается в допустимый диапазон нормы, однако в опытных группах все же ближе к нормальному значению по сравнению с контролем. Вероятно, это связано с оптимизацией протеиновой питательности рациона, в частности приведение баланса азота рубца в положительное значение за счёт снижения доли расщепляемого протеина, что вероятно, оказывает влияние на соотношение представителей микроорганизма рубца и на выделяемые ими продукты жизнедеятельности.

Это подтверждается изменением концентрации летучих жирных кислот в содержимом рубца. Уровень ЛЖК в содержимом рубца опытных групп выше на 3,86 -12,1 ммоль /л.

Аммиак является конечным продуктом распада белковых соединений. Уровень аммиака, при котором происходит максимальная скорость образования микробного белка составляет 5-20 мг/100 мл. В содержимом рубца у опытных групп количество аммиака ниже на 3,69-7,13 мг/100 мл, чем в контрольной. Вероятно, это обусловлено снижением уровня расщепляемого в рубце протеина до физиологической нормы в оптимизированных рационах коров опытных групп.

Однако в случае с первой опытной группой оптимальный уровень аммиака достигается при использовании оптимизированного и полноценного рациона, а у второй опытной группы, вероятно, из-за недостатка расщепляемого в рубце протеина количество аммиака снижается.

Таким образом, установлено, что индикаторы работы рубца лучше у животных опытных групп по сравнению с контролем.

Выводы. Использование ферментированного рапсового шрота в рационе лактирующих коров способствует оптимизации рубцового пищеварения, увеличению показателей молочной продуктивности. Замена 50% рапсового шрота на ферментированный рапсовый шрот максимально эффективная.

При использовании рациона, содержащего 1,25 кг ферментированного рапсового шрота и 1,25 кг рапсового шрота, было зафиксировано увеличение валового удоя молока натуральной и 4%-ой жирности за период раздоя на 3,2 и 3,4% соответственно (разность достоверна), а также повышение массовой доли белка и жира и их валовой выход с молоком.

Введение ферментированного рапсового шрота взамен натуральному улучшает индикаторы работы рубца за счёт оптимизации рубцового пищеварения.

Библиографический список

1. Луговой М.М. Молочная продуктивность коров при включении в рацион кормовой добавки с повышенным уровнем содержания нерасщепляемого протеина и транзитного крахмала / М.М. Луговой, В.Е. Подольников, И.С. Луговая // БИО. — 2021. — № 4 (247). — С. 20-25.
2. Лютых О. Формула продуктивного рациона КРС / Лютых О. // Эффективное животноводство. — 2020. — № 3 (160). — С. 62-67.,
3. Маслюк А.Н. Эффективность оптимизации протеинового и углеводного питания высокопродуктивных коров / А.Н. Маслюк, М.А. Токарева // Животноводство и кормопроизводство. — 2018. — Т. 101. — № 4. — С. 164-171.
4. Повышение эффективности производства молока на основе совершенствования региональной системы кормопроизводства / К.А. Задумкин, А.Н. Анищенко, В.В. Вахрушева, Н.Ю. Коновалова // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. — 2017. — Т. 10. — № 6. — С. 170-191.
5. Разумовский Н. Аминокислоты - заменимые и незаменимые / Н. Разумовский, Д. Соболев / Животноводство России. — 2020. — № 2. — С. 59-63.
6. Степанова М.В. Влияние кормления коров на качество и химический состав молока / М.В. Степанова, Н.Г. Ярлыков, Е.М. Лапина // Вестник АПК Верхневолжья. — 2021. — № 4 (56). — С. 45-51.

УДК 636.084.4

ОСОБЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ ЕЗДОВЫХ СОБАК ПРИ НАГРУЗКАХ РАЗНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

Сабирова Елизавета Сергеевна, аспирант кафедры кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, sabirova.es@yandex.ru

Аннотация: рассмотрены породы ездовых собак, признанных в Международной кинологической федерации. Также в данной статье приведены данные по кормлению и потребностям в энергии при различных типах нагрузок. Рассмотрены виды и способы кормления ездовых собак и их поение при различных видах нагрузок.

Ключевые слова: ездовые собаки, интенсивность, кормление, нагрузка, сбалансированный рацион.

состояние и здоровье спортивной ездовой собаки напрямую связано с питанием, которое будет полностью закрывать потребности в белках, жирах, минеральных веществах и витаминах[1].

Цель: провести анализ кормления ездовых собак при нагрузках разной интенсивности.

Материалы и методы исследования. В списке пород собак, признанных в Международной кинологической федерации, в 5 группе «шпицы и примитивные породы», в 1 разделе «северные ездовые собаки» входят такие породы как: гренландская собака, канадская эскимосская собака, самоед, аляскинский маламут и сибирская хаски [2].

Сбалансированное кормление — это основная задача для выращивания здоровой и крепкой собаки. Рацион должен отвечать потребностям в питательных веществах, а основой рациона являться белок животного происхождения [1].

Спортивная ездовая собака во время тренировок тратит большое количество энергии, при этом потребность в энергии будет разная и зависит от многих факторов, таких как скорость, время тренировки, индивидуальные породные особенности и даже погодные условия. Поэтому затраты энергии приблизительно составляют 50 - 60 ккал на 1 килограмм живой массы собаки. [3]

Считается, что ездовым собакам со средним весом 20 килограмм без нагрузок, нужно потреблять в сутки 1000 – 1200 калорий. Ездовым собакам с физическими нагрузками в виде беговых тренировок с дистанцией порядка 5 – 20 км в день, следует потреблять 1300 - 1800 калл; с дистанцией 30 – 50 км в день 2000 - 2400 калл, а при беге с дистанцией более 100 км в день 2500 - 3000 калл. [3]

Организм собаки в зависимости от длительности нагрузки использует разные источники энергии. Это напрямую зависит от типа гонки, так с кратковременными нагрузками, потребность в питательных веществах меньше на 15%, чем с продолжительными нагрузками. Рекомендованное содержание белка в корме составляет более 30-42%, углеводов 10-25%, жира 25-50%, клетчатки 3-7% в сухом веществе. [4]

Важно, чтобы питание было полнорационным и сбалансированным и

белок в большей части должен быть именно животного происхождения, что напрямую способствует энергии и содержанию незаменимых аминокислот. В то же время зерновых культур должно быть меньше. Также переизбыток углеводов приводит к таким заболеваниям как сахарный диабет или ожирение. [5]

Существует два основных варианта кормления – натуральное и кормление полнорационными сухими кормами. Также владельцы используют смешанное кормление. [3]

Большинство владельцев кормят сухими кормами из специализированных линеек для ездовых собак с повышенным содержанием белка животного происхождения, к которым относятся такие марки как RoyalCaninSportingLife, ProPlanOptiPower, AcanaSportAgility, EukanubaAdult.[3]

При выборе натурального кормления нужно учитывать много факторов, чтобы оно отвечало потребностям собак. Также питание нужно балансировать в зависимости от возраста собаки, нагрузок, интенсивности тренировок. Мяса должно быть порядка 60 – 70 % и желательно после термической обработки (заморозки), овощей до 30% и крупы около 10%. [3]

У ездовых собак поение происходит за полдня до тренировки и составляет до 1,5 литра на среднюю собаку. Так, на кратковременных дистанциях собак поят через 15 - 30 минут, а на продолжительных дистанциях во время гонки поят по чуть – чуть, а после завершения только спустя полчаса поят полноценно. [4]

Заключение. Кормление ездовых собак — это достаточно сложная задача. Кормление может отличаться даже в пределах одной породы, поэтому дать однозначные рекомендации по кормлению невозможно, нужно учитывать для этого все факторы.

Библиографический список

1. Блохин Г.И. Кинология: учебник для СПО / Г.И. Блохин, Т.В. Блохина. – Санкт-Петербург : Лань, 2025. – 288 с.
2. Породы, признанные на окончательной основе// FCI – Международная кинологическая федерация URL: <https://www.fci.be/en/Nomenclature/Default.aspx> (дата обращения: 16.05.2025 г.)
3. Михайлова Е.С. Особенности кормления ездовых собак / Е.С. Михайлова, Д.С. Семизорова // В сборнике: Материалы Всероссийской (научной) научно – практической конференции с международным участием, посвященной дню основания Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии

имени К.А. Тимирязева. Калужский филиал РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. Калуга, 2023. С. 305-308.

4. Захарова К.В. Физиологические основы питания спортивных собак / К.В. Захарова, К.А. Сидорова // Актуальные вопросы современной морфологии, физиологии и патологии. Сборник трудов национальной (всероссийской) конференции, посвященной 65-летию кафедры анатомии и физиологии.. — Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2024. — С. 78-84.

5. Бузмакова Е.Д. Кормление ездовых собак во время интенсивных тренировок / Е.Д. Бузмакова, Н.А. Кислицына // Вестник вятского ГАТУ— 2022. — №. 3 (13). — С. 4.

УДК 636.2.084

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ОРГАНИЧЕСКОГО ЙОДА «САТУРАН J» НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ГОРМОНАЛЬНЫЙ СТАТУС ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ

Феоктистова Л. А., аспирант кафедры кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, licybr@yandex.ru

Научный руководитель: **Буряков Н. П.**, доктор биологических наук, профессор кафедры кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени Тимирязева, n.buryakov@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье представлены результаты научного исследования, посвящённого влиянию органической йодной добавки «Сатуран J» на продуктивность и гормональный статус лактирующих коров. Эксперимент проводится на базе МТФ ООО «Вакинское Агро» в течение всей лактации. В исследовании участвуют три группы коров (по 20 голов), сформированные методом пар-аналогов. Опытные группы получают «Сатуран J» 25 и 50 г/гол/сут дополнительно к основному рациону. Сравнительный анализ за 3 месяца эксперимента показал, что наиболее выраженное повышение продуктивности отмечено в группе, получающей 25 г добавки: среднесуточный надой в апреле был выше контрольного на 5,4%, а валовая продукция за период – на 2,7%. Уровень тироксина (Т4) в крови коров этой группы увеличился почти в 3 раза по сравнению с контролем, что свидетельствует об активации тиреоидной функции. Полученные результаты согласуются с данными других авторов о биологической эффективности органически связанного йода. Добавка «Сатуран J» при норме ввода 25 г/гол/сут может рассматриваться как оптимальный вариант йодного обеспечения лактирующие коров.

Ключевые слова: йод, лактирующие коровы, гормоны щитовидной железы, продуктивность, кормовая добавка, «Сатуран J».

Йод является жизненно важным микроэлементом, необходимым для синтеза тиреоидных гормонов, регулирующих обмен веществ, рост и репродуктивные функции у крупного рогатого скота. Недостаток йода в рационе может привести к снижению продуктивности, нарушению воспроизводительной функции, патологиям щитовидной железы и рождению нежизнеспособного приплода [4].

Особенно критичен йододефицит в период раздоя, когда потребность в этом микроэлементе возрастает. Исследования показывают, что дефицит йода у коров в этот период сопровождается снижением оплодотворяемости, увеличением числа аборт и нарушениями гормонального профиля [5].

Применение органических форм йода, таких как йодированные соединения на основе белков и аминокислот, рассматривается как перспективный подход к повышению биодоступности элемента. Ряд исследований указывает на активацию синтеза тиреоидных гормонов, улучшение антиоксидантного статуса и положительное влияние на качество продукции у коров, получающих йодсодержащие добавки [1, 6].

Одной из таких добавок является «Сатуран J» – источник органически связанного йода. Согласно опубликованным данным, включение «Сатуран J» в рацион при норме ввода

16,5–27,5 г/гол/сут способствует увеличению удоев на 16,3–20,1%, повышению жирности молока и улучшению гормонального фона коров [7]. Таким образом, изучение эффективности этой добавки в условиях длительного применения представляет практический интерес для молочного животноводства.

Материал и методы. Эксперимент проводится в 2025 году на базе отделения молочно-товарной фермы (МТФ) ООО «Вакинское Агро» (Рязанская область). Животные содержатся на привязи, получают полнорационный рацион (ТМР), сбалансированный по всем основным питательным веществам. В качестве источника органического йода используется кормовая добавка «Сатуран J», скармливаемая вручную индивидуально под морду (рис. 1).

Опыт начат в феврале 2025 года и продлится до ноября 2025 года. На момент подготовки статьи представлены предварительные результаты за первые 3 месяца.

Регистрация продуктивности проводится по данным системы DelPro и контрольных доений. На начало опыта у животных проведены биохимические исследования крови и определение содержания йода в волосяном покрове. Через 3 месяца дополнительно исследованы уровни тиреоидных гормонов: трийодтиронина (Т3) и тироксина (Т4).



Рис. 1. Раздача «СатуранJ» индивидуально под морду

В исследовании участвуют 60 дойных коров, распределённых на три группы по 20 голов в каждой методом пар-аналогов. Разность в удоях между животными не превышала 1,5 л, а в днях лактации – 14 суток.

Животные контрольной группы получают основной рацион, принятый в хозяйстве. Коровам опытной группы 1 скармливали основной рацион с кормовой добавкой «Сатуран J» в количестве 25 г/гол/сут, опытной группы 2 – 50 г/гол/сут. (рисунок 2)

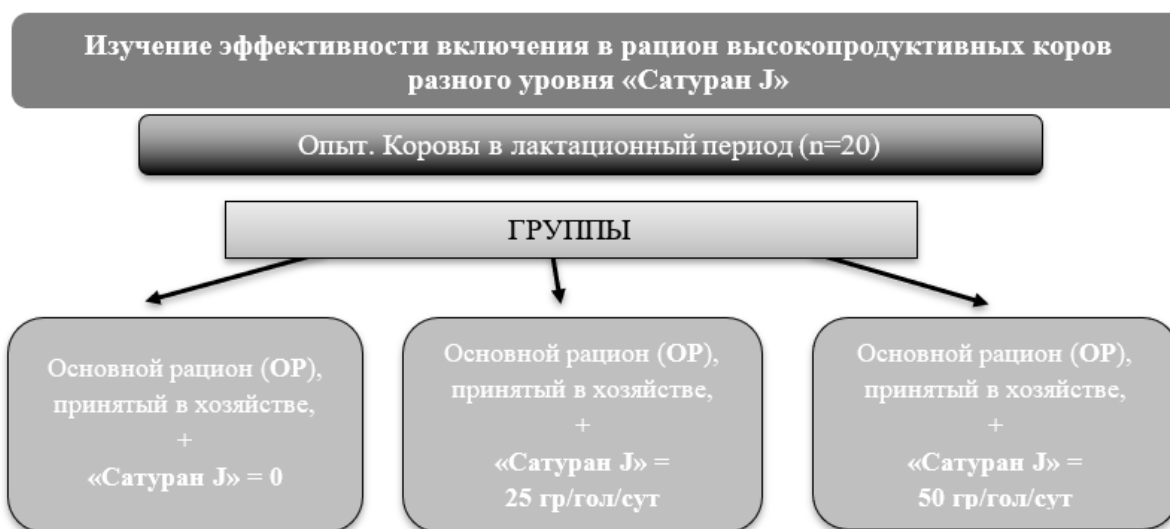


Рис. 2. Схема опыта

Результаты и обсуждение. Продуктивность. За первые 3 месяца эксперимента опытная группа 1, получавшая добавку «Сатуран J» 25 г/гол/сут, продемонстрировала наивысшую продуктивность. Среднесуточный надой в марте составил 36,6 кг, что на 2,2% выше, чем в контрольной группе (35,8 кг). В апреле надой достиг 35,3 кг против 33,5 кг в контроле (+5,4%). (таблица 1).

Таблица 1

Суточный надой молока коров на голову, кг			
Группа	Месяц лактации		
	февраль	март	апрель
Контроль	34,8	35,8	33,5
Опытная 1	35,0	36,6	35,3
Опытная 2	34,8	35,3	34,5

Общая валовая продуктивность за три месяца:

- Контроль – 3022,1 кг/гол,
- Опытная 1 – 3102,8 кг/гол (+2,7% к контролю),
- Опытная 2 – 3035,0 кг/гол (+0,4% к контролю).

Таким образом, добавка «Сатуран J» при норме ввода 25 г/гол/сут оказалась наиболее эффективной. Повышение нормы ввода до 50 г/гол/сут не обеспечило пропорционального прироста продуктивности, что может указывать на достижение физиологического «плато» или возможную начальную перегрузку по йоду, препятствующую его эффективному усвоению.

Полученные данные согласуются с результатами, представленными в работе Г. А. Ярмоц и А. Е. Беленькой (2022), где введение «Сатуран J» способствовало увеличению продуктивности до 20% в зависимости от нормы ввода [7]. Также результаты перекликаются с работой Iannascone et al. (2019), в которой йодированная диета повышала удой и иммунный статус коров [1].

Гормональный статус. Изменения в уровнях T3 и T4 подтверждают влияние органического йода на функцию щитовидной железы. Общий T4 в опытной группе 1 составил 73,4 мкмоль/л против 25,0 мкмоль/л в контроле (в 2,9 раза выше). Свободный T4 в опытной группе 2 достиг уровня 76,8 мкмоль/л, что на 88,2% выше контрольного значения

(40,8 мкмоль/л). Также зарегистрировано повышение свободного Т3 до 86,4 мкмоль/л в группе 2 по сравнению с 74,8 мкмоль/л в контроле (+15,5%). (таблица 2).

Таблица 2

Концентрация гормонов щитовидной железы, мкмоль/л				
Группа	Т3	Т3 свободный	Т4	Т4 свободный
Контроль	8,2	74,8	25,0	40,8
Опытная 1	7,2	72,9	73,4	60,8
Опытная 2	8,2	86,4	41,6	76,8

Подобные гормональные изменения зафиксированы в исследованиях Mohantaetal. (2020), где добавка йода приводила к росту уровней тиреоидных гормонов и улучшению физиологического состояния животных [3]. В обзоре Nieroetal. (2023) подчёркивается, что йод в корме влияет не только на метаболизм, но и на стабильность содержания йода в продуктах животного происхождения [2].

Оценка переваримости кормов по результатам промывки кала. Для оценки эффективности использования кормов у коров разных групп проведён анализ навоза методом промывки на ситах с определением распределения частиц по фракциям. Результаты представлены в таблице 3.

В контрольной группе доля грубых непереваренных частиц, задержанных на верхнем сите, составила 13,6%, что превышает рекомендуемый порог (<10%) и свидетельствует о снижении эффективности механической обработки корма в рубце. В опытных группах этот показатель был ниже порогового значения: 9,8% в группе 1 и 9,5% в группе 2.

На среднем сите в опытных группах также отмечена сбалансированная доля частиц – 12,2% и 12,8% при целевом уровне <20%, что укладывается в допустимые физиологические нормы.

Таблица 3

Оценка переваримости кормов по результатам промывки кала				
	Контроль	Опытная 1	Опытная 2	Цель
Верхнее сито	13,6%	9,8%	9,5%	<10%
Среднее сито	11,9%	12,2%	12,8%	<20%
Нижнее сито	74,6%	78,0%	77,7%	>50%
Итого	100,0%	100,0%	100,0%	

Наиболее информативным оказался показатель нижнего сита, отражающий степень полноценного расщепления и переваривания корма. В контрольной группе доля мелких частиц составила 74,6%, в то время как в опытных группах – 78,0% (группа 1) и 77,7% (группа 2), что превышает минимально рекомендуемый уровень в 50%. Это указывает на более глубокую переработку рациона у животных, получавших органический йод.

Таким образом, добавление «Сатуран J» в рацион коров сопровождалось улучшением переваримости корма, что, вероятно, связано с активирующим влиянием тиреоидных гормонов на моторно-секреторную и микробиологическую активность пищеварительного тракта. Эти данные согласуются с результатами по продуктивности и гормональному статусу животных и дополняют комплексную оценку действия добавки.

Вывод. Таким образом, данные нашего исследования свидетельствуют, что кормовая добавка «СатуранJ» при норме ввода 25г/гол/сут. является оптимальной для достижения устойчивого повышения продуктивности и стабилизации гормонального фона. Более высокие нормы ввода требуют дополнительного изучения на предмет длительной адаптации и возможных побочных эффектов.

Библиографический список

1. Iannaccone, M. et al. Effect of iodine supplemented diet on immune response and cheese quality from Friesian cows/ M. Iannaccone, A. Ianni, R. Elgendy, C. Martino, M. Giantin et al. // *Animals*. – 2019. – Vol. 9, № 11. – P. 866.
2. Niero, G. et al. Iodine levels in dairy products: A farm to fork review / G. Niero, M. Moschini, F. Masoero // *Journal of Dairy Science*. – 2023. – Vol. 106, № 4. – P. 2213–2232.
3. Mohanta, R.K. et al. Assessment of iodine supplementation on antioxidant status and thyroid hormones in dairy cows / R.K. Mohanta, R.K. Swain, A. Mohapatra, D. Behera // *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. – 2020. – Vol. 61, article 126516.
4. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 8th ed. Washington, DC: The National Academies Press, 2021. – 502 p.
5. El-Sharawy, M. et al. Reproductive performance of dairy cows fed different iodine sources during transition period / M. El-Sharawy, M.M. El-Sherif, M.M. Khalifa, M.M. El-Sayed // *Assiut Veterinary Medical Journal*. – 2021. – Vol. 67, № 169. – P. 18–25.
6. Choudhary, A. et al. Role of minerals in the reproductive health of dairy animals / A. Choudhary, H.R. Meena, V.K. Bairwa et al. // *E-PashuPalan*. – 2021.
7. Ярмоц, Г.А., Беленькая, А.Е. Органический йод в кормлении коров // *Моя Сибирь*. – 2022. URL: <https://mysibir.ru/organicheskiy-jod-v-kormlenii-korov-2/> (дата обращения: 22.05.2025).

УДК: 636.084.4

АМИНОКИСЛОТНОЕ ПИТАНИЕ И МЕТАБОЛИЗМ У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Хамви Мохамад Навар, аспирант 2 года обучения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.

Тимирязева, nawarhamwi95@mail.ru

Научный руководитель: **Шаповалов Сергей Олегович**, профессор кафедры кормления животных, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация: В статье рассматривается ключевая роль аминокислот в питании и метаболизме домашней птицы, включая особенности их переваривания, тканеспецифичного синтеза и катаболизма. Особое внимание уделено уникальным аспектам обмена глутамина и глутамата, их влиянию на рост, продуктивность и здоровье птицы. Подчеркивается важность сбалансированного аминокислотного состава рационов для оптимизации птицеводства.

Ключевые слова: аминокислоты, метаболизм, птицеводство, глутамин, глутамат

Аминокислоты служат основными структурными элементами белка, играющего ключевую роль в росте цыплят и формировании яиц, составляя значительную часть их сухого вещества. Птица и яйца, как важные продукты питания, поставляют высококачественный белок с оптимальным балансом аминокислот, что делает их незаменимыми для роста, развития и здоровья человека. Кроме того, курица и птичьи субпродукты служат доступным и питательным источником белка для домашнего скота, рыб и домашних животных. Особого внимания заслуживает таурин – небелковая аминокислота, в большом количестве содержащаяся в тканях птицы. Он критически важен для нормальной работы глаз, сердца, скелетных мышц, а также нервной, пищеварительной, иммунной и репродуктивной систем как у птиц, так и у млекопитающих.

Как и для других животных, сбалансированное потребление аминокислот крайне важно для эффективного птицеводства. Их избыток или дефицит негативно сказывается на здоровье и продуктивности птицы. Современные бройлерные породы растут быстрее и наращивают больше мышечной массы, а куры-несушки демонстрируют повышенную яйценоскость по сравнению с породами, использовавшимися 30 лет назад. Однако за последние десятилетия прогресс в понимании аминокислотного питания и метаболизма у птиц остаётся ограниченным. Известно, что профиль свободных аминокислот в плазме и

мышцах цыплят отличается от такового у млекопитающих, а выведение аммиака у птиц происходит преимущественно в форме мочевой кислоты, а не мочевины. Эти различия подчеркивают уникальность аминокислотного обмена у птиц.

В условиях необходимости повышения эффективности птицеводства и снижения экологической нагрузки особое внимание уделяется разработке низкобелковых рационов с добавлением синтетических аминокислот. Это требует углублённого изучения тканеспецифичного синтеза и катаболизма аминокислот у цыплят. Традиционно исследования фокусировались на незаменимых аминокислотах, которые не синтезируются в организме, однако всё больше данных свидетельствует о важной роли заменимых аминокислот, таких как глутамин и глутамат, в регуляции роста и яйценоскости. В данной статье рассматриваются последние достижения в изучении аминокислотного питания и метаболизма у бройлеров и несушек.

Переваривание и усвоение белка у цыплят. Пищеварительная система цыплят имеет как сходства, так и отличия по сравнению с млекопитающими. Корм проходит через пищевод в зоб, затем в преджелудок, где под действием HCl и пепсинов начинается расщепление белков. Кислая среда (pH 2,5–3,5) активирует протеазы и денатурирует белки, облегчая их гидролиз. После обработки в желудке (мышечном отделе) пища поступает в тонкий кишечник, где под действием панкреатических ферментов (трипсина, химотрипсина, карбоксипептидаз) продолжается расщепление до мелких пептидов и аминокислот.

Основное переваривание происходит в тощей кишке благодаря её длине и высокой ферментативной активности. Мелкие пептиды (ди- и трипептиды) гидролизуются мембранными пептидазами энтероцитов, а образовавшиеся аминокислоты всасываются с помощью натрий-зависимых и натрий-независимых транспортных систем. Некоторые пептиды (например, содержащие пролин) могут усваиваться целиком.

Согласно данным современных исследований оказалось, что истинная перевариваемость аминокислот у цыплят высокая: 85–91% для основных кормовых белков. Однако часть аминокислот (особенно глутамат и глутамин) активно утилизируется кишечником, поэтому их уровень в крови в основном определяется эндогенным синтезом. Эффективность использования аминокислот для роста у бройлеров составляет около 60–65%, но может варьироваться в зависимости от возраста и состава рациона.

Интересно, что глицин часто оказывается лимитирующей аминокислотой, и его дополнительное введение может оптимизировать белковый обмен без увеличения общего потребления протеина. Эти особенности важно учитывать при разработке рационов для повышения продуктивности птицы.

Синтез аминокислот в организме цыплят. Пищеварительный процесс у цыплят начинается с расщепления белков в желудке под действием соляной кислоты и ферментов. Кислая среда активирует пищеварительные ферменты, которые разлагают белки на более простые компоненты. Затем частично переваренная пища поступает в тонкий кишечник, где продолжается её обработка ферментами поджелудочной железы.

Основное усвоение питательных веществ происходит в тощей кишке, где белки окончательно расщепляются до аминокислот и мелких пептидов. Эти вещества всасываются через стенки кишечника с помощью специальных транспортных систем. Некоторые аминокислоты, такие как глутамат и глутамин, почти полностью перерабатываются кишечником, поэтому их уровень в организме зависит от внутреннего синтеза.

В процессе изучения данного явления ученые доказали, что эффективность использования белков из корма для роста цыплят составляет около 60–65%. Особое внимание следует уделять глицину – этой аминокислоте часто не хватает в рационе, и её добавление может улучшить рост птицы без увеличения общего количества белка в корме. Эти особенности важно учитывать при составлении сбалансированного питания для цыплят.

Катаболизм аминокислот у цыплят. Домашняя птица способна расщеплять все двадцать протеиногенных аминокислот, при этом процесс их катаболизма происходит тканеспецифично с образованием аммиака и углеродных скелетов, таких как пируват,

оксалоацетат и α -кетоглутарат. Например, аспарагин практически не метаболизируется в тонком кишечнике, но активно гидролизуется в печени и почках под действием аспарагиназы с образованием аспартата и аммиака. Печень играет ключевую роль в катаболизме большинства аминокислот, за исключением аминокислот с разветвленной цепью (ВСАА), которые в основном трансформируются в скелетных мышцах. Там ВСАА подвергаются трансаминированию с образованием соответствующих α -кетокислот и глутамата.

Глутамин и аланин служат важными переносчиками углерода и азота между тканями. Внепеченочные ткани, такие как мышцы, кишечник и сердце, частично окисляют аминокислоты, но большая их часть поступает в кровоток. Печень же активно утилизирует ВСАА, превращая их в глюкозу (кроме лейцина, который участвует в кетогенезе) или полностью окисляя до CO_2 . Важную роль в метаболизме аминокислот играют ферменты аргининосукцинатсинтаза и лиаза, которые превращают цитруллин в аргинин, а также орнитинаминотрансфераза, катализирующая превращение орнитина в α -кетоглутарат. В отличие от млекопитающих, печень птиц обладает очень низкой активностью глутаминазы, что ограничивает распад глутамина в этом органе. Вместо этого глутамин активно расщепляется в скелетных мышцах, где экспрессируется соответствующий фермент.

Особенностью азотистого обмена у птиц является синтез мочевой кислоты, которая служит основным путем детоксикации аммиака. Этот процесс энергозатратен и требует участия глутамина, глицина, аспартата и других соединений. По сравнению с мочевинным циклом у млекопитающих, образование мочевой кислоты сопровождается большими энергопотерями, что частично объясняет более высокую скорость основного обмена и температуру тела у птиц. Поскольку аммиак токсичен для нервной системы, его обезвреживание происходит не только через синтез мочевой кислоты, но и за счет образования глутамина и глутамата. Катаболизм таурина у птиц практически отсутствует, и он выводится из организма в неизмененном виде либо в составе желчных кислот.

Метаболизм глутамата и глутамина у цыплят. Глутамин и глутамат играют ключевую роль в физиологии птиц. В скелетных мышцах цыплят эти аминокислоты активно синтезируются и расщепляются, причем грудные мышцы (гликолитические волокна) метаболизируют их интенсивнее, чем ножные (окислительные волокна), что объясняет различия в концентрациях глутамина.

Активный метаболизм этих аминокислот происходит также в печени, кишечнике, почках и мозге. Глутамин важен для детоксикации аммиака и синтеза гликопротеинов, а также активирует сигнальные пути роста. Хотя уровень глутамина в плазме птиц вдвое выше, чем у млекопитающих, концентрация глутамата остается низкой из-за его активного поглощения кишечником.

Энтероциты птиц предпочитают поглощать глутамин, но ограниченно его катаболизируют, тогда как глутамат и аспартат интенсивно расщепляются как источник энергии. Печень по-разному метаболизирует эти аминокислоты: натошак активно поглощает глутамин, после кормления - глутамат, который полностью окисляется. В отличие от млекопитающих, птичья печень не может превращать глутамат в глюкозу.

Исследования (Wu et al., 1991-2018) подтверждают центральную роль этих аминокислот. Грудные мышцы активнее метаболизируют их, чем ножные (Wu et al., 1998). Синтез глутамина из глутамата - ключевой механизм детоксикации аммиака (Watford и Wu, 2005). Кишечник птиц активно расщепляет глутамат и аспартат (He et al., 2018), а печень демонстрирует уникальные особенности метаболизма (Watford et al., 1981) [1-7].

Эти особенности подчеркивают специфику аминокислотного обмена у птиц и важность их учета при разработке рационов.

Заключение. Аминокислоты играют фундаментальную роль в питании и метаболизме домашней птицы, выступая не только строительными блоками белков, но и регуляторами ключевых физиологических процессов. Современные исследования подтверждают, что сбалансированное поступление как незаменимых, так и заменимых аминокислот критически важно для оптимального роста, продуктивности и здоровья птицы. Особое значение имеют

уникальные особенности аминокислотного обмена у птиц, включая специфику переваривания белков, тканеспецифичный катаболизм аминокислот и синтез мочевой кислоты как основного пути детоксикации аммиака. Глутамин и глутамат занимают центральное место в межорганном метаболизме, выполняя разнообразные функции - от обеспечения энергией энтероцитов до регуляции синтеза белка. При этом глицин часто оказывается лимитирующей аминокислотой, требующей особого внимания при составлении рационов. Современные стратегии кормления должны учитывать не только традиционные представления о "идеальном белке", но и новые данные о функциональной роли различных аминокислот, что позволит оптимизировать продуктивность птицы при одновременном снижении экологической нагрузки. Дальнейшие исследования в этой области необходимы для разработки более точных рекомендаций по аминокислотному питанию с учетом генетических особенностей современных пород и меняющихся условий содержания.

Биографический список

1. He W., Li P., Wu G. Amino acid nutrition and metabolism in chickens // *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2021. Vol. 1285. P. 109-131.
2. Wu G. Functional amino acids in poultry nutrition and production // *Amino Acids*. 2020. Vol. 52(8). P. 1137-1147.
3. Baker D.H. Advances in protein-amino acid nutrition of poultry // *Poultry Science*. 2021. Vol. 100(2). P. 100530.
4. Zhang S., Zeng X., Ren M. Novel metabolic and physiological functions of branched chain amino acids // *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2021. Vol. 12(1). P. 30.
5. Hou Y., Wu G. Nutritionally essential amino acids // *Advances in Nutrition*. 2018. Vol. 9(6). P. 849-851.
6. Li P., Wu G. Composition of amino acids and related nitrogenous nutrients in feedstuffs for animal diets // *Amino Acids*. 2020. Vol. 52(4). P. 523-542.
7. Wang W., Wu Z., Dai Z. Glycine metabolism in animals and humans: Implications for nutrition and health // *Amino Acids*. 2013. Vol. 45(3). P. 463-477.

УДК 631.363

РАЗРАБОТКА КОМБИКОРМОВ РАЗНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ДЛЯ МОНГОЛЬСКИХ ПЕСЧАНОК (*MERIONESUNGUICULATUS*) В УСЛОВИЯХ ЛАБОРАТОРНОГО СОДЕРЖАНИЯ

Хлюпин Сергей Алексеевич, аспирант кафедры кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; начальник научного отдела, ГАУ «Московский зоопарк», s.hlyupin@moscowzoo.ru

Ксенофонтова Анжелика Александровна, доцент кафедры кормления животных, к.б.н., ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tmetre@rgau-msha.ru

Аннотация: Впервые на территории Российской Федерации разработаны составы двух вариантов комбикормов, различающихся по энергетической питательности, для представителей рода малые песчанки на примере вида Монгольская песчанка (*Merionesunguiculatus*).

Ключевые слова: комбикорм, кормление, монгольская песчанка, *exsitu*

Монгольская песчанка – *Merionesunguiculatus* (Milne-Edwards, 1867) (Rodentia, Muridae) – один из самых распространенных объектов лабораторных исследований, в

которых она используется в качестве биомедицинских моделей для фундаментальных и терапевтических исследований, также этот вид широко представлен в экспозициях зоопарков и является популярным домашним животным [1, 2, 3].

На сегодняшний день на отечественном рынке зоопродукции нет специализированных кормовых смесей, разработанных с учетом потребностей песчанок. Существующие альтернативы, как правило, представлены универсальными кормами для грызунов, которые могут не в полной мере соответствовать потребностям песчанок в определенных питательных веществах, витаминах и минералах. Это может приводить к дефициту необходимых элементов, негативно сказываясь на здоровье, репродуктивной функции и общем благополучии животных.

Экологическая ниша, которую занимают дикие представители рода малые песчанки, оказала влияние на формирование морфофункциональных адаптаций, обусловленных воздействием на их организм таких климатических факторов, как высокие температуры и низкая влажность, а также способствовала формированию специфической кормовой базы [4, 5].

Цель исследования: определение полноценного состава, используемого в Московском зоопарке рациона, разработка двух рецептов комбикормов для представителей рода малые песчанки на примере модельного вида Монгольская песчанка (*Merionesunguiculatus*) и последующая оценка эффективности скормливания комбикормов разной энергетической ценности.

Оптимальный рацион для песчанок, живущих в неволе, должен включать как растительные, так и животные компоненты, сбалансированные по питательной ценности [2]. Рекомендуемое недельное количество корма на одну особь следующее:

- Растительные корма представлены: морковь (35 г), свекла (35 г), яблоко (15 г), листья салата (7.5 г), поросль (100 г) и разнотравное сено (100 г), овес (17.4 г), просо (8.7 г), семена подсолнечника (0.09 г), хлопья геркулеса (17.4 г), семена тыквы (0.15 г), кукуруза (1.0 г) и гречка (1.5 г).

- животные корма, необходимые для сбалансированного питания, включают творог (4.34 г), вареные яйца со скорлупой (1.97 г) и сверчков (0.35 г).

- дополнительно, в рацион включают небольшое количество (0.85 г) подсушенного белого хлеба.

- особое внимание следует уделять наличию в клетке минерального камня. Он служит важным источником макроэлементов, таких как натрий, магний, кальций и фосфор, а также микроэлементов, включая цинк, железо, медь, йод и селен, необходимых для поддержания здоровья и нормальной жизнедеятельности песчанок.

Важно следить за свежестью и качеством кормов, так как водный баланс в организме животные пополняют именно из сочных кормов. Правильное питание – залог здоровья, долголетия и хорошего самочувствия ваших питомцев.

Химический состав кормов, используемых в кормлении животных Московского зоопарка, был изучен с помощью зоотехнического анализа для определения их питательности (табл. 1):

- первоначальную влагу определяли высушиванием образцов при температуре 65°C до постоянной массы;
- абсолютную влагу – высушиванием при температуре 105°C;
- сухое вещество определяли расчетным методом согласно ГОСТ 31640-2012;
- сырую золу методом сухого озоления в соответствии с ГОСТ 13979.6-69, ГОСТ 26226-95, ГОСТ 32933-2014 (ISO 5984:2002) – сжиганием навески в муфельной печи при температуре 500°C;
- содержание общего азота определяли методом Кьельдаля и сырого протеина расчетным методом путём умножения процентного содержания азота на соответствующий коэффициент по ГОСТ Р 51417-99 (ИСО 5983:1997), ГОСТ 13496.-93, ГОСТ 26889-86;

- сырой жир – экстрагированием петролейным эфиром в аппарате Сокслета по методу С. В. Рушковского, ГОСТ Р 53153-2008, ГОСТ 13496.15-97;
- кальций – комплекснометрическим способом;
- сырую клетчатку – кипячением в слабых растворах кислот и щелочей по методу Геннеберга и Штомана (ГОСТ 31675-2012);
- фосфор – ванадмолибдатным методом, ГОСТ 26657-97.

Таблица 1

Фактическое содержание основных нутриентов в натуральных кормах, в %

Кормовые средства	Жир	Протеин	Клетчатка	Фосфор	Магний	Кальций
Поросль(ива)	2.61	4.79	40.53	0.07	0.11	0.87
Сухари пшеничные	0.55	15.39	0	0.17	0.08	0.03
Зерно овса	3.15	10.10	12.28	0.30	0.17	0.51
Семена подсолнечника	43.97	19.61	10.00	0.79	0.11	0.31
Свекла	0.63	1.70	0.90	0.21	0.09	0.26
Яблоко	1.39	0.40	0.60	0.01	0.29	0.24
Творог	9.00	16.00	0	0.25	0.02	0.21
Просо	2.33	12.00	6.00	0.34	0.15	0.23
Салат айсберг	3.20	1.50	0.50	0.36	0.08	0.05
Сено разнотравье	1.92	11.14	30.54	0.19	0.42	4.48
Яйцо сырые перепелка	11.50	12.70	-	0.46	0.04	0.01
Отруби пшеничные	2.86	15.10	8.20	0.87	0.05	10.86
Кукуруза вареная	2.96	9.16	2.00	0.22	0.04	0.04
Семена тыквы	14.32	28.00	4.00	0.67	0.07	0.22
Сверчки	16.74	73.38	11.58	0.84	0.14	1.14
Геркулес	4.47	13.10	7.70	0.48	0.04	0.04
Гречка вареная	4.49	18.93	2.50	0.32	0.04	0.02
Морковь	0.10	1.30	1.20	0.14	0.13	0.09

После определения содержания питательных веществ в рационе с натуральными кормами был проведен анализ и скорректирован рецепт комбикорма, учитывающий потребности песчанок. Вместо вареных яиц, творога и сверчков, были включены более доступные компоненты: сухое молоко и рыбная мука, а яблоки и салат были исключены, что обеспечило необходимый баланс питательных веществ.

Комбикорма изготовлены в Цехе кормов ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»; представляют собой гранулы размером около 7 мм (длина) и 3 мм (диаметр) (рис.).



Рис. Гранулированный комбикорм для песчанок

Сравнительные данные по содержанию основных нутриентов в суточной порции при трех различных режимах кормления (натуральные корма, комбикорм с 16% протеина и комбикорм с 19% протеина) представлены в таблице 2.

Таблица 2

Содержание основных нутриентов в суточной порции комбикорма на голову, в %

Нутриенты	Жир	Протеин	Клетчатка	Фосфор	Магний	Кальций
Норма	2–5	16–22	< 10	0.3	0.15	0.5
Протеин – 16%	3.08	16.09	4.57	0.43	0.15	0.7
Протеин – 19%	3.25	18.99	4.21	0.49	0.15	0.88

В ходе проведения работы изучены следующие показатели: химический состав кормовых средств основного рациона, состоящего из натуральных кормов; подобраны составы двух вариантов полноценных комбикормов для последующего изучения процессов роста и развития представителей вида монгольская песчанка в контрольной и двух опытных группах (масса), а также репродуктивного успеха (оплодотворяемости, количества голов в приплоде, массы гнезда во время периода выкармливания молоком, сохранности потомства), переваримость и усвояемость питательных веществ.

По окончании эксперимента на основании полученных данных по потреблению кормов, репродуктивному успеху, экономичному расходу корма, снижению порчи корма во время кормления, снижению трудозатрат при использовании разработанного комбикорма и других данных будет определена целесообразность использования комбикорма в кормлении монгольских песчанок и при положительных результатах даны рекомендации для дальнейшего использования разработанного комбикорма в рационе монгольских песчанок.

Библиографический список

1. Динамика численности и механизмы ее регуляции в лабораторных группах четырех видов песчанок / Володин И.А., Ильченко О.Г., Володина Е.В. – Текст: непосредственный // Научные исследования в зоологических парках. – 2022. – Вып. 37. – С. 247–271.
2. Mongolian Gerbils, Chapter 6 / Marie Kubiak (eds.) // In: Handbook of Exotic Pet Medicine, 1 ed. Edited. – 2021. – P. 71–82.
3. The Mongolian Gerbil as a Useful Experimental Model in Reproductive Biology / Ruiz T.F.R., Vilamaior P.S.L., Grigio V. *et al.* // Reproductive Sciences. – 2023. Vol. 30. – P. 2092–2106.
4. The Gut Microbiota May Affect Personality in Mongolian Gerbils / Gan L., Bo T., Liu W., *et al.* // Microorganisms. – 2022. – Vol. 10 (5). – 1054 p.

СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МОЛОЧНОМ И МЯСНОМ СКОТОВОДСТВЕ»

УДК636.223.1

СРАВНЕНИЕ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ БЫЧКОВ АБЕРДИН-АНУССКОЙ ПОРОДЫ СПОМЕСЬЮ АНГУС-ВАГЮ

Богданов Евгений Викторович, аспирант кафедры молочного и мясного скотоводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, bogdanof2011@yandex.ru

Садовникова Марина Алексеевна, магистр 2 курса института Зоотехнии и биологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, marina.sadovnikova.02.08@gmail.com

Научный руководитель: **Соловьева Ольга Игнатьевна**, профессор кафедры молочного и мясного скотоводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, milk-center@yandex.ru

Аннотация: В статье изложены результаты исследований по оценке показателей мясной продуктивности крупного рогатого скота абердин-ангусской породы в сравнении с помесью ангус-вагю. В процессе исследования проведена оценка некоторых показателей мясной продуктивности после убоя.

Ключевые слова: скотоводство, бычки, абердин-ангусская, вагю, мясная продуктивность, убой, убойный выход, убойные качества, вырезка.

Важной частью ежедневного рациона каждого Россиянина является мясо и мясопродукты. Согласно сообщению зампреда комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике Сергея Митина, в 2024 году был достигнут пик потребления мяса в России на человека, и достиг рекордных за последние пять лет 83 кг.

Однако в структуре потребления лидирует мясо птицы и свинина. Что касается объемов производства, по сообщению Росстата, Россия вышла на 85% самообеспеченности. Так же следует отметить, что за прошедший, 2024 год в Россию было импортировано 350 тыс. тонн говядины, что на 35 тыс. тонн больше, чем в 2023 году. Экспорт говядины за 2023 год так же вырос и составил рекордные 41 тыс. тонн. Современный потребитель говядины ориентирован на мясо с высокими питательными и вкусовыми свойствами, получаемое от специализированных мясных пород крупного рогатого скота. В связи с этим в проведение исследования в области методов повышения качества мяса является актуальным. [1].

Одним из лидеров производства мраморной, премиальной говядины является АПХ «Мираторг» и, в частности, ООО «Брянская Мясная Компания». Компания специализируется на выращивании крупного рогатого скота мясного направления продуктивности. Мясные породы крупного рогатого скота имеют хорошо развитые мускульную и жировую ткани; такое мясо более сочное, нежное и отличается повышенными потребительскими качествами.

Абердин-ангусская порода — одна из наиболее скороспелых пород, используемых для производства говядины. У животных отсутствуют рога и имеется чётко выраженный мясной тип. По сравнению с другими мясными породами у них раньше прекращается рост и имеется склонность к более раннему набору жира. Анализ динамики абсолютной и относительной численности племенного скота мясных пород показал, что в динамике последних лет наблюдается значительное увеличение маточного поголовья крупного рогатого скота абердин-ангусской породы: так, в 2010 году поголовье скота данной породы составляло 140515 гол., тогда как по итогам 2023 года данный показатель был равен 450342 гол.

В последние годы в ряде зарубежных стран и России ведутся научные и производственные работы по изучению мясной породы скота из Японии – вагю для производства говядины и повышения её мраморности [2]. Вагю — это общее обозначение для нескольких пород крупного рогатого скота, среди которых чёрная японская, коричневая японская, японская безрогая и японский шортгорн.

Скрещивание породы вагю с абердин-ангуссами или другими традиционными породами крупного рогатого скота позволяет улучшить качество мяса, его мраморность, и повысить общую продуктивность. Что, конечно, увеличивает ценность откормленных бычков на рынке [3].

Для проведения производственного опыта по анализу продуктивности бычков по убойным показателям были отобраны бычки, имеющие одинаковый возраст, вес постановки на откорм, время откорма и соответственно возраст убоя. Убой был произведен при достижении исследуемыми животными возраста 18 месяцев.

Источником информации послужили статистические данные по работе бойни АПХ «Мираторг», (таблица 1).

Таблица 1

Послеубойные показатели мясной продуктивности бычков

Показатель	Абердин-ангусская		Абердин-ангусс× вагю	
	1		2	
	n = 100		n = 100	
	$\bar{X} \pm Sx$	Cv, %	$\bar{X} \pm Sx$	Cv, %
Предубойная масса, кг	635,0±41,0	6,5	698,7±63,2	9,1
Убойная масса, кг	363,5±23,9	6,6	412,4±37,8	9,8
Убойный выход, %	57,2±0,2	3,1	59,8±0,1	1,7
Ширина вырезки, мм	76,2±6,4	8,3	78,3±49,4	9,0
Высота вырезки, мм	134,4±7,8	5,8	144,4±9,2	6,4

Так по предубойной массе помесные бычки превосходят бычков абердин-ангусс в среднем на 9%, по массе туши на 13%, по убойному выходу на 4%.

По убойной массе опытная группа в среднем превосходит контрольную на 48,9 кг или на 13%. Убойный выход у помесных стирсов так же выше на 2,6%.

Важным аспектом по производству говядины высшего сорта является показатель размеров вырезки или по-другому отруба рибай, ее высоты и ширины. Благодаря обилию жировых прослоек он является самым сочным и простым в приготовлении стейком. Поместные бычки ангус-вагю так же превосходят контрольную группу бычков породы ангус по ширине и высоте вырезки на 2,7% и 7,4% соответственно.

Одним из основных пунктов по оценке мясной продуктивности в современном мире является мраморность мяса.

На производстве АПХ «Мираторг» для определения степени мраморности используют сканер VBG. Этот прибор оценивает параметр в соответствии с общепринятыми международными стандартами, которые применяют производители по всему миру. Сканер считывает и самостоятельно определяет категорию туши в разрезе между 12-м и 13-м ребром — по отрубам «рибай», «вырезке», а специальное программное обеспечение присваивает «грейд» или по-другому «категорию» мраморности. Для его определения учитывается не только плотность жировых вкраплений, но и их цвет, а также другие параметры. Количество баллов мраморности варьируется от 0 до 1000. В системе оценки мраморности, принятой в

АПХ «Мираторг», в зависимости от уровня мраморности и возраста животного говядине присваиваются грейды «Селект», «Чойс», «Топ чойс» и «Прайм».

Так, «Чойс» — от 400 до 699 баллов, у «Прайм» — более 700. Некоторые компании также производят стейки «Селект», у которых менее 399 баллов. Что касается «Прайма», то здесь существует и особая категория, прошедшая отбор по дополнительным параметрам. Такие стейки получили название «Сигнече», их отличает исключительное качество и повышенная мраморность.

Для оценки мраморности мяса у исследуемых бычков данный сканер так же был применен (таблица 2).

Таблица 2

Мраморность исследуемых бычков

Грейды	Абердин-ангусская	Абердин-ангусс× вагю
	1	2
	n = 100	n = 100
Чойс	40	9
Топ чойс	10	3
Прайм	49	63
Сигниче	2	25

Наилучшая мраморность мяса отмечается у поместных бычков: говядина, полученная от них, имеет ранг «Прайм» у 63 голов, 25 животных — «Сигниче», тогда как ранги «Чойс» и «Топ чойс» представлены лишь у 12 голов в сумме.

Среди исследуемого поголовья бычков абердин-ангусской породы мясо лишь у 2 животных было отнесено к рангу «Сигниче». Тем не менее, полученные результаты классификации свидетельствуют о высоких показателях мясной продуктивности всех породных групп бычков.

Таким образом, результаты исследования показывают необходимость продолжения работы в рамках совершенствования генетики уже отечественного поголовья скота мясного направления продуктивности. Животные, полученные в ходе скрещивания пород абердин-ангус и вагю показывают хорошие мясные качества, однако и их можно и нужно улучшать. Поместные животные по убойным показателям превосходят контрольную группу, а именно: по предубойной массе превосходят контроль в среднем на 9%, по убойной массе на 13%, по убойному выходу на 4%.

Библиографический список

1. Амерханов Х. А., Мирошников С. А., Костюк Р. В. и др. Проект «Концепции устойчивого развития мясного скотоводства в Российской Федерации на период до 2030 года» / Вестн. мяс. скотовод. 2017. № 1(97). С. 7 – 12.
2. Васильев, И.В. Сельское хозяйство в России / И.В. Васильев, Н.А. Алимова, С.В. Киселев, М.П. Клевакина, Е.Э. Обычайко, А.В. Петриков, А.В. Уколова, А.Н. Усачев, О.В. Харина. 2023: Стат.сб./Росстат – С 29 М., 2023. – 103 с.
3. Кудашева, А.В. Использование кроссбредного скрещивания мясных пород КРС для увеличения мраморности говядины. Промышленное скрещивание с Салерс и Вагю // Эффективное животноводство. – 2024. – № 1(191). – С. 38-39. – EDN EQKHSV.
4. Сусь И.В. Высококачественная говядина – новый продукт на российском рынке / И.В. Сусь, Т.М. Миттельштейн, И.В. Козырев // Все о мясе. – № 5. – 2013. – С. 4–6.

УДК 636.223.1

СРАВНЕНИЕ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ БЫЧКОВ АБЕРДИН-АНГУССКОЙ ПОРОДЫ ПОМЕСЬЮ АНГУС-ВАГЮ

Богданов Евгений Викторович, аспирант кафедры молочного и мясного скотоводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, bogdanof2011@yandex.ru

Садовникова Марина Алексеевна, магистр 2 курса института Зоотехнии и биологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, marina.sadovnikova.02.08@gmail.com

Соловьева Ольга Игнатьевна, профессор кафедры молочного и мясного скотоводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, milk-center@yandex.ru

Аннотация: В статье изложены результаты исследований по оценке показателей мясной продуктивности крупного рогатого скота абердин-ангусской породы в сравнении с помесью ангус-вагю. В процессе исследования проведена оценка показателей мясной продуктивности после убоя.

Ключевые слова: скотоводство, бычки, абердин-ангусская, вагю, мясная продуктивность, убой, убойный выход, убойные качества, рибай.

Мясное скотоводство является важной отраслью сельского хозяйства в России, играющей значительную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны. Данная отрасль включает в себя разведение крупного рогатого скота для производства говядины [1].

Согласно сообщению зампреда комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике Сергея Митина, в 2024 году был достигнут пик потребления мяса в России на человека, и достиг рекордных за последние пять лет 83 кг.

Однако в структуре потребления лидирует мясо птицы и свинина. Что касается объемов производства, по сообщению Росстата, Россия вышла на 85% самообеспеченности. Так же следует отметить, что прошедший, 2024 год в Россию было импортировано 350 тыс. тонн говядины, что на 35 тыс. тонн больше, чем в 2023 году. Экспорт говядины за 2023 год так же вырос и составил рекордные 41 тыс. тонн. Современный потребитель говядины ориентирован на мясо с высокими питательными и вкусовыми свойствами, получаемое от специализированных мясных пород крупного рогатого скота. В связи с этим в проведение исследования в области методов повышения качества мяса является целесообразным.

Одним из лидеров производства мраморной, премиальной говядины является АПХ «Мираторг» и, в частности, ООО «Брянская Мясная Компания». Компания специализируется на выращивании крупного рогатого скота мясного направления продуктивности. Мясные породы крупного рогатого скота имеют хорошо развитые мускульную и жировую ткани; такое мясо более сочное, нежное и вкусное.

Абердин-ангусская порода — одна из наиболее скороспелых пород, используемых для производства говядины. У животных отсутствуют рога и имеется чётко выраженный мясной тип. По сравнению с другими мясными породами у них раньше прекращается рост и имеется склонность к более раннему набору жира. Анализ динамики абсолютной и относительной численности племенного скота мясных пород показал, что в динамике последних лет наблюдается значительное увеличение маточного поголовья крупного рогатого скота абердин-ангусской породы: так, в 2010 году поголовье скота данной породы составляло 140515 гол., тогда как по итогам 2023 года данный показатель был равен 450342 гол.

В последние годы в ряде зарубежных стран и России ведутся научные и производственные работы по изучению мясной породы скота из Японии — вагю для производства говядины и повышения её мраморности [5]. Вагю — это общее обозначение для нескольких пород крупного рогатого скота, среди которых чёрная японская, коричневая японская, японская безрогая и японский шортгорн.

Скращивание породы вагю с абердин-ангусами или другими традиционными породами крупного рогатого скота позволяет улучшить качество мяса и повысить

продуктивность. Это, в свою очередь, увеличивает ценность откормленных бычков на рынке [3, 7].

Для проведения производственного опыта по анализу продуктивности бычков по убойным показателям были отобраны бычки, имеющие одинаковый возраст, вес постановки на откорм, время откорма и соответственно возраст убоя. Источником информации послужили статистические данные по работе бойни АПХ «Мираторг», (таблица 1).

Таблица 1

Послеубойные показатели мясной продуктивности бычков

Показатель	Абердин-ангусская		Абердин-ангус× вагю	
	1		3	
	n = 100		n = 100	
	$\bar{X} \pm Sx$	Cv, %	$\bar{X} \pm Sx$	Cv, %
Предубойная масса, кг	635,04±41,01	6,46	698,70±63,22	9,05
Массатуши, кг	363,49±23,90	6,57	412,36±37,84	9,17
Убойный выход, %	57,2±1,78	3,11	59,8±1,01	12,29
Ширина вырезки, мм	76,18±6,35	8,33	78,26±49,41	8,98
Высота вырезки, мм	134,39±7,82	5,82	144,37±9,23	6,39

Согласно результатам убоя поместные бычки ангус-вагю достоверно превосходят бычков породы ангус по всем интересующим нас показателям.

Так по предубойной массе они превосходят их в среднем на 9%, по массе туши на 13%, по убойному выходу на 4%.

Важным аспектом по производству говядины высшего сорта является показатель размеров вырезки или по-другому отруба ребай, ее высоты и ширины. Благодаря обилию жировых прослоек он является самым сочным и простым в приготовлении стейком. Поместные бычки ангус-вагю так же превосходят контрольную группу бычков породы ангус по ширине и высоте вырезки на 2,7% и 7,4% соответственно.

Одним из основных пунктов по оценке мясной продуктивности в современном мире является мраморность мяса.

На производстве АПХ «Мираторг» для определения степени мраморности используют сканер VBG. Этот прибор оценивает параметр в соответствии с общепринятыми международными стандартами, которые применяют производители по всему миру. Для оценки мраморности мяса у исследуемых бычков данный сканер так же был применен (таблица 2).

Таблица 2

Итоговая мраморность исследуемых бычков

	Абердин-ангус	Ангус-вагю
Choice	40	9
Top choice	10	3
Prime	49	63
Signature	2	25

Всего система оценки мраморности предусматривает 8 рангов качества: Prime, Choice, Select, Standard, Commercial, Utility, Cutter и Canner, однако в системе оценки мраморности, принятой в АПХ «Мираторг», в зависимости от уровня мраморности и

возраста животного говядины не присваиваются ранги Select, Choice, Top Choice или Prime. Также АПХ «Мираторг» выделяет дополнительную категорию говядины — Signature, которая представляет собой высший уровень мраморности Prime.

Наилучшая мраморность мяса отмечается у поместных бычков: говядина, полученная от них, имеет ранг Prime у 63 голов, 25 животных — ранг Signature, тогда как ранги Choice и Top Choice представлены лишь у 12 голов в сумме.

Среди исследуемого поголовья бычков абердин-ангусской породы мясо лишь у 2 животных было отнесено к рангу Signature. Тем не менее, полученные результаты классификации свидетельствуют о высоких показателях мясной продуктивности всех породных групп бычков.

Результаты исследования показывают необходимость продолжения работы в рамках совершенствования генетики уже отечественного поголовья скота мясного направления продуктивности. Животные, полученные в ходе скрещивания пород абердин-ангус и вагю показывают хорошие мясные качества, однако и их можно и нужно улучшать. Поместные животные по убойным показателям превосходят контрольную группу, а именно: по предубойной массе превосходят контроль в среднем на 9%, по массе туши на 13%, по убойному выходу на 4%.

Библиографический список

1. Амерханов Х. А., Мирошников С. А., Костюк Р. В. и др. Проект «Концепции устойчивого развития мясного скотоводства в Российской Федерации на период до 2030 года» / Вестн. мяс. скотовод. 2017. № 1(97). С. 7 – 12.

2. Васильев, И.В. Сельское хозяйство в России / И.В. Васильев, Н.А. Алимова, С.В. Киселев, М.П. Клевакина, Е.Э. Обычайко, А.В. Петриков, А.В. Уколова, А.Н. Усачев, О.В. Харина. 2023: Стат.сб./Росстат – С 29 М., 2023. – 103 с.

3. Кудашева, А.В. Использование кроссбредного скрещивания мясных пород КРС для увеличения мраморности говядины. Промышленное скрещивание с Салерс и Вагю // Эффективное животноводство. – 2024. – № 1(191). – С. 38-39.

4. Сусь И.В. Высококачественная говядина – новый продукт на российском рынке / И.В. Сусь, Т.М. Миттельштейн, И.В. Козырев // Все о мясе. – № 5. – 2013. – С. 4–6.

УДК 636.034 : 636.2.083

ИНТЕГРАЦИЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ САНИТАРНЫХ СИСТЕМ В ТЕХНОЛОГИЮ ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ В МОЛОЧНЫЙ ПЕРИОД

Чебурашкин Евгений Станиславович, аспирант кафедры молочного и мясного скотоводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, evcheburashkin@gmail.com

Лучков Михаил Борисович, бакалавр кафедры молочного и мясного скотоводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mluchkov@gmail.com

Соловьева Ольга Игнатьевна, д.с.-х.н., профессор кафедры молочного и мясного скотоводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, solov1807@yandex.ru

Аннотация: В исследовании оценивалось влияние полуавтоматизированной очистки зоны отдыха телят на микроклимат и их здоровье. Результаты показали, что содержание в индивидуальных клетках снижает уровень аммиака и улучшает морфологические показатели крови. Внедрение технологий повышает санитарное благополучие и эффективность молочного производства.

Ключевые слова: микроклимат, телята, автоматизация, аммиак, морфология крови.

Введение. Эффективность молочного производства во многом зависит от здоровья и продуктивности ремонтного молодняка крупного рогатого скота, поскольку именно на этапе

молочного периода формируется иммунная резистентность, интенсивность роста и развитие жизненно важных органов будущих высокопродуктивных животных. Здоровый молодняк – залог устойчивого развития стада, снижения экономических потерь, повышения выхода готовой продукции и эффективности воспроизводства.

Одним из ключевых факторов, определяющих успешное выращивание телят, являются внешние условия, в первую очередь параметры микроклимата в животноводческих помещениях. Микроклимат в животноводческом помещении — это совокупность физических и химических факторов воздушной среды в помещении для содержания сельскохозяйственных животных.

Как следует из литературных источников, микроклимат оказывает значительное влияние на продуктивность молодняка крупного рогатого скота, определяя 10–30% ее вариабельности [3]. Микроклимат – это основа физиологического комфорта, поддержания здоровья и формирования полноценного иммунитета у молодняка. Основные параметры, влияющие на состояние животных, включают температуру, относительную влажность, интенсивность воздухообмена и содержание вредных газов (аммиак, сероводород и другие).

Согласно нормативному документу РД-АПК 3.10.07.05-17, для телят до 6 месяцев оптимальная температура воздуха составляет около 15°C, относительная влажность – 40–75%, воздухообмен – не менее одного раза в час. Максимально допустимая концентрация аммиака в воздухе – 20 мг/м³, сероводорода – 0,1–1 мг/м³ [6]. Отклонения от установленных параметров, как отмечается в исследованиях Савина Е.В. и соавт., обуславливают снижение среднесуточных приростов на 20–30 %, увеличение падежа молодняка, ухудшение показателей конверсии корма, ослабление иммунной реактивности организма, а также способствуют повышению риска возникновения респираторных заболеваний [1,7].

Особое место среди микроклиматических факторов занимает аммиак – главный абиотический стрессор, который образуется при разложении навоза. Исследования доктора ветеринарных наук Щербакова П.Н. и др. свидетельствуют о том, что даже небольшая концентрация аммиака выше 6 мг/м³ провоцирует развитие патологий дыхательной системы, стойкое ослабление иммунитета, снижение продуктивности, а также негативно сказывается на кроветворении, обмене веществ и резистентности организма [2]. При хроническом отравлении большими дозами аммиака у молодняка падает уровень гемоглобина и эритроцитов, развивается анемия, снижается активность и аппетит, ухудшается усваивание корма [2].

В условиях современных хозяйств, где телят содержат индивидуально в боксах, одной из актуальных проблем остается накопление вредных газов непосредственно в пределах бокса. Дефицит кадров и увеличение поголовья в сельском хозяйстве приводят к тому, что персонал не всегда может своевременно и качественно проводить обслуживание каждого животного, что способствует увеличению объема навоза в домиках. Это, в свою очередь, провоцирует повышение влажности и концентрации вредных газов, существенно ухудшая гигиеническое состояние и параметры микроклимата [4]. Внедрение современных технических решений, таких как индивидуальная клетка, оснащённая полуавтоматизированной системой очистки зоны отдыха, позволяет снизить трудозатраты на обслуживание, обеспечить более высокий уровень санитарии и регулярности уборки, минимизируя при этом стресс для животных.

Для решения данной задачи нами была разработана и запатентована инновационная конструкция индивидуальной клетки для содержания телят в молочный период, оснащенная системой полуавтоматической очистки зоны отдыха (патент № 229462) [5]. Данная разработка позволяет значительно уменьшить трудовые затраты и оптимизировать параметры микроклимата в зоне содержания.

Поддержание оптимальных параметров микроклимата является необходимым условием для формирования здоровья, устойчивости к инфекциям и раскрытия продуктивного потенциала телят. Введение полуавтоматизированных технологий обслуживания позволяет значительно улучшить условия содержания молодняка,

минимизировать влияние человеческого фактора и снизить экономические потери хозяйств за счет повышения сохранности животных и профилактики заболеваний. В данной работе особое внимание уделено разработке специализированных полуавтоматизированных устройств для очистки зон отдыха телят, что отвечает современным требованиям инновационного устойчивого животноводства.

Цель исследования, оценить влияние полуавтоматической системы очистки зоны отдыха телят на параметры микроклимата (в частности, концентрацию аммиака) и морфологические показатели крови молодняка крупного рогатого скота в условиях ООО «Дубна Плюс» Московской области.

Материал и методика. В исследовании по интенсификации молочного скотоводства в ООО «Дубна Плюс» Московской области был проведен сравнительный анализ традиционных и инновационных систем содержания телят. В течение двух месяцев осуществляли мониторинг концентрации аммиака в зоне содержания телят, а также проводили исследования морфологических показателей их крови.

Эксперимент проходил в хозяйстве ООО «Дубна плюс» на МТК «Саввино». Животные были разделены на две группы по 10 телят в каждой: контрольная ($n=10$) содержалась в стандартных индивидуальных домиках «Иглус», опытная ($n=10$) — в клетках с полуавтоматической очисткой зоны отдыха.

Рационы обеих групп были идентичны и соответствовали нормам кормления молодняка крупного рогатого скота. Оценка эффективности условий содержания осуществлялась путем мониторинга концентрации аммиака с использованием универсального газоанализатора. Измерения проводились линейно-колориметрическим методом с применением стеклянных индикаторных трубок, содержащих порошок, который в присутствии аммиака изменяет цвет с жёлтого на синий; отбор проб осуществлялся на расстоянии 15–25 см от поверхности подстилки. Дополнительно проводился анализ морфологических показателей крови, отобранной у животных на 1-е, 30-е и 60-е сутки жизни.

Результаты исследования. Результаты показателей концентрации аммиака вокруг телят представлена на рисунке 1.

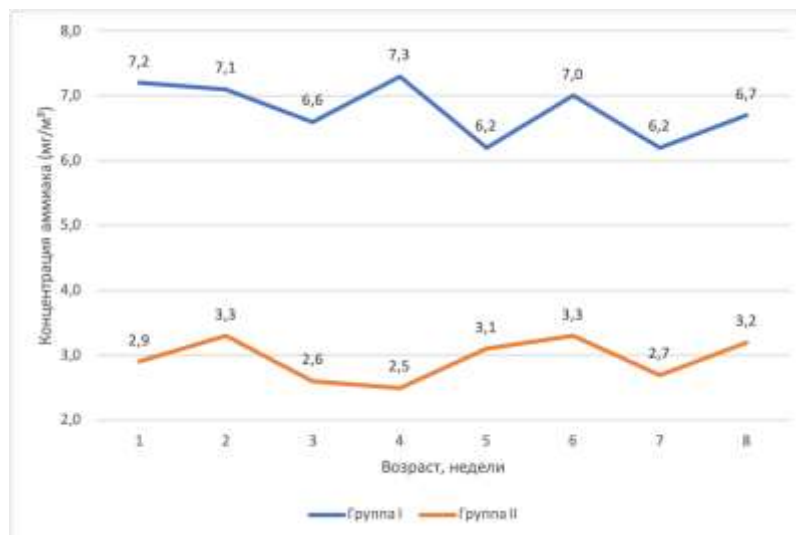


Рис. 1 Концентрация аммиака (мг/м³)

Диаграмма показывает, что у телят I группы уровень аммиака держится стабильно высоким: 6,2–7,3 мг/м³ на протяжении 8 недель жизни, что связано с недостаточной уборкой и накоплением продуктов метаболизма. Во II группе благодаря полуавтоматической очистке концентрация аммиака значительно ниже — 2,5–3,3 мг/м³. Различие между группами составляет в среднем 2–2,5 раза. Это подтверждает, что автоматизация уборки эффективно

снижает газовое загрязнение микроклимата, улучшая санитарно-гигиенические условия и снижая риски респираторных заболеваний у молодняка.

Для оценки здоровья молодняка в таблице 1 приведены морфологические показатели крови телят при рождении, а также в 1- и 2-месячном возрасте.

Таблица 1

Морфологические показатели при общем исследовании крови телят

Показатели	Норма	1-й день		30-й день		60-й день	
		I	II	I	II	I	II
Гемоглобин (г/л)	80-120	94,4±3,2	95,4±2,2	91,7±4,4	103,0±4,2	89,1±1,3	114,4±1,1
Эритроциты (10 ¹² /л)	4,0-7,0	6,3±0,2	6,4±0,2	6,1±0,7	6,9±0,2	5,4±0,4	8,1±0,3
Лейкоциты (10 ⁹ /л)	6,0-12,0	10,2±0,3	9,9±0,3	10,3±0,5	9,4±0,2	10,5±0,4	8,2±0,3
Тромбоциты (10 ⁹ /л)	200-500	206±6,5	203±6,7	229±4,1	208±8,4	236±9,8	206±2,5

Уровень гемоглобина и эритроцитов у телят второй группы, находившихся в улучшенных условиях, к 60-му дню существенно вырос: гемоглобин — до 114,4±1,1 г/л, эритроциты — до 8,1±0,3·10¹²/л, что говорит о лучшей оксигенации и физиологической устойчивости. В контрольной группе I, где телята содержались в индивидуальных домиках «Иглус», наблюдалось снижение этих показателей (гемоглобин — до 89,1±1,3 г/л; эритроциты — до 5,4±0,4·10¹²/л), что свидетельствует о стрессовом воздействии условий содержания.

Лейкоциты к 60-му дню возросли в группе I (10,5±0,4·10⁹/л) и снизились во II (8,2±0,3·10⁹/л), отражая большую устойчивость к стрессу и меньший уровень скрытых воспалительных процессов у телят, находящихся в лучших условиях. Количество тромбоцитов в контрольной группе также оказалось выше (236±9,8·10⁹/л против 206±2,5·10⁹/л), что может быть связано с компенсаторными реакциями на неблагоприятную среду. В целом, улучшенные условия содержания положительно влияют на морфологические показатели крови телят, способствуя их лучшей адаптации и развитию.

Вывод. В результате проведенного исследования было установлено, что полуавтоматизированная очистка зон отдыха телят значительно улучшает микроклимат вокруг теленка и способствует лучшему состоянию здоровья молодняка. Уровень аммиака существенно снижался в группе телят с полуавтоматической системой, что положительно сказывалось на морфологических показателях крови, таких как уровень гемоглобина и эритроцитов. Это свидетельствует о повышении оксигенации и физиологической устойчивости животных. В то время как в контрольной группе наблюдалось ухудшение показателей, опытная группа демонстрировала лучшие результаты, подчеркивая важность внедрения современных технологий в молочном скотоводстве для улучшения качества микроклимата и здоровья телят.

Библиографический список

1. Влияние микроклиматических показателей животноводческого комплекса на здоровье животных / Е. В. Савина, Ю. В. Семенова, О. А. Десятов, Л. А. Пыхтина // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : Материалы XI Международной научно-практической конференции, Ульяновск, 23–24 июня 2021 года. Том 2021-2. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2021. – С. 340 – 345.

2. Воздействие токсичных газов на организм телят при холодном методе выращивания / П. Н. Щербаков, Н. П. Щербаков, Т. Б. Щербакова, К. В. Степанова // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2018. – № 16(179). – С. 90-101.
3. Ильин, Р. М. Распределение аммиака в коровниках с естественной системой вентиляции / Р. М. Ильин, С. В. Вторый // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2020. – № 2(103). – С. 91 – 98.
4. Научные основы выращивания ремонтного молодняка крупного рогатого скота: монография / Д. М. Богданович [и др.]; Науч.- практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2022. – 303 с. – Авт. также: Тимошенко В.Н., Музыка А.А., Москалёв А.А., Цай В.П.
5. Патент на полезную модель № 229462 U1 Российская Федерация, МПК A01K 1/02. Клетка для индивидуального содержания новорожденных телят: № 2024112478: заявл. 07.05.2024; опубл. 08.10.2024 / Х. А. Амерханов, О. И. Соловьева, Ю. А. Юлдашбаев [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева".
6. РД-АПК 3.10.07.05-17. Ветеринарно-санитарные требования при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации животноводческих помещений. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – С. 73 – 75.
7. Чебурашкин, Е. С. Новый подход к технологии выращивания телят молочного периода / Е. С. Чебурашкин, М. Б. Лучков, О. И. Соловьева // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича : Сборник статей, Москва, 03–05 июня 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – С. 392-397.

УДК 636.034 : 636.2.083

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЕНОФОНДНОГО СТАДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КРАСНОЙ ГОРБАТОВСКОЙ ПОРОДЫ

***Шеховцев Григорий Сергеевич**, аспирант кафедры молочного и мясного скотоводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, shekhovtsev@rgau-msha.ru*

***Прохоров Иван Петрович**, профессор кафедры молочного и мясного скотоводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

Аннотация: Для обеспечения конкурентоспособности отечественных пород крупного рогатого скота необходимо проводить селекционную работу, направленную на увеличение генетического потенциала маточных стад, используя генофонд быков-производителей отечественной селекции. Приведены данные родительских индексов быков (РИБ) красной горбатовской породы, где наиболее высокие показатели были получены у быков Звон-Н 897 и Залп 9562 – 5899 кг и 9562 кг молока соответственно. Также выявлены коровы Ваза 7135, Марта 5709, Держава 5513 и Стрелка 2222, которые могут быть использованы в воспроизводстве с указанными производителями для получения ремонтных бычков, генетический потенциал молочной продуктивности которых составит в пределах 7211–7340 кг молока за наивысшую лактацию.

Ключевые слова: красная горбатовская, генофонд, быки-производители, генетический потенциал, РИБ.

На современном этапе развития отрасли молочного скотоводства наблюдается явная тенденция к использованию лишь нескольких высокопродуктивных пород [7], поэтому для обеспечения конкурентоспособности отечественных генофондных пород крупного рогатого

скота и, следовательно, их сохранения, в племенной работе с маточным стадом необходимо использовать быков-производителей с высоким генетическим потенциалом. Однако в случае с красной горбатовской породой это вызывает трудности из-за ограниченного количества генетического материала, небольшого выбора быков и отсутствия оценки племенной ценности некоторых из них [1].

При этом оценка генетического потенциала быков-производителей по происхождению и последующее определение его реализации по-прежнему имеет применение в работах ряда авторов [2-6]. Кроме того, недавние исследования продемонстрировали, что как родословные показатели, так и геномная селекционная ценность эффективно влияют на продуктивность польских голштинских коров. Следовательно, использование данных о молочной продуктивности предков животных для оценки генетического потенциала генофонда малочисленных пород крупного рогатого скота представляется актуальным.

Целью исследования являлось повышение уровня молочной продуктивности генофондного стада АО «Абабковское» посредством формирования селекционной группы коров и подбора к ним быков-производителей красной горбатовской породы с дальнейшим прогнозированием генетического потенциала потомков.

Материал и методы исследования. Исследования генофондного маточного стада и быков-производителей красной горбатовской породы проводились на базе племенного хозяйства АО «Абабковское» Павловского р-на Нижегородской области, а также ООО «Нижегородское» по племенной работе и АО "ГЦВ". Объектом исследования были представлены коровы и быки-производители красной горбатовской породы. Материалом для проведения работы явились данные о родословных животных, взятые из племенных карточек.

Для формирования селекционной группы в количестве 27 голов (15% от общего количества генофондного стада) был рассчитан уровень генетического потенциала генофондных коров по следующей формуле:

$$ГП = \frac{Ум + Умо}{2}, \quad (1)$$

где ГП – уровень генетического потенциала молочной продуктивности коровы, кг;

Ум – удой за лактацию матерей коров, кг;

Умо – удой за лактацию матерей отцов, кг.

Генофондное стадо в количестве 183 голов составляли генотипированные животные, генетический профиль которых соответствовал красной горбатовской породе крупного рогатого скота.

Для определения генетического потенциала быков-производителей красной горбатовской породы был вычислен родительский индекс по Н.А. Кравченко (1963):

$$РИБ = (2М + ММ + МО) / 4 \quad (2)$$

где М – продуктивность матери;

ММ – продуктивность матери матери;

МО – продуктивность матери отца.

Генетический потенциал потомков, которые могут быть получены в результате подбора разных быков-производителей красной горбатовской породы к селекционной группе коров была использована следующая формула:

$$ГП = \frac{Ум + РИБ}{2}, \quad (3)$$

где ГП – уровень генетического потенциала молочной продуктивности потомков, кг;

Ум – удой за лактацию матерей потомков, кг;

РИБ – родительский индекс быка, кг.

Результаты. На сегодняшний день в ООО «Нижегородское» по племенной работе, которое являлось главным поставщиком семени для АО «Абабковское», генетический

материал красной горбатовской породы представлен 4 быками (табл. 1). Среди указанных производителей наибольшим родительским индексом быка (РИБ) характеризовался Звон-Н 897, значение которого составило 5899 кг. По этому показателю группа животных, которая будет получена от коров селекционной группы при использовании данного производителя, достоверно превосходит потомков быков Сказочник 9725 на 347 кг ($p \leq 0,05$), Ручеек 6039 на 434 кг ($p \leq 0,01$) и Вальтер 6259 на 669 кг ($p \leq 0,001$).

Родительский индекс быка Сказочник 9725 составил 5205 кг, а статистически значимое различие по молочной продуктивности было получено при сопоставлении потомков данного быка с животными, отцом которых будет являться Вальтер 6259, превосходство над которыми составило 235 кг молока за наивысшую лактацию ($p \leq 0,05$). Достоверных различий в генетическом потенциале между группами животных, полученных от быков Ручеек 6039 и Вальтер 6259, а также Ручеек 6039 и Сказочник 9725, обнаружено не было.

В связи с ограниченным количеством быков-производителей красной горбатовской породы и тем, что их генетический потенциал значительно уступает молочной продуктивности коров селекционной группы, возникает необходимость в получении ремонтных бычков. Для реализации данной задачи больше всего подходят такие коровы, как Ваза 7135, Марта 5709, Держава 5513 и Стрелка 2222, удой за наивысшую лактацию которых составил свыше 8500 кг молока, а генетический потенциал потомков данных коров при использовании производителя Звон-Н составит 7259 кг, 7211 кг, 7288 кг и 7284 кг соответственно.

Таблица 1

Подбор быков-производителей красной горбатовской породы (ООО «Нижегородское» по племенной работе) к селекционной группе генофондных коров АО «Абабковское»

№	Кличка, инд. номер	Удой за наивысшую лактацию, кг	Генетический потенциал* потомков, полученных при спаривании с быками:			
			Вальтер 6259 (РИБ = 4561)	Звон-Н 897 (РИБ = 5899)	Ручеек 6039 (РИБ = 5031)	Сказочник 9725 (РИБ = 5205)
1	Жнея 2386	8406	6484	7153	6719	6806
2	Ферма 2410	8091	6326	6995	6561	6648
3	Корона 7058	6334	5448	6117	5683	5770
4	Ваза 7135	8619	6590	7259	6825	6912
5	Воля 5416	8121	6341	7010	6576	6663
6	Дочка 5475	8035	6298	6967	6533	6620
7	Марта 5709	8523	6542	7211	6777	6864
8	Держава 5513	8676	6619	7288	6854	6941
9	Венера 5256	5295	4928	5597	5163	5250
10	Дунайка 2421	7742	6152	6821	6387	6474
11	Самара 5080	7265	5913	6582	6148	6235
12	Герда 2289	5977	5269	5938	5504	5591
13	Стрелка 2222	8669	6615	7284	6850	6937
14	Бархотка 5145	6098	5330	5999	5565	5652
15	Сибирячка 5248	6207	5384	6053	5619	5706
16	Дочка 5476	6198	5380	6049	5615	5702
17	Рябина 2540	8370	6466	7135	6701	6788
18	Речка 7215	7228	5895	6564	6130	6217
19	Весна 2471	8314	6438	7107	6673	6760
20	Найда 7043	7902	6232	6901	6467	6554
21	Черемуха 7327	8009	6285	6954	6520	6607

22	Сцена 7219	7945	6253	6922	6488	6575
23	Ваза 5111	6313	5437	6106	5672	5759
24	Сирень 2253	6431	5496	6165	5731	5818
25	Улитка 5295	8360	6461	7130	6696	6783
26	Пороша 5249	8339	6450	7119	6685	6772
27	Малютка 760	6770	5666	6335	5901	5988
M±m		7490±198	6026±99	6695±99	6261±99	6348±99

Примечание: * – кг молока за наивысшую лактацию

Более высокие показатели РИБ были отмечены в АО «ГЦВ», где генетический материал красной горбатовской породы представлен ещё 4 быками (табл. 2). Здесь можно выделить отца быка Звон-Н, производителя Залп 9562, у которого родительский индекс быка составил 6004 кг молока, что является лучшим показателем среди имеющихся 8 быков-производителей. Потомки селекционной группы коров, полученные от данного быка, по генетическому потенциалу будут достоверно превосходить аналогичные группы животных, отцами которых будут являться быки Вожак 9687 и Заказ 9736, на 307 кг и 326 кг соответственно ($p \leq 0,05$). При сравнении между собой генетического потенциала потомков, полученных от быков, Вожак 9687, Заказ 9736 и Эклер 9501 статистически значимых различий выявлено не было.

Перспективными с точки зрения получения ремонтных бычков, обладающих повышенным генетическим потенциалом молочной продуктивности, являются особи, которые будут получены при покрытии производителем Залп 9562 следующих коров: Ваза 7135, Марта 5709, Держава 5513 и Стрелка 2222, их генетический потенциал составит 7312 кг, 7264 кг, 7340 кг и 7337 кг молока за наивысшую лактацию, что на 53 кг выше чем при использовании быка Звон-Н 897.

Таблица 2

Подбор быков-производителей красной горбатовской породы (АО «ГЦВ») к селекционной группе генофондных коров АО «Абабковское»

№	Кличка, инд. номер	Удой за наивысшую лактацию, кг	Генетический потенциал* потомков, полученных при спаривании с быками:			
			Вожак 9687 (РИБ = 5390)	Заказ 9736 (РИБ = 5351)	Залп 9562 (РИБ = 6004)	Эклер 9501 (РИБ = 5848)
1	Жнея 2386	8406	6898	6879	7205	7127
2	Ферма 2410	8091	6741	6721	7048	6970
3	Корона 7058	6334	5862	5843	6169	6091
4	Ваза 7135	8619	7005	6985	7312	7234
5	Воля 5416	8121	6756	6736	7063	6985
6	Дочка 5475	8035	6713	6693	7020	6942
7	Марта 5709	8523	6957	6937	7264	7186
8	Держава 5513	8676	7033	7014	7340	7262
9	Венера 5256	5295	5343	5323	5650	5572
10	Дунайка 2421	7742	6566	6547	6873	6795
11	Самара 5080	7265	6328	6308	6635	6557
12	Герда 2289	5977	5684	5664	5991	5913
13	Стрелка 2222	8669	7030	7010	7337	7259
14	Бархотка 5145	6098	5744	5725	6051	5973
15	Сибирячка 5248	6207	5799	5779	6106	6028
16	Дочка 5476	6198	5794	5775	6101	6023

17	Рябина 2540	8370	6880	6861	7187	7109
18	Речка 7215	7228	6309	6290	6616	6538
19	Весна 2471	8314	6852	6833	7159	7081
20	Найда 7043	7902	6646	6627	6953	6875
21	Черемуха 7327	8009	6700	6680	7007	6929
22	Сцена 7219	7945	6668	6648	6975	6897
23	Ваза 5111	6313	5852	5832	6159	6081
24	Сирень 2253	6431	5911	5891	6218	6140
25	Улитка 5295	8360	6875	6856	7182	7104
26	Пороша 5249	8339	6865	6845	7172	7094
27	Малютка 760	6770	6080	6061	6387	6309
M±m		7490±198	6440±99	6421±99	6747±99	6669±99

Примечание: * – кг молока за наивысшую лактацию

Закключение. На основании проведенного исследования родословных генофондных коров маточного стада АО «Абабковское» и быков-производителей красной горбатовской породы и последующего расчета РИБ и генетического потенциала потомков можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее высокие показатели РИБ были получены у таких быков, как Звон-Н 897 (5899) и Залп 9562 (6004), что позволяет рекомендовать данных быков для покрытия коров селекционной группы с целью повышения уровня молочной продуктивности генофондного стада, учитывая при этом их родственную связь (сын – отец).

2. Для получения ремонтных бычков, которые будут обладать повышенным генетическим потенциалом молочной продуктивности целесообразно использовать быков Залп 9562 и Звон-Н 897 для покрытия таких коров как Ваза 7135, Марта 5709, Держава 5513 и Стрелка 2222, где генетический потенциал их потомков составит 7312 кг, 7264 кг, 7340 кг, 7337 кг и 7259 кг, 7211 кг, 7288 кг, 7284 кг соответственно.

Библиографический список

1. Амерханов, Х. А. Сравнительная характеристика быков-производителей красной горбатовской породы по молочной продуктивности дочерей / Х. А. Амерханов, Г. С. Шеховцев, И. П. Прохоров // Молочное и мясное скотоводство. – 2024. – № 1. – С. 27-31.

2. Закирова, Р. Р. Оценка быков-производителей по происхождению в Удмуртской Республике / Р. Р. Закирова, А. П. Ямщиков, Г. Ю. Березкина // Пермский аграрный вестник. – 2022. – № 1(37). – С. 97-102.

3. Закирова, Р. Р. Оценка быков-производителей разного происхождения по реализации генетического потенциала / Р. Р. Закирова, А. П. Ямщиков, Г. Ю. Березкина // Животноводство и кормопроизводство. – 2023. – Т. 106, № 2. – С. 21-29.

4. Руденко, О. В. Оценка быков красной горбатовской породы по качеству потомства / О. В. Руденко // Современные проблемы и технологии в животноводстве : Сборник трудов по итогам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника ВПО РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии, заведующего кафедрой "Разведение сельскохозяйственных животных" с 1981 г. по 1991 г. Прахова Льва Павловича, Нижний Новгород, 01 декабря 2023 года. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева, 2024. – С. 169-175.

5. Черечеча, А. А. Планирование и результаты формирования быкопроизводящей группы коров в племязаводе ПАО "Родина" Каневского района / А. А. Черечеча, Н. И. Куликова // Инновационные идеи молодых исследователей : Сборник статей по материалам

международной научно-практической конференции, Уфа, 14 января 2020 года. – Уфа: Вестник науки, 2020. – С. 69-86.

6. Шайдуллин, Р. Р. Реализации генетического потенциала молочной продуктивности черно-пестрого скота в условиях крупных животноводческих комплексах / Р. Р. Шайдуллин // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2024. – № 1(9). – С. 63-68.

7. Brito L. F. et al. Genetic selection of high-yielding dairy cattle toward sustainable farming systems in a rapidly changing world //Animal. – 2021. – V. 15. – P. 100292.

ИНСТИТУТ САДОВОДСТВА И ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Актуальные вопросы садоводства и ландшафтной архитектуры

УДК 635.64

A REVIEW ON THE CREATION AND USE OF GENETIC COLLECTIONS IN PROCESSING TOMATO BREEDING

Ali jbailli , graduate student , Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Department of Botany, Breeding and Seed Production of Garden Plants.
alijbaili91@gmail.com

Vishnyakova Anastasia Vasilyevna, candidate of Agricultural Sciences Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Department of Botany, Breeding and Seed Production of Garden Plants. a.vishnyakova@rgau-msha.ru

Annotation: This review highlights the development and characterization of a genetic collection aimed at enhancing tomato breeding programs for industrial processing. Focusing on the field of plant breeding, seed production, and biotechnology (4.1.2), the study explores genetic diversity, selection strategies, and the potential of genetic resources to improve processing traits such as fruit firmness, yield, and quality.

Keywords: Tomato breeding, Cultivars, Processing traits, Plant biotechnology, SSR primer.

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is a globally important crop widely used in both fresh consumption and industrial processing. Improving tomato cultivars specifically for processing requires a strategic combination of plant breeding, biotechnology, and the evaluation of genetic resources [1].

Cultivars with desirable processing traits such as fruit firmness, high yield, uniform ripening, and soluble solids content are essential for meeting industrial standards. The development and study of genetic collections provide a foundation for selecting and improving such traits [2].

Molecular tools, including SSR (Simple Sequence Repeat) primers, play a crucial role in assessing genetic diversity and supporting marker-assisted selection in tomato breeding programs [1] [2].

This review focuses on the creation, evaluation, and application of genetic collections in breeding tomatoes for processing purposes, with an emphasis on biotechnological approaches and cultivar improvement.

Results and Discussion:

The evaluation of genetic diversity and processing-related traits in tomato genotypes is essential for enhancing cultivar development and industrial performance. In this study, A selected panel of SSR (Simple Sequence Repeat) markers was used to evaluate genetic variability among tomato genotypes (Table 1).

Table 1.

SSR Primers Utilized in Recent Tomato Genetic Diversity Studies

Primer Name	Annealing Temp. (°C)	Amplicon Size (bp)	No. of Alleles	PIC Value	Associated Traits	Primer Sequence (5' → 3')	Reference
TMS52	55	147–161	5 (cultivars) 4 (hybrids)	0.68 (cultivars), 0.55 (hybrids)	Differentiation of cultivars, genetic diversity analysis	F:AAGTGCCTTGTGTTGGGTTTGA / R:TTCTGTGCCACACACTGACA	[3]
TGS0007	54	276–287	4 (cultivars) 5 (hybrids)	0.66 (cultivars), 0.49 (hybrids)	Population structure analysis, selection of superior genotypes	F:GGAGGAGCTTCTCCTTGTGT / R:ATCTGCTGGAGGTGGTGAAG	[4]
LEMDD Na	56	210–228	4 (cultivars) 3 (hybrids)	0.62 (cultivars), 0.48 (hybrids)	Fruit quality improvement, disease resistance	F:CGGTAGTTGGGAGAGAGTTGG / R:CTGTCTGTGCTTGGAGGAGA	[5]
Tom236-237	53	176–192	4 (cultivars) 4 (hybrids)	0.54 (cultivars), 0.31 (hybrids)	Genetic relationship analysis among cultivars	F:TACCGTGAGCTGTGAAGTTGA / R:TTGGTTGAGTTTGGGAGGAG	[3]
SSR248	55	245–250	3 (cultivars) 5 (hybrids)	0.43 (cultivars), 0.61 (hybrids)	Soluble solids content, fruit quality assessment	F:CCGGAGGATATCCTTGTGTGT / R:TGGTGGTGTGTTGGTGTGTTTTGT	[4]
SSR286	55	108	Not specified	Not specified	Late blight resistance (Phytophthora infestans)	F:AGCTTCTTCTTCTTCTTCTTCT / R:TCTCTCTCTCTCTCTCTCTCTC	*
SSR-ToBRFV	55	160-150	Not specified	Not specified	ToBRFV resistance	F:GAGGAGGAGGAGGAGGAGGAGGA / R:CTCCTCCTCCTCCTCCTCCTCC	[6]

*Note: SSR286 is associated with resistance to late blight disease in tomato; however, recent studies suggest that more precise SNP markers linked to the Ph-3 gene are preferable for identifying this resistance.

Fruit traits:

In addition to molecular data, phenotypic evaluations were conducted to measure key fruit characteristics such as firmness, pericarp thickness, locule number, soluble solids content, and lycopene concentration. These traits are crucial indicators of suitability for industrial processing.

- Uniform fruit set and ripening
- Intense red colour
- Thick pericarp
- Firm flesh

- Small locule area
- No cracking
- Elongated shape
- Smooth surface
- Free from wrinkles

A specific set of traits was assessed to determine the suitability of tomato lines for pickling and related industrial uses (Table 2). [6].

The integration of molecular and phenotypic data supports the identification of elite genotypes with enhanced performance for commercial processing.

Table 2.

Key Pickling Parameters of Tomato		
Parameter	Description / Importance	Optimal Range / Standard
Fruit Size & Uniformity	Ensures even pickling and visual appeal.	Small to medium; uniform size preferred
Skin Integrity	Prevents breakdown during pickling and storage.	Intact, unbroken skin
Firmness	Maintains texture after brining.	High firmness (2.5 – 4.5 N)
PH of Final Product	Ensures microbial safety and shelf stability.	Below 4.0 (typically 3.2 – 3.8)
Salt Concentration (%)	Affects flavor, texture, and preservation.	5 – 10% in brine
Acidity (as acetic acid)	Critical for taste and microbial control.	0.5 – 1.5%
Color Stability	Retention of bright red color is desired during storage.	High lycopene retention
Soluble Solids (°Brix)	Influences flavor and density.	4.5 – 6.0 (fresh tomatoes)
Pericarp Thickness	Thick pericarp helps maintain shape and prevents softening.	> 0.5 cm preferred
Absence of Cracks & Wrinkles	Cracks allow microbial entry; wrinkles reduce visual and textural quality.	Smooth, crack-free skin

This review highlights the importance of utilizing genetic resources and molecular markers, particularly SSR primers, in the improvement of tomato cultivars for industrial processing. The selected SSR markers proved effective in assessing genetic diversity and identifying genotypes with favorable processing traits, such as high fruit firmness, soluble solids content, and disease resistance.

Future breeding programs should continue leveraging genetic collections and biotechnological approaches to accelerate the selection of elite tomato lines that meet both agronomic and industrial standards.

References:

1. Pozharskiy A., Kostyukova V., Khusnitdinova M., et al. Genetic diversity of the breeding collection of tomato varieties in Kazakhstan assessed using SSR, SCAR and CAPS markers // *PeerJ*. 2023. Vol. 11. Article e15683.

2. Villanueva-Gutierrez E.E., Johansson E., Prieto-Linde M.L., et al. Simple Sequence Repeat Markers Reveal Genetic Diversity and Population Structure of Bolivian Wild and Cultivated Tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) // *Genes*. 2022. Vol. 13, No. 9. P. 1505.
3. Assessment of genetic diversity in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) based on SSR Markers // *AATCC Journal of Research*. [Accessed May 2025].
4. Nuclear SSR-based genetic diversity and STRUCTURE analysis of Greek tomato landraces // *Plant Genetic Resources*. [Accessed May 2025].
5. SSR Marker-Based Genetic Diversity and Relationship Analyses of *Stephania tetrandra* S. Moore // *Plant Molecular Biology Reporter*. [Accessed May 2025].
6. Zinger A., Lapidot M., Harel A., Doron-Faigenboim A., Gelbart D., Levin I. Identification and mapping of tomato genome loci controlling tolerance and resistance to tomato brown rugose fruit virus // *Plants*. 2021. Vol. 10, No. 1. Article 179.
7. Nistor O., Dulf F.V., Bunea A., et al. The Effect of Sodium Total Substitution on the Quality Characteristics of Green Pickled Tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) // [Journal name]. 2023.

УДК 635.042: 631.532/535

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ- РЕГЕНЕРАНТОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *HYDRANGEA* L. К УСЛОВИЯМ *EX VITRO*

Ахметова Лилия Рафисовна, младший научный сотрудник лаборатории биотехнологии растений ГБС РАН, liliyashka94@mail.ru

Аннотация: Оптимизирована методика адаптации растений- регенерантов к условиям *ex vitro*. Адаптация растений после культивирования в условиях *in vitro* с помощью гидропонной установки помогает обеспечить более высокий выход жизнеспособных эксплантов- 93 %, чем адаптация в условиях фитотрона (71%). Наиболее благоприятным субстратом для адаптации в условиях гидропоники оказался агроперлит- средняя длина корней составила 5,9 см, наименее- минеральная вата. Среди исследуемых объектов наибольшие морфометрические показатели наблюдали среди сортов вида *H. arborescens*.

Ключевые слова: гидропоника, адаптация к условиям *ex vitro*, высота растений, длина корневой системы

Исследования проводили на кафедре декоративного садоводства и газоноведения РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, в лаборатории биотехнологии растений и в лаборатории физиологии и иммунитета растений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук (ГБС РАН) в период 2020- 2024 гг. Этап адаптации микропобегов проводили в контролируемых условиях помещения фитотрона при лаборатории биотехнологии растений с температурой 23-25°C и влажностью 80%. Использовали гидропонную систему периодического затопления корневой зоны растений питательным раствором «AirCube Ebb & Flow». На сегодняшний день существует несколько технологий растений в условиях гидропоники: системы глубоководных культур или плавающей платформы (Deep Water Culture, DWC), техника питательного слоя (Nutrient Film Technique, NFT), техника глубинного потока (Deep Flow Technique, DFT), а также система подтопления (приливно-отливная – Ebb & Flow) [1]. Стеллажи системы оснащены светодиодными лампами LED bar 42W bloom. Регенеранты пересаживали в кассеты гидропонной установки, заполненные различными субстратами: минеральная вата (производитель «Эковер» плотность 0,1 г/ см³), агроперлит (фракция 1,25 мм) и кокосовый субстрат (фракция 1 мм). В качестве контроля использовали субстрат минеральную вату. Кассеты с регенерантами помещали в

культивационное помещение при температуре воздуха +22 °С, температуре раствора +20 °С, влажности воздуха – 85 %, pH раствора- 5,8, электропроводность (Е.С.)- 0,9 мС/см [2]. Адаптацию микрочеренков проводили в питательном растворе на основе комплексных удобрений фирмы «Буйские удобрения». Питательный раствор подавали 2 раз в сутки, в течение 15 минут затопления. На протяжении всей вегетации (30 суток) растения выращивали при 16-часовом световом периоде при освещении 3000 ЛК. Через 30 суток проводили учет жизнеспособных растений и фиксировали их морфометрические показатели (среднюю высоту растений, среднюю длину корней). Повторность опыта 2-х кратная по 12 растений в повторности.

Объектами исследований служили перспективные сорта гортензии различных видов: *H. paniculata*, *H. arborescens*, *H. macrophylla*.

Результаты исследований

Состав субстрата имеет важное значение на этапе адаптации микрорастений к нестерильным условиям [3]. Изучено влияние состава почвенного субстрата на адаптационную способность представителей рода *Hydrangea* L. Установлены результаты применения различных почвосмесей на приживаемость и жизнеспособность микрочеренков и их морфометрические показатели через месяц адаптации в условиях фитотрона. Наибольшей жизнеспособностью при адаптации микрочеренков в субстрате, содержащем верховой торф и перлит, обладали сорта: *H. arborescens* Sterilis (85%), *H. arborescens* Bella Anna (80%), *H. macrophylla* Bodensee (75%), *H. paniculata* Wim' s Red (72%), *H. macrophylla* Forever & Ever Blue (72%). Добавление агроперлита в грунт для адаптации регенерантов к нестерильным условиям благоприятно влияет на рост и развитие исследуемых сортов гортензии. При адаптации в условиях фитотрона наибольший процент прижившихся растений на всех вариантах опыта отмечен у сортов *H. arborescens* (79%), наименьший у сортов *H. paniculata* (65%). Выход жизнеспособных растений *H. macrophylla* составил 70%.

Альтернативный подход к этапу адаптации растений- регенерантов к условиям *ex vitro* связан с применением гидропонных установок [4]. Изучали возможность применения различных субстратов для адаптации растений гортензии в условиях гидропоники. Приживаемость растений- регенерантов через 30 дней после высадки на этап адаптации в гидропонную установку отражены на рисунке 1.

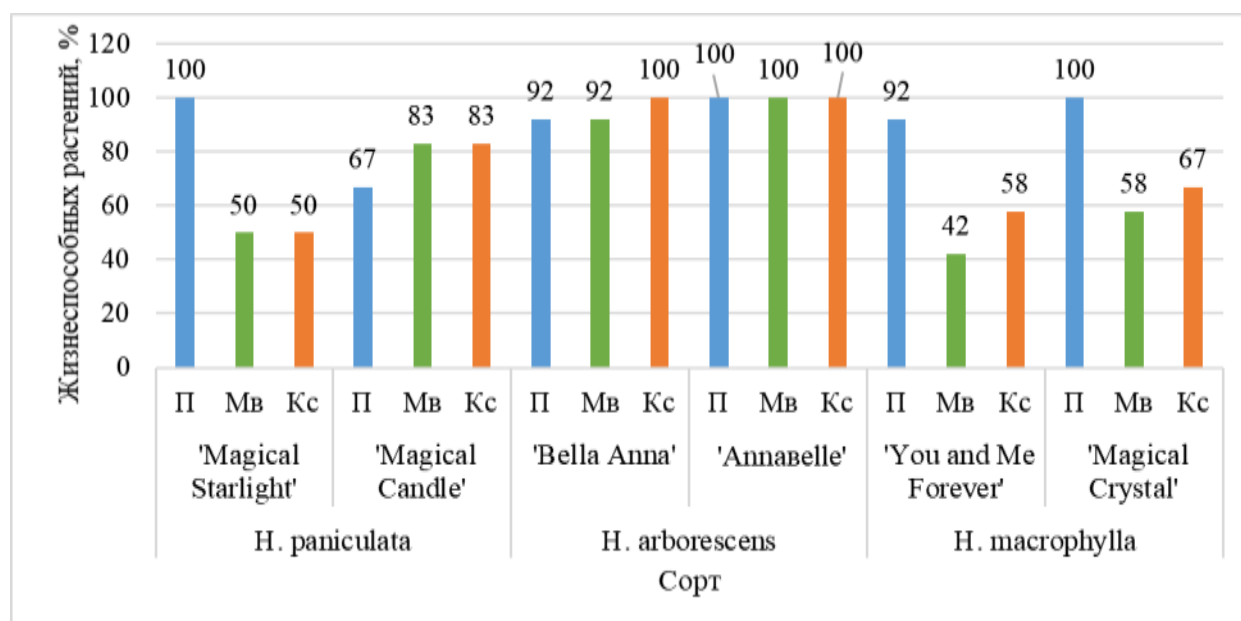


Рис. 1. Приживаемость растений- регенерантов сортов гортензии через 30 дней адаптации в гидропонной установке, %

Приживаемость растений- регенерантов через 30 дней после высадки в условия ex vitro составила 93% при применении в качестве субстрата агроперлита. Наименьший выход жизнеспособных эксплантов был получен при применении минеральной ваты - 67%. При применение кокосового субстрата жизнеспособность адаптированных растений составила 73%. Приживаемость с показателем 100% была отмечена при применении следующих субстратов у сортов *H. paniculata* 'Magical Starlight' – агроперлит, *H. arborescens* 'Bella Anna'- кокосовый субстрат, *H. arborescens* 'Annabelle'- на всех вариантах опыта, *H. macrophylla* 'Magical Crystal' при выращивании в агроперлите. Отмечено, что у исследуемых сортов *H. arborescens* доля жизнеспособных растений была максимальна независимо от выбора субстрата. Измеряли морфометрические показатели через 30 дней культивирования в условиях гидропоники (таблица 1).

Таблица 1

Влияние вида субстрата на морфометрические показатели растений регенерантов гортензии при адаптации в условиях гидропоники на 30-й день культивирования в зависимости от вида и сорта гортензии

Вид	Сорт	Субстрат	Высота растений, см	Длина корней, см
<i>H. paniculata</i>	'Magical Starlight'	П*	7,39±0,52****	9,3±0,31
		Мв**	1,22±0,42	2,11±0,13
		Кс***	1,55±0,58	5,2±0,22
	'Magical Candle'	П	5,74±0,70	6,4±0,20
		Мв	3,32±0,21	5,34±0,30
		Кс	4,89±0,34	7,8±0,23
<i>H. arborescens</i>	'Bella Anna'	П	6,47±0,59	4,75±0,36
		Мв	7,65±0,55	2,05±0,31
		Кс	4,17±0,82	8,56±0,76
	'Annabelle'	П	14,6±0,83	6,05±0,69
		Мв	7,98±0,79	4,6±0,15
		Кс	10,78±0,93	3,6±0,17
<i>H. macrophylla</i>	'You and Me Forever'	П	3,54±0,42	2,77±0,15
		Мв	1,8±0,13	0,9±0,07
		Кс	2,4±0,27	2,4±0,19
<i>H. macrophylla</i>	'Magical Crystal'	П	3,81±0,25	6,57±0,21
		Мв	2,57±0,79	2,42±0,21
		Кс	1,11±0,25	4,3±0,16

П*- агроперлит, Мв**- минеральная вата, Кс***- кокосовый субстрат, **** результаты выражены как среднее значение ± среднеквадратическое отклонение

Установлено, что среди всех исследуемых субстратов наиболее эффективным для развития корневой системы и надземной части регенерантов изученных сортов оказался агроперлит, наименее эффективным- кокосовый субстрат. Таким образом, в результате изучения адаптационной способности растений гортензии при культивировании в условиях гидропоники выявлено, что наиболее эффективным субстратом является агроперлит фракции 1,25 мм. Использование гидропонной установки при адаптации растений- регенерантов к нестерильным условиям дает возможность получения посадочного материала гортензии с развитой надземной частью и корневой системой за более короткий срок, чем при адаптации в условиях фитотрона.

Библиографический список

1. Aires, A. Hydroponic production systems: Impact on nutritional status and bioactive compounds of fresh vegetables / A. Aires // Vegetables - importance of quality vegetables to human health / IntechOpen. – 2018. – P. 55-66.

2. Kavana, G.B. Application of hydroponics and aeroponics in commercial flowers and ornamentals / G.B. Kavana // ResearchGate.—2023. —Р. 1-37.
3. Вечернина, Н.А. Адаптация растений-регенерантов с использованием гидропоники / Н.А. Вечернина, О.К. Таварткиладзе, И.Д. Бородулина, А.А. Эрст // Известия Алтайского государственного университета. — 2008. — № 3. — С. 7-10.
4. Деменко, В.И. Микрклональное размножение садовых растений: учебное пособие / В.И. Деменко. — М.: ФГОУ ВПО РГАУ - МСХА им. К. А. Тимирязева, 2007. — 55 с.

УДК 633.852.73

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА РАЗВИТИЕ УКОРЕНЕННЫХ ЧЕРЕНКОВ ПРИ ДОРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

Ануфриев Станислав Эдуардович, аспирант кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nice.adaev@list.ru

Раджабов Агамагомед Курбанович, профессор кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, plod@rgau-msha.ru

Аннотация: Опыт проводился на сорте маслины Никитская крупноплодная. Применение регуляторов роста приводит к существенному увеличению развитости надземной части и корневой системы саженцев маслины. Наиболее высокий эффект был достигнут в варианте с обработкой растворами препарата Нв101.

Ключевые слова: Маслина, укорененные черенки, доращивание саженцев, регуляторы роста.

Введение. Выращивание маслины в Крыму имеет древнюю историю. В некоторых районах Крыма почвенно-климатические условия близки к климату Средиземноморья – родине маслины и поэтому успешно культивировалась и давала продукцию, не уступающую продукции получаемой в других регионах земного шара. [1, 2]. В последние десятилетия интерес к культуре маслины в Крыму также возрастает в связи с улучшением термического режима климата, что имеет значение для повышения урожайности и качества продукции из маслины [3]. Изменяются условия выращивания оливок и в других регионах Средиземноморья. Вместе с тем отмечается большой адаптационный потенциал маслины к условиям выращивания [4]. Успешное культивирование маслины в большой степени зависит от правильного подбора сортов, которые имеют высокий потенциал адаптивности в данной местности. Селекционная работа и комплексное изучение проявления биологических и хозяйственных признаков этих генотипов позволяет не только получить насаждения с высокой продуктивностью, но и повысить устойчивость культуры к неблагоприятным факторам среды, вредителям и болезням и соответственно повышаются возможности успешной культуры маслины [5].

Для более широкого использования маслины в производстве необходимо производить достаточное количество качественного посадочного материала. Маслина относится к относительно трудноукореняемым культурам. На укореняемость черенков маслины положительное влияние оказывают ряд факторов: применение стимуляторов укоренения, подбор оптимального субстрата при укоренении, соблюдение оптимальных режимов влажности и температуры, правильный выбор срока черенкования и др. [6,7]. Вместе с тем важное значение имеет разработка приемов доращивание укорененных черенков до стандартных саженцев

Целью наших исследований явилось изучение влияние различных регуляторов роста на развитие укорененных саженцев маслины при их доращивании в теплице.

Методика исследования. Маточные плодоносящие растения произрастают в коллекционном участке на научно-производственной площадке селекционно-семеноводческого центра Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского.

Заготовка черенков проводилась в опыте 4 в мае. Длина черенков 12–15 см, диаметр 5–8 мм, количество узлов 3–4, листья на нижних узлах удаляли, а на верхнем узле сохраняли. Повторность 5 кратная, в повторности 20 черенков. Во всех вариантах перед посадкой нижние концы черенков обрабатывали раствором ИМК в концентрации 40 мг/л в течение 12 часов. Затем черенки были высажены в вегетационный модуль. Вегетационный модуль позволяет обеспечивать необходимые условия температуры, влажности и освещенности. После 45 дней укоренения укорененные черенки высаживали в контейнеры и доращивали до стандарта в теплицах. В опыте изучали влияние различных регуляторов роста циркона, препарата Нв- 101 и эпин-экстра. Концентрации регуляторов роста: циркона 15 мл/10л воды, препарата Нв- 101 – 6 мл на 10 литров воды, а эпин-экстра 6 мл на 10 л./воды. Объект опыта сорт Никитская крупноплодная. Обработка проводилась методом опрыскивания саженцев.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что используемые в опыте регуляторы роста оказали существенное влияние на развитие надземной части и корневой системы саженцев маслины (Таблица 1 и 2, Рисунок 1 и 2)).

Применение регуляторов роста повлияло на количество развившихся на саженцах побегов, длину главного побега, общую длину прироста побегов и облиственность саженцев маслины (Таблица 1, рисунок – 1).

Длина главного побега увеличилась по сравнению с контролем в опытных вариантах на 29–49 %, По всем этим показателям преимущество имел вариант с применением Нв101. Несколько ниже эффект от применения циркона и эпин – экстра, однако и в этих вариантах общая длина прироста саженцев была выше по сравнению с контролем на примерно на 55 %.

Таблица 1

Влияние регуляторов роста на развитие надземной части саженцев маслины при доращивании

№ п/п	Вариант	Число побегов, шт.	Длина главного побега, см	Число боковых побегов, шт.	Средняя длина бокового побега, см	Общая длина прироста, см	Количество листьев, шт.
1	Контроль	2	18,1	2,0	11,1	40,3	30,2
2	Циркон	6	23,3	6,0	6,5	62,3	53,8
3	Нв101	8	27,0	7,3	7,3	80,3	72,4
4	Эпин-экстра	8	25,0	6,3	6,1	63,4	52,2
	НСР05		3,72	1,93	3,54	9,88	7,45

Обработка регуляторами роста привела к значительному повышению фотосинтетического потенциала – количество листьев в опытных вариантах по сравнению с контролем увеличилось на 79–140 %.



Рисунок 1 - Саженцы маслины: слева – контроль, справа обработка Нв101

Существенное влияние регуляторы роста оказали на развитие корневой системы саженцев маслины (таблица 2). Существенно увеличилось в опытных вариантах количество корней 1- го и 2-го порядка, общая протяженность корневой системы. Число корней 1 порядка увеличилось при применении регуляторов роста на 15- 34 %, их общая длина на 22- 55 %, число корней второго порядка на 76-185 %. Суммарная длина корней в варианте с применением Нв101 была выше по сравнению с контролем в 1,6 раза. Положительное влияние регуляторов роста на формирование корневой и надземной систем саженцев маслины объясняется очевидно стимулированием регенерационных процессов, также повышением сопротивляемости стрессовой ситуацией, обусловленной пересадкой укорененных черенков и нахождением их в условиях меньшей влажности и температуры.

Таблица 2

Влияние регуляторов роста на развитие корневой системы саженцев маслины при доращивании

№ п/п	Вариант	Число корней 1 порядка, шт.	Общая длина корней 1 порядка, см	Средняя длина корней 1 порядка, см	Число корней 2 порядка, см	Общая длина корней 2 порядка, см	Средняя длина корней 2 порядка, см	Общая длина корневой системы, см
1	Контроль	18,4	414,7	23,5	8,2	53,6	6,7	467,6
2	Циркон	21,9	525,2	25,4	16,3	69,8	4,3	593,8
3	Нв101	24,6	644,5	28,7	23,4	101,2	4,4	745,0
4	Эпин-экстра	21,2	504,6	24,9	14,4	58,8	4,2	562,8
	НСР05	2,55	35,85	4,12	6,25	21,38	н/с	26,74

Заключение

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Обработка регуляторами роста укорененных черенков при их доращивании в теплицах приводит к существенному увеличению числа развившихся побегов, суммарной длины прироста и площади листовой поверхности саженцев
2. Обработка регуляторами стимулирует развитие корневой системы саженцев: увеличивается число корней и длина первого и второго порядка, общая длина корневой системы саженцев.

3. Наиболее развитые саженцы были получены при обработке растворами препарата Нв101.

Библиографический список

1. История крымских оливок. – Москва, 2023. –URL: <https://dzen.ru/a/ZC1lm5kfUyTANUXB> (дата обращения 2.02.2025).
2. А.В. Паштецкая, Н.Н. Бакова, А.Е. Палий, А.Н. Карпова. Органолептические и физико-химические характеристики оливкового масла полученного в условиях южного берега Крыма. *Plant Biology and Horticulture: theory, innovation* . 2020. No 4 (157) 83. DOI: 10.36305/2712-7788-2020-4-157-83-93. ISSN 2712-7788
3. Л.Ф. Мязина, Т.Б. Губанова. Влияние некоторых климатических факторов на урожайность маслины европейской (*Olea europaea* L.) .Бюллетень ГНБС. 2018. Вып. 128. Стр. 136-142. ISSN 0513-1634, DOI: 10.25684/NBG.boolt.128.2018.18
4. Nteve GM, Kostas S, Polidoros AN, Madesis P, Nianiou-Obeidat I. Adaptation mechanisms of olive tree under drought stress: The potential of modern omics approaches. *Agriculture*. 2024;14:579. DOI: 10.3390/agriculture14040579;
5. Мязина Л.Ф. Генофонд маслины в Никитском ботаническом саду и основные направления селекционной работы / Мязина Л.Ф., Шишкина Е.Л.// Сб. статей. Междун. научно-практич. конф.: Современная наука: Теоретический и практический взгляд. – 2016. – Часть 4. – С. 56-59
6. Мязина Л. Ф. Некоторые аспекты вегетативного размножения маслины европейской в Никитском ботаническом саду // *Селекция и сорторазведение садовых культур*. 2018. Т. 5. № 1. С. 76-79.
7. Раджабов А.К., Ануфриев С.Э. Разработка элементов технологии размножения маслины (*Olea europaea* L.) в условиях вегетационного модуля. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025;1(2):72-83. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2025-2-72-83>.

УДК 631.527.8

РАЗНООБРАЗИЕ ОСНОВНЫХ ТРАНСКРИПЦИОННЫХ МОРФОГЕННЫХ ФАКТОРОВ РАСТЕНИЙ

Бакулин Семен Дмитриевич, аспирант кафедры молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, bakulinsd@yandex.ru

Монахос Сократ Григорьевич, профессор кафедры молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, s.monakhos@rgau-msha.ru

Брускин Сергей Александрович, доцент ФГБУН «Институт общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН», brouskin@vigg.ru

Аннотация: Рассмотрено разнообразие морфогенных транскрипционных факторов растений, кратко описано их функциональное значение в растениях, приведены примеры их использования при разработке подходов трансформации сельскохозяйственных культур для задач селекционного процесса.

Ключевые слова: морфогены, транскрипционные факторы, WUSCHEL, BBM, GRF-GIF.

Современная мировая селекция многих сельскохозяйственных культур пользуется молекулярно-генетическими методами. Один из них – трансформация растений с целью получения трансгенных регенерантов с точечными изменениями в собственном геноме. Процесс трансформации большинства растений сложен. Одна из основных проблем – низкая степень регенерации трансформированных тканей, а иногда и полное ее отсутствие. Для

решения данной проблемы существует два подхода: использование фитогормональных регуляторов роста (экзогенные регуляторы роста) и регуляция экспрессии особых транскрипционных факторов, управляющих морфогенезом растений (эндогенные регуляторы роста) [1].

Морфогенные факторы (морфогены) – гены растений, чья эктопическая экспрессия способна инициировать морфогенез. Транскрипционные морфогенные факторы играют ключевую роль в регуляции развития растений, контролируя процессы эмбриогенеза, органогенеза, регенерации и клеточной пролиферации. Их использование в генетической трансформации и редактировании генома позволяет ускорять регенерацию трансгенных растений, повышать эффективность редактирования и создавать культуры с улучшенными агрономическими признаками [2].

К морфогенным факторам относят такие гены, как *WUSCHEL*, *WOX*, *GRF*, *GIF*, *BBM*, *WIND1*, *LEC*, *WIND1*, *PLT*, *LEC*, *ESR*, *RKD*, *DOF*, а также иногда гены бактерий *ipt*, *rol* и особые морфогенные пептиды REF1.

WUSCHEL (WUS) и *WOX* (*WUSCHEL-RELATED HOMEODOMAIN*). Факторы семейства *WUS/WOX* регулируют пролиферативную активность апикальных меристем.

WUS поддерживает плюрипотентность клеток центральной зоны меристемы побега, а *WOX*-гены (например, *WOX5*) контролируют развитие корневой меристемы.

WUS и *WOX5* используются для улучшения регенерации *in vitro* и повышения эффективности генетической трансформации [3].

Комбинация *WUS2* с цитокининами позволяет индуцировать соматический эмбриогенез у трудно трансформируемых видов [4].

GRF (*GROWTH-REGULATING FACTOR*) и *GIF* (*GRF-INTERACTING FACTOR*). Факторы *GRF* (например, *AtGRF5*) и их ко-активаторы *GIF* (например, *GIF1*) регулируют пролиферацию клеток и размер листовых пластинок. Экспрессия *GRF-GIF* комплексов повышает эффективность трансформации устойчивых к данной манипуляции культур [5].

BBM (*BABYBOOM*). Данный фактор регулирует процессы эмбриогенеза, поддержания меристем зародыша, участвует в раннем росте и развитии корешка и почечки зародыша. *In vitro* способствует повышению эффективности побегообразования и ризогенеза [6].

LEC (*LEAFY COTYLEDON*). *LEC1/2* контролирует накопление запасных веществ, и в меньшей степени процессы эмбриогенеза. *LEC2* используется для индукции соматического эмбриогенеза у каллусных культур [3].

WIND1 (*WOUND INDUCED DEDIFFERENTIATION 1*). *WIND1* активирует дедифференцировку клеток в ответ на повреждение, способствуя каллусообразованию. Применяется для повышения эффективности генетической трансформации у трудно регенерируемых видов [7].

PLT (*PLETHORA*). Гены *PLT* (например, *PLT1*, *PLT2*) регулируют меристемы корня. *PLT*-факторы, подобно *BBM*, запускают эмбриогенез, но действуют, больше влияя на корневой полюс развития. Показано, что сверхэкспрессия *PLT5* усиливает способность клеток к образованию каллуса и побегов на ранах стебля.

ESR (*EMBRYO SURROUNDING REGION*). Регулирует ранний эмбриогенез, а также побегообразование. *ESR1* используется для повышения частоты соматического эмбриогенеза, особо проявляя эффективность при совместном использовании с *WUSCHEL*.

RKD (*RWP-RKD DOMAIN*). *RKD* – большое семейство генов, участвующие как в процессах формирования симбиоза с бактериями, так и в процессах эмбриогенеза. Чаще используется для повышения регенерационной способности при трансформации однодольных.

DOF (*DNA-BINDING WITH ONE FINGER*). Факторы *DOF* (например, *DOF5.6*) метаболизм азота и степень экспрессии генов, отвечающих за формирование меристем корня и побега.

В качестве морфогенного фактора иногда рассматривают некоторые онкогены агробактерий (*Agrobacterium* Conn syn. *Rhizobium* Frank). Ген *ipt*(ISOPENTENYLTRANSFERASE) кодирует фермент биосинтеза цитокининов, повышая побегообразование у растений [1]. Гены *rolB/rolC* применяются для усиления корнеобразования [2].

Также к морфогенным факторам иногда причисляют белок REF1 (REGENERATION FACTOR 1). REF1, соединяясь с рецептором PORK1, способствует регенерации побегов *in vitro*, запуская экспрессию *WIND1*.

Транскрипционные морфогенные факторы позволяют преодолеть ключевые ограничения естественной трансформации и получения большого количества регенерантов даже в случае со сложными культурами. Применение морфогенов ускоряет регенерацию, повышает эффективность CRISPR-Cas9 и способствует созданию новых сортов с улучшенными признаками.

Библиографический список

1. Kshetry A. O. Shoot at Site: Advancing *in planta* transformation, regeneration and gene-editing through a cascade of wounding-mediated developmental regulators / Ghose K., Alok A. Devkar V., Raman V., Stupar R. M., Herrera-Estrella L., Zhang F., Patil G. B. // bioRxiv. – 2025.
2. Gordon-Kamm B. Using Morphogenic Genes to Improve Recovery and Regeneration of Transgenic Plants / Gordon-Kamm B., Sardesai N., Arling M., Lowe K., Hoerster G., Betts S., Jones T. // Plants – 2019. – Vol. 8. – № 38.
3. Lowe K. Morphogenic Regulators *Baby boom* and *Wuschel* Improve Monocot Transformation / Lowe K., Wu E., Wang N., Hoerster G., Hastings C., Cho M. J., Scelonge C., Lenderts B., Chamberlin M., Cushatt J., Wang L., Ryan L., Khan T., Chow-Yiu J., Hua W., Yu M., Banh J., Bao Z., Brink K., Igo E., Rudrappa B., Shamseer P. M., Bruce W., Newman L., Shen B., Zheng P., Bidney D., Falco C., Register J., Zhao Z. Y., Xu D., Jones T., Gordon-Kamm W. // Plant Cell. – 2016. – Vol. 28. – № 9.
4. Mookkan M. Selectable marker independent transformation of recalcitrant maize inbred B73 and sorghum P898012 mediated by morphogenic regulators BABY BOOM and WUSCHEL2 / Mookkan M., Nelson-Vasilchik K., Hague J., Zhang Z. J., Kausch A. P. // Plant Cell Reports. – 2017. – Vol. 36. – № 9.
5. Debernardi J. M. A GRF-GIF chimeric protein improves the regeneration efficiency of transgenic plants / Debernardi J. M., Tricoli D. M., Ercoli M. F. Hayta S., Ronald P., Palatnik J. F., Dubcovsky J. // Nature Biotechnology. – 2020. – Vol. 38. – № 11. P. 1274–1279.
6. Maher M. F. Plant gene editing through de novo induction of meristems / Maher M. F., Nasti R. A., Vollbrecht M., Starker C. G., Clark M. D., Voytas D. F. // Nature Biotechnology. – 2020. – Vol. 38. – № 1. P. 84–89.
7. Iwase A. *WIND1*-based acquisition of regeneration competency in *Arabidopsis* and rapeseed / Iwase A., Mita K., Nonaka S., Ikeuchi M., Koizuka C., Ohnuma M., Ezura H., Imamura J., Sugimoto K. // Journal of Plant Research. – 2015. – Vol. 128. – № 3. P. 389–397.

УДК 634.1076

МОНИТОРИНГ УРОЖАЙНОСТИ ВЕДУЩИХ СОРТОВ ЯБЛОНИ В УСЛОВИЯХ ГУБА-ХАЧМАССКОЙ ЗОНЫ АЗЕРБАЙДЖАНА

Гасымзаде Ниджат Ниязи оглы, аспирант кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, gasymov_n95@mail.ru

Аннотация: В течение 7 лет проводился мониторинг урожайности наиболее распространенных коммерческих сортов яблони в условиях Губа-Хачмасской экономической зоне р. Азербайджан. Установлены закономерности изменения продуктивности в зависимости сорта, года исследования.

Ключевые слова: Яблоня, урожайность, мониторинг.

Введение Промышленное садоводство является одной из ключевых отраслей агропромышленного комплекса, на развитие которой обращается особое внимание в нашей стране и странах Ближнего зарубежья. Производство и потребление продукции садоводства содержащей много ценных для организма человека витаминов и других веществ является важным фактором сохранения и укрепления здоровья. В нашей стране реализуются федеральные и региональные программы развития садоводства и питомниководства, государство субсидирует создание новых садов. Несмотря на большие усилия и имеющиеся природно-климатические возможности объемы производства и обеспеченность продукцией садоводства, в том числе и яблок в соответствии с нормами потребления до настоящего времени недостаточна и идут поиски стабилизации продуктивности садов [1-4].

Ключевым индикатором соответствия природно-климатических и технологических условий выращивания потребностям растений является урожайность. Разные сорта по-разному реагируют на почвенные, климатические и технологические условия в садовых ценозах [5].

В этой связи важное значение имеют исследования, посвященные мониторингу состояния и продуктивности садов в течение ряда лет. В последние годы приобретают все большее внимание исследователей привлекают дистанционные методы мониторинга состояния многолетних насаждений и возможности их использования для прогнозирования [6-7].

Целью наших исследований явилось изучение многолетней продуктивности ведущих коммерческих сортов яблони в условиях Губа-Хачмасской экономической зоны р. Азербайджан и установление возможности использования этих данных для прогнозирования.

Методика исследования. Опытная работа проводится в интенсивном саду ООО Союзагроконтракт, заложенном в северо-восточной Губа-Хачмасской экономической зоне р. Азербайджан. В исследование были включены широко распространенные коммерческие сорта яблони: Гала, Голден Делишес, Фуджи, Грани Смит, Джойс, Голден Парси, Ариана. Сорта привиты на подвой М-9, схема посадки деревьев 4мх1м, растения сформированы по типу стройное веретено. Культура ведется на вертикальной шпалере высотой 4 м. Учеты и наблюдения проводили по общепринятым в садоводстве методам.

Результаты и их обсуждение. Наши исследования показали, что урожайность изучаемых сортов подвержена изменению как по годам наблюдений, так и по сортам (Таблица 1). Средняя урожайность по всем изучаемым сортам за 7 лет наблюдений составила 621,78 ц/га. При этом по годам этот показатель изменялся от 536,60 ц/га (2023 год) до 1004,0 (2024г). Следует также отметить, что 2018 по 2023 год колебания средней урожайности по всем изучаемым сортам были незначительными – разница между максимальной и минимальной урожайностью составила всего около 121 ц/га. Это свидетельствует о достаточно благоприятных условиях для культуры яблони в данной зоне, отсутствии серьезных повреждающих растение и урожай факторах в течение периода покоя и вегетации, не подверженности сортов к периодичности плодоношения. Максимальная урожайность за изучаемый период была установлена в 2024 году.

Таблица 1

Урожайность сортов яблони в условиях Губа-Хачмасской зоны р. Азербайджан, ц/га

Сорт	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Гала	633,37	600,27	617,39	588,79	571,27	488,29	939,96
Голден	846,08	672,44	679,02	660,06	676,68	549,86	973,34
Фуджи	526,84	413,74	448,24	404,50	506,72	467,32	882,44
Грани Смит	618,03	663,67	715,27	711,93	699,47	438,60	1031,00

Джойс	520,00	576,70	350,80	857,50	639,50	561,80	1048,5
Голден Парси	569,02	620,19	533,04	784,72	669,49	500,20	1039,75
Ариана	560,00	672,50	510,20	598,80	641,60	750,10	1113,00
Среднее	610,47	602,79	550,57	658,04	629,25	536,60	1004,00

При сравнительном изучении продуктивности отдельных сортов выявлено максимальную среднюю урожайность за все годы показал сорт Голден делишес (722,11 ц/га), а наименьшую – сорт Голден парси (435,95 ц/га). При сравнении средней урожайности по всем годам исследований минимальный результат отмечен в 2023 году (536,60 ц/га). Разница между максимальной и минимальной урожайностью была самой высокой у сортов Ариана, Грани Смит и Голден парси: 603, 593 и 528 соответственно.

При сравнительном анализе средней продуктивности отдельных сортов за семь лет наиболее высокую урожайность продемонстрировал сорт Голден делишес 722,18 ц/га, затем Грани Смит – 696,9 ц/га, Ариана – 692,3 ц/га. Минимальную среднюю урожайность продемонстрировали сорта Фуджи 515,92 ц/га и Голден Парси – 435,95 ц/га.

Исследования продолжаются в направлении применения дистанционных технологий для оперативного мониторинга яблоневого сада и установления взаимосвязей между вегетационным индексом (индекса NDVI) и урожайностью изучаемых сортов.

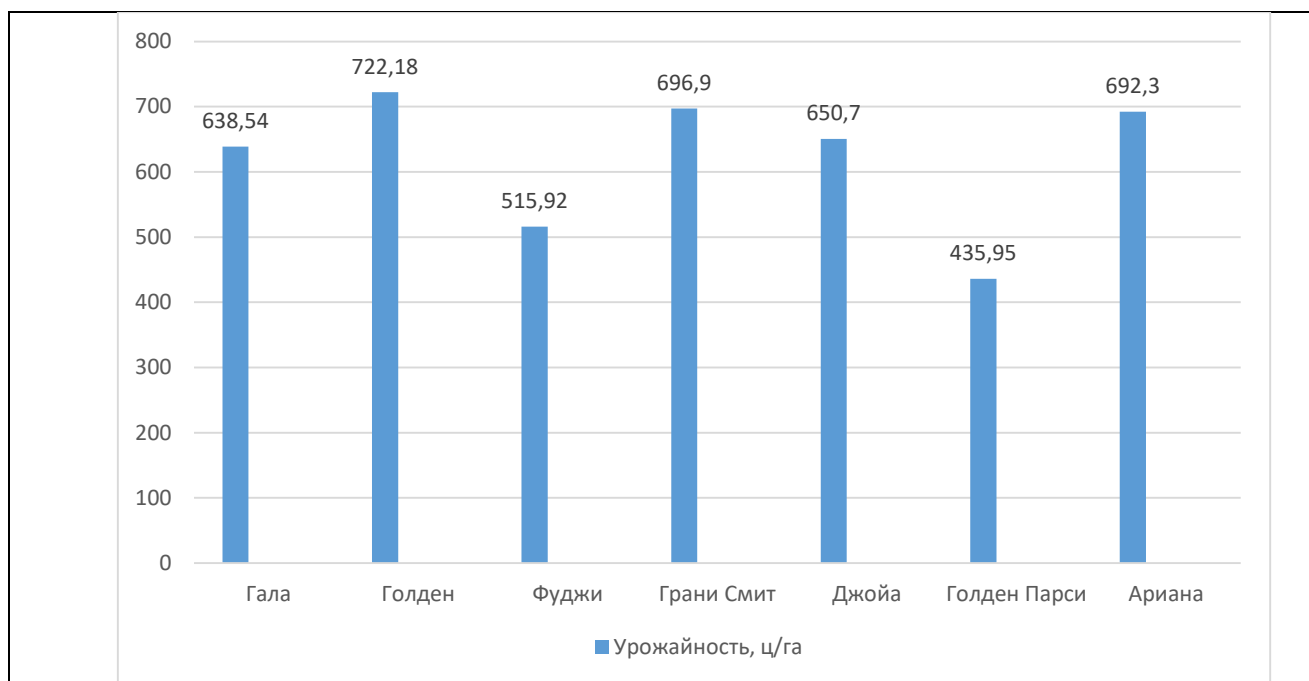


Рисунок . Урожайность ведущих сортов яблони в условиях Губа-Хачмасской зоне р. Азербайджан зоны Азербайджана (среднее 2018-2024 гг)

Закключение:

1. Средняя урожайность по ведущим сортам яблони в условия Губа-Хачмасской зоны Азербайджана составляет более 60 т с га и имеет незначительные колебания по годам, что свидетельствует о благоприятных условиях для садоводства в данной зоне и соответствии этих условий требованиям ведущих коммерческих сортов
2. 2024 год характеризовался наиболее высокой продуктивностью культуры яблони, средняя урожайность составила более 100 т/га
3. Суммарно за 7 лет наблюдений наиболее высокую продуктивность продемонстрировали сорта Голден делишес, Грани Смит, Ариана, низкую - Фуджи и Голден парси.

Библиографический список

1. Григорьева, Л.В. Факторы повышения продуктивности яблоневых насаждений // Садоводство и виноградарство. – 2002. – № 4. – С. 3-5.
2. Куликов И.М., Минаков И.А. Проблемы и перспективы развития садоводства в России // Садоводство и виноградарство. – 2018 – № 6 – С. 40-46.
3. Муханин, В.Г., Муханин Н.В., Григорьева Л.В. Проблемы перевода отечественного садоводства на интенсивный путь развития // Садоводство и виноградарство. – 2001. – № 1. – С. 2-4;
4. Гудковский, В.А. Современные сады яблони с высокой плотностью посадок в Западной Европе // Садоводство и виноградарство. – 1999. – № 5-6. – С. 19-22;
5. Егоров Е.А., Причко Т.Г., Ульяновская Е.В., Попова В.П., Артюх С.Н., Подгорная М.Е., Фоменко Т.Г., Ефимова И.Л., Шадрин Ж.А. Перспективные сорта и технологии возделывания яблони в условиях юга России. – Краснодар: ФГБНУСКФНЦСВВ, 2018. – 79 с.
6. А.С. Моренец, И.Ю. Савин, И.А. Драгавцева, И.С. Козубенко. Потенциальные возможности использования временных серий индекса NDVI по данным MODIS для оперативного мониторинга абрикосового сада. Ж. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 3. С. 127-135;
7. Pujar D. U., Pujar U. U., Shruthi C. R., Wadagave A., Chulaki M. Remote sensing in fruit crops // J. Pharmacognosy and Phytochemistry. 2017. V. 6(5). P. 2479–2484

УДК 635.521

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КОЧАННОГО САЛАТА В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО ГРУНТА КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Горликов Владимир Алексеевич, аспирант кафедры овощеводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, gorlik20120@gmail.com

Воробьев Михаил Владимирович, доцент кафедры овощеводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, vorobyov@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье изучено влияние конвенциональной, органической и биодинамической систем земледелия на урожайность и качество кочанного салата в Калужской области. Конвенциональная система дала наибольшую урожайность. Органическая и биодинамическая системы улучшали качество продукции — снижали нитраты, повышали сухие вещества и сумму сахаров.

Ключевые слова: кочанный салат, урожайность, качество продукции, нитраты, сухое вещество.

Введение. Кочанный салат (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.) — важная овощная культура, широко выращиваемая в условиях открытого грунта Калужской области. Приоритетными задачами являются повышение урожайности и улучшение качества продукции, отвечающей требованиям безопасности и вкусовым предпочтениям потребителей.

Конвенциональная система земледелия ориентирована на максимизацию урожайности с помощью минеральных удобрений и пестицидов. Органическая система исключает синтетические препараты и базируется на органических удобрениях и биологических методах защиты [1]. Биодинамическая система дополнительно использует специальные биодинамические препараты, влияющие на физиологию растений.

Цель исследования — оценить влияние трёх систем земледелия на урожайность и основные показатели качества кочанного салата в условиях открытого грунта Калужской области.

Материалы и методы. Исследования проводились в 2024 году на опытных участках Калужской области ООО «ДИК» и Биодинамической фермы Алексея Жарова. Почва участка – дерново-подзолистая, среднесуглинистая, со следующими агрохимическими показателями (средние значения): pH 5.8, содержание гумуса (по Тюрину) – 2.1%, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 18 мг/100г почвы, обменного калия (по Кирсанову) – 12 мг/100г почвы. Климат района умеренно-континентальный с неустойчивым увлажнением. Сумма активных температур ($>10^{\circ}\text{C}$) за вегетационный период составляет 1800-2000 $^{\circ}\text{C}$.

Объектом исследования являлся кочанный салат сорта «Альтозанас», селекции ООО «Райк Цваан Русь».

Посев семян на рассаду проводили в третьей декаде апреля в защищенном грунте. Рассадку кочанного салата выращивали в кассетах (ячейка 5x5 см) в течение 30 дней. Высадка рассады в открытый грунт проводилась в фазе 4-5 настоящих листьев. Способ размещения – ленточный, четырехстрочный. Расстояние между строчками 35 см, между растениями в строчке 35 см, между лентами 80 см. Повторность – трехкратная. Площадь учетной делянки – 50 м². Размещение делянок – рендомизированное.

Опыт включал три варианта системы земледелия:

1. Конвенциональная система. Основана на применении минеральных удобрений и синтетических пестицидов для контроля вредителей, и болезней количество минеральных удобрений соответствовало 125 кг/га⁻¹ для азота, 134 кг/га⁻¹ для фосфора и 14 кг/га⁻¹ для калия.

2. Органическая система. Исключает применение синтетических удобрений и пестицидов, основана на использовании органических удобрений и биологических методов защиты растений.

3. Биодинамическая система. Основана на принципах органического земледелия с применением специальных биодинамических препаратов, приготовленных из растительного, животного и минерального сырья.

Урожайность оценивали по массе кочанов и морфометрическим параметрам: диаметр, высота, объём, средняя масса и плотность кочана. Качество оценивали по содержанию нитратов (мг/кг), сухих веществ (%), сумма сахаров (%) и органолептическая оценка (5-балльная шкала).

Содержание нитратов определяли с помощью цифрового тестера нитратов «Greentest». Содержание сухого вещества определяли путём измельчения образцов кочана, их высушивания в сушильном шкафу при температуре 60 $^{\circ}\text{C}$ до постоянной массы и определения разницы в массе до и после высушивания. Содержание сахара определяли колориметрическим анализом, основанным на изменении окраски раствора глицерата меди при кипячении с вытяжками сахаров.

Предполагается, что органическая и биодинамическая системы земледелия способствуют улучшению качественных характеристик кочанного салата по сравнению с конвенциональной системой [2]. В частности, ожидается снижение содержания нитратов и повышение содержания сухих веществ и суммы сахаров в вариантах с органической и биодинамической системами, что связано с улучшением биологической активности почвы и более сбалансированным питанием растений. Это положительно влияет на безопасность и вкусовые качества продукции.

Ожидается, что органическая система будет обеспечивать более высокую органолептическую оценку продукции за счёт снижения нитратного напряжения и улучшения вкусовых свойств, а биодинамическая — повышенное содержание сухих веществ и сбалансированные качественные показатели благодаря применению специальных биодинамических препаратов [3]. Конвенциональная система, несмотря на максимальную урожайность, характеризуется повышенным содержанием нитратов и несколько худшими органолептическими характеристиками.

Результаты исследований. В условиях современных требований к безопасности и качеству овощной продукции выбор системы земледелия должен учитывать приоритеты

производства: максимальную урожайность или улучшенное качество продукции. Данные, полученные в ходе исследования влияния систем земледелия на урожайность кочанного салата, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры урожайности кочанного салата в зависимости от системы земледелия

Система земледелия	Диаметр кочана, см	Высота кочана, см	Средняя масса, г	Урожайность, кг/м ²
Конвенциональная	38±0.8	26±0.5	460±15	4.6±0.2
Органическая	36±0.7	24.5±0.4	410±12	3.2±0.2
Биодинамическая	36.5±0.6	25±0.4	420±0.8	2.9±0.2

Конвенциональная система дала наивысшую урожайность, что связано с интенсивным внесением минеральных удобрений. Органическая и биодинамическая системы характеризовались меньшими размерами и массой кочанов. Показатели качества кочанного салата представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели качества кочанного салата.

Система земледелия	Содержание нитратов, мг/кг	Содержание сухого вещества, %	Содержание суммы сахаров, %	Органолептическая оценка, баллы
Конвенциональная	340±15	5.1±0.2	1.7±0.1	4±0.1
Органическая	190±10	5.7±0.3	2.3±0.1	4.4±0.1
Биодинамическая	200±12	6.3±0.2	2.2±0.1	4.3±0.2

Органическая система обеспечила наименьшее содержание нитратов и высокие показатели сухих веществ и суммы сахаров, что положительно влияет на вкус и безопасность продукции. Биодинамическая система характеризовалась схожими показателями качества, с небольшим преимуществом по сухим веществам, что связано с применением биодинамических препаратов. Конвенциональная система уступала по качественным параметрам, несмотря на высокую урожайность.

Заключение. Исследование показало, что конвенциональная система земледелия обеспечивает максимальную урожайность кочанного салата в условиях открытого грунта Калужской области. Однако органическая и биодинамическая системы способствуют улучшению качественных характеристик продукции: снижению содержания нитратов, повышению сухих веществ и суммы сахаров, а также улучшению органолептических свойств. Органическая система выделяется более низким содержанием нитратов и лучшей органолептической оценкой, а биодинамическая — повышенным содержанием сухих веществ и сбалансированными качественными характеристиками. Выбор системы земледелия должен базироваться на приоритетах производства: максимальная урожайность или улучшенное качество продукции

Библиографический список

1. Скорина В.В., Бобкова О.Н. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО САЛАТА ПОСЕВНОГО (*LACTUCA SATIVA* L.) // Овощеводство. 2020;28:136-142.
2. Матьян В.А., Пищевые и биологические характеристики кочанного салата и технологии его выращивания // Аграрная наука. 2020. Т. 10, № 6. С. 94-99.
3. Белов И.В., Федоров, С.А., Оптимизация агрономических условий для повышения урожайности салата в умеренном климате // Земледелие и агрономия. 2019. Т. 20, № 1. С. 44-50.

ВЛИЯНИЕ СЕМЕННОГО ПРОТРАВЛИВАНИЯ КАПУСТНЫХ ЗЕЛЕННЫХ КУЛЬТУР *ERUCA SATIVA* MILL. И *BRASSICA JUNCEA* (L.) CZERN НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕЛЕННЫХ КАПУСТНЫХ КУЛЬТУР, ПОВРЕЖДАЕМЫХ ВРЕДИТЕЛЯМИ

Земяхин Михаил Сергеевич, аспирант кафедры овощеводства ФГБОУ РГАУ МСХА им. К. А. Тимирязева, Sun-Tci@yandex.ru

Терехова Вера Ивановна, к.с.-х.н., доцент кафедры овощеводства ФГБОУ РГАУ МСХА им. К. А. Тимирязева, v_terekhova@rgau-msha.ru

Аннотация: Защита сельскохозяйственных культур в настоящее время невозможна без применения пестицидов. В связи с этим, актуальным становится поиск способов максимально эффективных методов подавления фитофагов, оставляющих растительную продукцию безопасной для потребления, в частности, при выращивании таких зеленых овощных культур как (*Eruca sativa* MILL.) и сарептская горчица (*Brassica juncea* (L.) Czern), где недопустимо большинство методов защиты растений из-за стандартов качества. Целью работы является изучение влияния семенного инсектицидного протравителя «Табу Нео» на урожайность культур индау посевного и сарептской горчицы типичными для них вредителями. Исследования были проведены в условиях открытого грунта опытного поля на территории Учебно-Научно-Производственного Центра Садоводства и овощеводства имени В.И. Эдельштейна в 2023 и 2024 годах.

Ключевые слова: индау посевной, сарептская горчица, зеленые культуры, инкрустация, протравитель.

Введение. Несмотря на растущие темпы экологизации методов борьбы с вредителями и патогенами и внедрение технологий интегрированной системы защиты растений, спрос на химические средства воздействия остается высоким. Игнорирование мероприятий подобного рода может приводить к потерям до 50% урожая [3].

Для борьбы с вредителями всходов культур частое применение находит такой прием, как предпосевная обработка семян инсектицидными протравителями. Данные препараты защищают от поражения не только семена, но сами и растения в начальный период их развития. Использование данного метода защиты растений оказывает большую эффективность против фитофагов, обитающих в почве и вредящих корням. В исследованиях Давыдовой В.Н. снижение численности поврежденных растений по поврежденности корней за 2015–2017 года., относительно контроля по всем препаратам составляло 57,7–90,8 %. [2, 5].

Важно отметить, что наиболее распространенным вредителем капустных культур в открытом грунте являются крестоцветные блошки, способные наносить сильные повреждения листовой поверхности как ранним (конец апреля – начало мая), так и поздним (вторая и третья декады мая) посевам. [6, 7].

Согласно исследованиям Давыдовой В.Н., инсектицидные протравители Конвой, к.с., Пикус 60 %, к.с., Модесто 48 %, к.с., сдерживали заселение и поврежденность растений крестоцветной блошкой. Препарат Круйзер OSP 322, с.к. показал более высокое снижение численности вредителя по отношению к контролю, с биологической эффективностью 89,5 % [2].

Результаты исследований Сафиоллина Р. показывают, что предпосевная обработка семян протравителем Круйзер Рапс (15 л/т) обеспечивает надежную защиту всходов от крестоцветной блошки. В тех же условиях снижение норм расхода препарата или использование препаратов иного типа действия приводило к превышению численности

фитофага в 2,0-3,5 раза по сравнению с контролем и полного уничтожения семядольных листочков от 8 до 19 шт./м² [6].

Результаты исследований Артемьева А.А. показали, что использование инсектицидного протравителя Фурадана способствовало защите посевов культуры на протяжении всего периода вредоносности. Применение данного препарата также ограничило вредоносное действие других вредных фитофагов: капустной мухи, рапсового пилильщика, капустного листоеда, белянки, капустной моли, капустной тли и прочих. Мониторинг вредителей не выявлял присутствия имаго и личинок вредителей на растениях [1].

Цель и задачи исследования. Цель исследований состояла в изучении влияния инсектицидного протравителя Табу Нео от компании «Август» на урожайность зеленных культур семейства, которые часто повреждаются капустными вредителями. Задача исследования заключалась в изучении влияния протравителя на урожайность изучаемых культур.

Материалы и методы исследования. Исследования были проведены на территории Учебно-Научно-Производственного Центра Садоводства и овощеводства имени В.И. Эдельштейна, в условиях открытого грунта в 2023-2024 гг. Опыты были заложены в условиях высококультуренной дерново-подзолистой почвы, тяжелосуглинистого типа с содержанием гумуса в пахотном слое около 2,5 %.

Материалом исследований служили семена сортов индау посевного и салатной горчицы компаний «Поиск», «Гавриш» и «Аэлита»: Долларес, Ядреная, Красный гигант (салатная горчица), Эврика, Диковина, Быстрорастущая (индау посевной).

Опыты двухфакторные. Фактор А – «сорт культуры»; Фактор Б – «метод обработки», включавший в себя следующие варианты:

Вариант контрольный – обработка семян дистиллированной водой, 1 мл/50 г семян.

Вариант 1 - обработка препаратом, 0.5 мл/50 г семян.

Вариант 2 - обработка препаратом, 1 мл/50 г семян.

Использовались нормы обработок, рекомендованные производителем препарата.

Учеты урожайности проводились в ходе уборки урожая, на 18 сутки после появления массовых всходов.

Результаты исследований. В ходе проведения исследований было установлено, что более высокие показатели урожайности отмечались у сортов сарептской горчицы в сравнении с сортами индау посевного.

Самые высокие показатели отмечались на вариантах с максимальной нормой концентрации препарата (1 мл/50 г семян) в сравнении с контрольными вариантами, обработанными водой и вариантами с нормой дозировки в 0.5 мл/50 г семян.

Так, самые высокие показатели урожайности были отмечены у вторых вариантов обработки сорта сарептской горчицы Долларес (671 г/м²) и сорта индау посевного Эврика – 493 г/м². Самые низкие показатели фиксировались у контрольных вариантов сорта сарептской горчицы Ядреная (541 г/м²) и у сорта индау Диковина – 310 г/м². В сравнении со вторыми вариантами обработки сортов горчицы Долларес и Ядреная, первые варианты обработок этих сортов были ниже и составляли 594 и 574 г/м² соответственно. Контрольные варианты этих сортов составляли 572 и 541 г/м². В сравнении со вторыми вариантами обработки сортов индау посевного Эврика и Диковина, первые варианты обработок этих сортов также были ниже и составляли 431 и 354 г/м² соответственно. Контрольные варианты этих сортов составляли 401 и 310 г/м².

В ходе проведения исследований наблюдалось увеличение урожайности на 22, 33 и 26 г/м² у первых вариантов обработки и на 99, 93 и на 68 г/м² у вторых вариантов обработки у сортов Долларес, Ядреная и Красный гигант соответственно в сравнении с контрольными вариантами. Среди изучаемых сортов индау посевного наблюдалось увеличение показателя на 44, 30 и 52 г/м² у первых вариантов обработки и на 90, 92 и 95 г/м² среди вторых вариантов обработки сортов Диковина, Эврика и Быстрорастущая в сравнении с контролем соответственно. Результаты отражены в таблице.

Урожайность сортов при обработках Табу Нео, 2023-2024 гг.

Сорт	Урожайность, г/м ²		
	Вариант обработки		
	Вариант контрольный	Вариант 1	Вариант 2
Долларес	572	594	671
Ядреная	541	574	634
Красный гигант	547	573	615
НСР05	16.94		
Сорт	Вариант обработки		
	Вариант контрольный	Вариант 1	Вариант 2
	Вариант контрольный	Вариант 1	Вариант 2
Диковина	310	354	399
Эврика	401	431	493
Быстрорастущая	320	372	415
НСР05	30.49		

Заключение. Полученные в ходе исследований результаты показывают, что показатели урожайности сортов сарептской горчицы выше в сравнении с сортами индау посевного (671 г/м² у сорта Долларес и 493 г/м² у сорта Эврика, 634 г/м² у сорта Ядреная и 399 г/м² у сорта Диковина).

В вариантах с обработкой семян препаратом в максимальной концентрации 1мл/50 г наблюдаются самые высокие показатели урожайности в сравнении с остальными вариантами обработок (671 г/м² у 2 варианта Долларес против 594 и 572 г/м² первого и контрольного вариантов, 493 г/м² у 2 варианта Эврика против 431 и 401 г/м² у других вариантов, 634 г/м² у сорта Ядреная против 574 и 541 г/м² других вариантов и 399 г/м² у сорта Диковина против 354 и 310 г/м² других вариантов).

Отмечается больший прирост показателя урожайности в вариантах с максимальной концентрацией препарата в сравнении с вариантами, обработанными препаратом в минимальной дозировке (90, 93 и 68 г/м² против 22, 33 и 26 г/м² у вторых вариантов в сравнении с первыми у сортов горчицы и 90, 92 и 95 г/м² против 44, 30 и 52 г/м² у вторых вариантов сортов индау в сравнении с первыми).

На основе изложенных выше результатов, можно сделать вывод о том, что обработка семян капустных зеленных культур инсектицидным протравителем является целесообразным в рамках мероприятий по защите растений.

Библиографический список

1. Артемьев, А. А. Совершенствование системы защиты рапса от сорняков, вредителей и болезней / А. А. Артемьев, А. М. Гурьянов // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве : Материалы VII Международной научно-практической конференции, Киров, 04–05 апреля 2021 года / Под общей редакцией И.А. Устюжанина. – Киров: Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, 2021. – С. 287-292.
2. Давыдова, В. Н. Применение инсектицидных протравителей на яровом рапсе и их биологическая эффективность / В. Н. Давыдова, Т. Б. Нелис, А. А. Черный, А. С. Харитонова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 5 (295). — С. 81-84.
3. Долженко В. И. ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ: НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ // Плодородие. 2018. №1 (100).).

4. Мырцева, Ю. С. Крестоцветная блошка / Ю. С. Мырцева, А. А. Юрин // Вклад молодых ученых в развитие АПК : Сборник тезисов, подготовленный в рамках Всероссийской научно-практической конференции «Молодежь и наука – 2022», Екатеринбург, 15 марта 2022 года. Том 2. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2022. – С. 108-109.
5. Надточаев Н.Ф., Холодинская Н.Л., Куркина Г.Н., Володькин Д.Н. Сравнительная эффективность инсектицидных и фунгицидных протравителей семян кукурузы. Земледелие и селекция в Беларуси. 2019; (55): 49-57.
6. Сафиоллин, Р. Биологические системы защиты ярового рапса от вредителей - перспективное направление увеличения объемов производства экологически безопасного и конкурентоспособного масличного сырья в Республике Татарстан / Р. Сафиоллин // СТУДЕНТ года 2021 : Сборник статей Международного учебно-исследовательского конкурса в 6-ти частях, Петрозаводск, 19 мая 2021 года. Том Часть 2. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2021. – С. 366-375.
7. Шпанев, А. М. Крестоцветные блошки (*Phyllotreta* spp.; Coleoptera, Chrysomelidae) на посевах ярового рапса в Ленинградской области / А. М. Шпанев, А. Г. Мосейко // Энтомологическое обозрение. – 2021. – Т. 100, № 1. – С. 49-58.

УДК 635.3

БОТАНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, КЛАССИФИКАЦИЯ И МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ САЛАТА ПОСЕВНОГО

Ильин Иван Эдуардович, аспирант кафедры Ботаники, селекции и семеноводства садовых растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, ivan13ilin@gmail.com

Миронов Алексей Александрович, к.с.-х.н., доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, a.mironov@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье рассматриваются ботанические особенности, классификация и морфологическое разнообразие салата посевного (*Lactuca sativa* L.) — одной из наиболее распространённых зеленых культур. Приведена историческая справка о происхождении вида от дикого предка *Lactuca serriola* с указанием центров доместикации (Восточное Средиземноморье и Ближний Восток). Подробно описаны основные разновидности салата — листовой, кочанный и ромен, их морфологические признаки, сроки созревания и хозяйственно-ценные характеристики.

Ключевые слова: салат посевной, *Lactuca sativa*, сортогруппы, морфология, семеноводство.

Салат посевной (*Lactuca sativa* L.) — однолетнее растение, относится к семейству Астровые (*Asteraceae*), или Сложноцветные (*Compositae*). Среди зеленых культур салат является самой распространённой. Размножение уже имеющихся в ассортименте сортов является одной из приоритетных задач в обеспечении продовольственной безопасности. Корень стержневой, укорочен и активно ветвится, формируя множество боковых корней в поверхностном слое почвы. Стебель лишён опушения; у листового и кочанного салатов в вегетативной стадии он укорочен, а у узколистного — удлинён и часто приобретает веретеновидную форму. В генеративной фазе высота растения достигает 40–100 см. Нижние (розеточные) листья отличаются цельностью, вырезной формой, разнообразием очертаний, степенью надрезанности и волнистости края, а также характером сборчатости вдоль главной жилки и вздутости поверхности листовой пластинки. Окраска варьирует от светло- до тёмно-зелёной, иногда с проявлением антоциана разной интенсивности. Стеблевые листья,

расположенные от места ответвления боковых побегов, сидячие, эллиптической, копьевидной или стреловидной формы, с краем, который может быть цельным, рвано-шиповато-зубчатым, гладким или волнистым. Верхние листья — сердцевидные или стреловидные, с гладким краем, изредка с лёгкой зубчатостью. На цветоносах листья очень мелкие, почти чешуевидные. Соцветие имеет щитковидно-метельчатую структуру. Корзинка диаметром 1,1–1,8 см состоит из 10–24 цветков. Листочки обёртки при созревании не отгибаются. Цветки расположены в один, два или несколько рядов, язычковые, с пятью зубчиками, жёлтые или светло-жёлтые; у сортов с антоциановой пигментацией листьев присутствует лиловый оттенок на нижней стороне. Тычинки в количестве пяти срастаются в трубку; рыльце двухлопастное. Семянки узко- или продолговато-обратнояйцевидные, длиной до 4 мм и шириной 0,8–1 мм, окрашены в серебристо-серый, коричневатого-чёрный или охряный цвет. Растения могут быть одно- или двулетними [2].

Последние генетические исследования показывают, что *Lactuca sativa* произошёл от дикого вида *Lactuca serriola*. Центром происхождения является Восточное Средиземноморье и Ближний Восток [4,5]. Первая полная классификация разновидностей *L. Sativa* была составлена L. Baily в 1923 году. Им было выделено четыре разновидности салата: листовой, кочанный, ромен, спаржевый; которые в свою очередь подразделялись на различные сортогруппы с отличающимися друг от друга морфологическими особенностями. Наиболее распространёнными в России являются разновидности Листовой и Кочанный [1].

Листовой салат (*L. sativa* var. *secalina* L.) (рис.1, а) образует розетку листьев без кочана, а затем цветочный стебель. Точка роста листового салата всегда открыта и видна. Форма листьев отличается большим разнообразием: яйцевидная, обратнояйцевидная, широкоовальная, ланцетовидная. Края листьев могут быть гладкими, зубчатыми, волнистыми, лопастными, фестонобразными (бахромчатыми). Окраска листьев зеленая, светло-зеленая, желто-зеленая, зеленая с пигментацией антоцианом. Старые листья обычно более темные, чем молодые. Листовой салат — скороспелая культура, техническая спелость у него наступает через 30–60 суток после посева. Масса одного растения порядка 170–600 г. Наиболее урожайны дуболистные сорта и сорта с темно-зелеными листьями, менее — красноокрашенные и кудрявые [3].

Кочанный салат (*L. sativa* var. *capitata* L.) (рис.1, б) включает сорта с кочанами различной формы, плотности, размеров и устойчивости к образованию цветоносного стебля. Кочаны округлые, округло-плоские или овальные, с маслянистым или хрустящим листом. Розетка листьев приподнятая или полуприподнятая, состоящая из 20–40 листьев. Листья цельные, разнообразной формы: округлые широко-обратнояйцевидные, почковидные, веерообразные, широковеерообразные; имеют гладкую или пузырчатую поверхность, ровный или волнистый край. Маслянистые кочанные салаты образуют гладкие нежные листья, у которых изгибается только базальная часть, в результате чего формируется неплотный, рыхлый кочан. У хрустящих сортов изгибаются целые листья, поэтому кочан получается плотнее. Масса маслянистых сортов колеблется от 150 до 300 г, хрустящих — от 250 до 500, а иногда и до 800 г. Кочанный салат, по сравнению с листовым, имеет более длительный период вегетации. Технической спелости достигает на 50–95-е сутки после появления всходов [3].

Ромен-салат (*L. sativa* var. *longifolia* Lam.) (рис.1, в) образует плотную крупную приподнятую розетку прямостоячих листьев. Листья удлинённые, шпательевидные, нерасчленённые и цельнокрайные, длиной 15–30 см и шириной 8–15 см, у некоторых сортов верхушка листа может быть загнута внутрь. Окраска листьев зеленая, светло-зеленая, сизо-темно-зеленая, зеленая с антоциановой пигментацией различной интенсивности. Кочаны

формируются удлиненно-овальные, крупные, рыхлые, на вершине закрытые или открытые, массой до 300 г [3].



а

б

в

Рис.1 Типичные представители разновидностей *L. sativa*: а) листовой (батавия); б) кочанный (айсберг); в) ромен

В дальнейшем полученная информация может быть использована для оптимизации технологии и повышении эффективности семеноводства салата посевного, с учётом ботанических и морфологических особенностей каждой разновидности и сорто типа.

Библиографический список

1. Иванова, М. И. Современное состояние исследований и основные направления селекции салата-латука / М. И. Иванова, А. И. Кашлева // Селекция, семеноводство и сортовая агротехника овощных, бахчевых и цветочных культур: Сборник научных трудов по материалам Международной научно- практической конференции, посвященной VII Квасниковским чтениям, Московская обл., Раменский район, д. Верея, 01 декабря 2016 года. – Московская обл., Раменский район, д. Верея: ГУП РО "Рязанская областная типография", 2016. – С. 133–138
2. Культурная флора СССР. Т. 12. Листовые овощные растения. - Ленинград, 1988.
3. Редис и 12 зеленных культур / Циунель М. М., Циунель А. М., Баранов А. В. [и др.]; главный редактор Гавриш Сергей Федорович. — Москва: НИИСОК, 2021. — 436, [4] с.: ил., цв. ил.: 23 см.; ISBN 978-5-6045921-3-7.
4. Kesseli, R., et al. (1991). Analysis of a detailed genetic linkage map of *Lactuca sativa* (lettuce) constructed from RFLP and RAPD markers. *Genetics*, 127(3), 645–654.
5. Wei, T., et al. (2021). «Whole-genome resequencing of 445 *Lactuca* accessions reveals the domestication history of cultivated lettuce». *Nature Genetics*, 53, 752–760.

УДК 634.31/.34 631.532

ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ЛИМОНА «ПАНДЕРОЗА» (*CITRUS* × *PYRIFORMIS* HASSK) ЗЕЛЁНЫМИ ЧЕРЕНКАМИ

Казаков Павел Олегович, аспирант кафедры плодородства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, paulkazako@gmail.com

Нечипоренко Иван Владиславович, аспирант кафедры плодородства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, vnnchchiporenko@gmail.com

Научный руководитель: **Акимова Светлана Владимировна**, д.с.-х.н, профессор кафедры плодородства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, akimova@rgau-msha.ru

Аннотация: при изучении влияния препаративной формы - смачивающийся порошок (СП) и водно-спиртовой раствор (ВСП); а также концентраций фитогормона ауксинового класса - индолил-3-масляной кислоты (ИМК) на морфометрические показатели развития корневой и надземной системы у зеленых черенков лимона «Пандероза» при укоренении в условиях искусственного тумана во всех опытных вариантах отмечена укореняемость 85-95%. По показателю количества корней выявлено преимущество использования ИМК в препаративной форме ВСП с концентрацией ИМК 0,5% и 1%, а по показателю длины приростов укорененных черенков выявлено преимущество концентрации ИМК 0,75% и 1% в препаративной форме СП.

Ключевые слова: Цитрусовые, лимон, черенкование, ИМК.

Введение. Цитрусовые являются одной из важнейших фруктовых культур, они выращиваются в коммерческих целях более чем в 140 странах мира и составляют значительную статью экспорта и импорта многих государств [1]. Около 70% от общего объема мировых товарных цитрусовых выращивается в Северном полушарии, в частности в Китае, странах Средиземноморья и США. Среди европейских стран лидирует Испания, на долю которой приходится более 55% производства плодов цитрусовых [2]. Важно отметить, что Российская Федерация является одним из крупнейших импортеров цитрусовых в мире, при этом внутреннее производство цитрусовых ввиду неподходящих почвенно-климатических условий сильно ограничено [1, 2].

На производство продукции цитрусовых в значительной мере влияют их биологические особенности, такие как светолюбивость и теплолюбивость, а также позднее вступление в плодоношение и длительный период созревания плодов.

Рост объема потребления плодов требует увеличения производства необходимого количества качественного посадочного материала. В мировой практике размножения цитрусовых наибольшее распространение получили вегетативные способы, к которым относятся зеленое черенкование, окулировка, прививка и культура *in vitro*. Эти способы размножения позволяют сохранить наследственные признаки материнского растения и при этом значительно сократить характерный для сеянцев ювенильный период, ускорив вступление в плодоношение [3].

При этом, несмотря на широкое использование метода прививки в размножении цитрусовых, а также значительные успехи в области клонального микроразмножения, наиболее доступным и распространенным методом размножения лимона является зелёное черенкование [5].

Успех размножения растений методом черенкования во многом зависит не только от условий климата, а также от правильного подбора регуляторов роста, индуцирующих образование корней. Наиболее используемые в качестве корнеобразователя фитогормоны ауксинового типа – индолил-3-масляная кислота (ИМК), 3-индолилуксусная кислота (ИУК), альфа-нафтилуксусная кислота (НУК), а также их соли. При этом, самым распространенным препаратом является ИМК, а не менее важными условиями успешного укоренения – подбор наиболее физиологически-активных концентраций и препаративной формы [6].

Поэтому, целью нашего исследования было подобрать наилучшую концентрацию ИМК и препаративную форму для укоренения черенков лимона Пандероза (*Citrus × pyriformis* Hassk).

Материалы и методы. Исследование проведено в 2024 году в отделе биотехнологии и ягодных культур учебно-научно-производственного центра Садоводства и овощеводства имени В.И. Эдельштейна ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева.

Объект исследования – лимон Пандероза (*Citrus × pyriformis* Hassk).

При укоренении зелёных черенков использовали различные препаративные формы ИМК (индолил-3-масляная кислота): смачивающийся порошок (СП) и водно-спиртовой раствор (ВСП) в концентрациях 0,5%; 0,75%; 1,0%.

Смачивающийся порошок готовили за двое суток до эксперимента пропитыванием талька спиртовыми растворами ИМК с соответствующими опытными концентрациями, с последующим высушиванием и измельчением до состояния пудры.

Водно-спиртовой ИМК раствор готовили непосредственно перед применением растворением соответствующей навески ИМК в 40% водно-спиртовом растворе.

После обработки базальной части зеленых черенков опытными концентрациями СП и ВСП (экспозиция 3 секунды) их высаживали в пластиковые кассеты (40 ячеек, объем ячейки 110 мл) с торфяным субстратом, состоящим из смеси верхового торфа с перлитом в соотношении 3:1. Укоренение черенков производили в пленочном тоннеле с туманообразующей установкой низкого давления.

Повторность опытов трёхкратная, по 10 черенков в повторности. Учет морфометрических показателей развития проводили на 40 сутки укоренения и при этом учитывали: количество укорененных черенков (%), количество корней (шт.), длину корней (см), суммарную длину корней (см) и длину приростов (см).

Статистическую обработку данных проводили при помощи двухфакторного дисперсионного анализа с помощью компьютерных программ Microsoft Office Excel 2019, STATISTICA_10.0.1011 и по методике Исачкина А.В. [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.], что подтвердило достоверность полученных результатов исследований. Статистически значимые различия средних значений проверяли с помощью t-критерия ($P < 0,05$). Данные представлены в виде средних значений и стандартной ошибки среднего ($M \pm SEM$).

Результаты. По результатам исследований черенков лимона «Пандероза», на 40 сутки во всех опытных вариантах укореняемость составила 85-95%.

Анализ влияния препаративных форм (фактор В) и концентраций ИМК (фактор А) на морфометрические показатели развития корневой системы зеленых черенков лимона «Пандероза» (Таблица 1) показал преимущество обработки базальной части зеленых черенков водно-спиртовым раствором в концентрации 5% и 1% по сравнению с препаратом в форме смачивающегося порошка.

Что касается влияния на развитие надземной системы укорененных черенков, то выявлено достоверное преимущество концентрации ИМК 0,75% и 1% в препаративной форме СП, при котором длина приростов составила $20,25 \pm 1,64$ - $21,54 \pm 1,99$ см против $12,60 \pm 0,45$ см в контроле.

Таблица 1

Морфометрические показатели развития зелёных черенков лимона «Пандероза»

Концентрация ИМК (Фактор А)	Препаративная форма ИМК (Фактор В)		Среднее по фактору А
	СП	ВСП	
	Количество корней, шт.		$HCP_{05a} = F_{\phi} < F_T$
ИМК 0,5% (контроль)	$7,30 \pm 0,54$	$9,30 \pm 0,63^b$	8,30
ИМК 0,75%	$7,90 \pm 0,43$	$7,50 \pm 0,72$	7,70
ИМК 1%	$6,20 \pm 0,47$	$7,50 \pm 0,67^b$	6,85
Среднее по фактору В $HCP_{05} b = 0,96$	7,13	8,10	×
$HCP_{05} ab = F_{\phi} < F_T$ для сравнения частных случаев			
	Длина корней, см		$HCP_{05a} = F_{\phi} < F_T$
ИМК 0,5% (контроль)	$9,29 \pm 0,91$	$9,81 \pm 1,02$	9,55
ИМК 0,75%	$10,39 \pm 0,81$	$10,28 \pm 0,59$	10,34
ИМК 1%	$10,44 \pm 0,57$	$12,83 \pm 0,82$	11,64
Среднее по фактору В $HCP_{05} b = 1,31$	10,04	10,97	×
$HCP_{05} ab = F_{\phi} < F_T$ для сравнения частных случаев			
	Суммарная длина корней, см		$HCP_{05a} = F_{\phi} < F_T$

ИМК 0,5% (контроль)	69,61±3,82	65,48±5,77	67,55
ИМК 0,75%	75,74±4,37	77,37±4,69	76,56
ИМК 1%	62,14±4,06	82,58±6,74	72,36
Среднее по фактору В HCP ₀₅ b = F _ф <F _т	69,16	75,14	×
HCP ₀₅ ab = F _ф <F _т для сравнения частных случаев			
	Длина прироста, см		HCP _{05a} = 3,84
ИМК 0,5% (контроль)	12,60±0,45	12,45±1,85	12,53
ИМК 0,75%	21,54±1,99^{a,b,ab}	10,55±1,03	16,05
ИМК 1%	20,25±1,64^{a,b}	14,25±1,99	17,25
Среднее по фактору В HCP ₀₅ b = 2,61	18,13	12,42	×
HCP ₀₅ ab = 6,64 для сравнения частных случаев			

HSPP<0.05 была рассчитана при помощи двухфакторного дисперсионного анализа, где результаты выражены как среднее значение ± стандартная ошибка среднего ($M \pm SEM$); «F_ф<F_т» – F фактическое < F теоретическое, недоказана разнице между средними HCP на 5% уровне значимости.

Выводы

1. При размножении лимона «Пандероза» зелеными черенками выявлено преимущество обработки перед посадкой на укоренение базальных частей черенков водно-спиртовым раствором ИМК в концентрации 0,5% и 1% по сравнению с применением препарата в форме смачивающегося порошка.
2. При размножении лимона «Пандероза» зелеными черенками выявлено преимущество концентрации ИМК 0,75% и 1% в препаративной форме СП, при применении которых длина приростов в 1,6-1,7 раз превышала показатели контроля.

Библиографический список

1. Food and Agriculture Organization (FAO). (2022). Data. Retrieved from <https://www.fao.org/faostat/en/#data> (open access). Accessed 18 June 2022.
2. Wang, S. Effects of Future Climate Change on *Citrus* Quality and Yield in China / S. Wang, W. Xie, X. Yan. // Sustainability. – 2022. – Vol. 14. – № 15. – P. 9366.
3. Mishra, S. Physiology of *Citrus* Flowering and Fruiting / S. Mishra, K. Jaiswal, A. Mohanty, K.M. Kaetha, D.K. Dash, D.K. Varu. // Plant Physiology - Annual Volume 2024. – 2024. Vol. 1.
4. Albrecht, U. Influence of Propagation Method on Root Architecture and Other Traits of Young *Citrus* Rootstock Plants / U. Albrecht, M. Bordas, B. Lamb, B. Meyering, K.D. Bowman // HortScience. – 2017. – Vol. 52. – P. 1569-1576.
5. Singh, K.K. Propagation of *Citrus* species through cutting: A review / K.K. Singh, C. Krishan, K.P. Singh. // Journal of Medicinal Plants Studies. – 2018. – Vol. 6. – № 1. – 167-172.
6. Деменко, В.И. Биологические основы инновационных технологий вегетативного размножения садовых культур. Учебное пособие / В.И. Деменко, С.В. Акимова, В.В. Киркач, А.Н. Никулина. М.: АНО Редакция журнала «МЭСХ», 2019. – 157 с.
7. Исачкин, А.В. Основы научных исследований в садоводстве: учебник для вузов / А.В. Исачкин, В.А. Крючкова, под редакцией А.В. Исачкина. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 420 ил. – Текст: непосредственный.

УДК 625.77

ИССЛЕДОВАНИЯ САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВОСТОЯ В ГОРОДЕ МОСКВЕ НА ПРИМЕРЕ ЛИНЕЙНЫХ ПОСАДОК ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМ МЕТОДОМ С ПОМОЩЬЮ ПРИБОРА ARBOTOM

Лагутин Александр Александрович, аспирант, ассистент кафедры Ландшафтной архитектуры РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева alexlagutin@rgau-msha.ru

Аннотация: *Материал посвящен проблеме оценки санитарного состояния городских древостоев в Москве, испытывающих негативное воздействие антропогенных факторов. Подчеркивается ограниченность традиционных методов (визуальный осмотр, резистографы) для выявления скрытых дефектов древесины. В качестве современного решения предлагается применение прибора "Арботом" для неинвазивной томографии стволов, позволяющей диагностировать внутренние гнили, трещины и полости.*

Ключевые слова: *зеленые насаждения в городе, томограф, Arbotom*

Санитарное состояние древостоя в условиях мегаполиса является важной экологической проблемой, требующей систематического подхода к оценке и мониторингу. В Москве насчитывается более 300 тысяч деревьев, которые существенно способствуют улучшению качества городской среды, снижению уровня загрязнения воздуха и созданию комфортных условий для жителей. Тем не менее, антропогенные факторы, такие как загрязнение воздуха, уплотнение почвы и механические повреждения, негативно влияют на состояние деревьев. Это подчеркивает необходимость разработки современных методов их оценки и лечения. городские зеленые насаждения признаны важным компонентом городской экосистемы. Проверка состояния здоровья деревьев, особенно растущих в населенных пунктах или прилегающих к пешеходным дорожкам и дорогам, потенциально представляющих большой риск для людей и их имущества, требуется регулярно» [4].

Традиционные методы оценки состояния деревьев включают визуальный осмотр, который позволяет определить внешние признаки заболеваний или повреждений, а также использование инструментов, таких как резистографы и томографы. Однако данные методы часто имеют ограничения, так как не позволяют выявить скрытые дефекты древесины или определить степень повреждений на ранних стадиях. Это создает необходимость внедрения более современных и точных инструментальных методов анализа.

В 2020 году уровень загрязнения воздуха в Москве увеличился на 15%, что оказало заметное влияние на состояние зеленых насаждений. Загрязнение воздуха приводит к накоплению токсичных веществ в тканях деревьев, ослабляя их иммунную систему и повышая уязвимость к заболеваниям и вредителям. В крупных городах, таких как Екатеринбург, «на загрязнение воздуха в большей степени влияют отработанные газы автотранспорта, с каждым годом эта проблема становится более актуальной» [1.]. Таким образом, влияние автомобильного транспорта на качество воздуха является важным фактором, который следует учитывать при анализе состояния зеленых насаждений в мегаполисах.

Прибор Арботом представляет собой современное устройство для неинвазивного анализа внутреннего состояния деревьев. Он позволяет проводить томографию древесины, выявляя скрытые дефекты и повреждения, такие как гнили, трещины и полости. Это делает Арботом незаменимым инструментом для оценки состояния деревьев в условиях городской среды.



Рис. 1 Прибор импульсный томограф от компании RinnTechARBOTOM

Методика исследования включала использование прибора Арботом для получения томографических изображений древесины. Процесс обследования деревьев состоял из нескольких этапов: установка сенсоров на ствол дерева, сканирование и анализ полученных данных с использованием специализированного программного обеспечения.



Рис. 2 Исследования древесных рядовых посадок рода *Tilia* на площади академика Вишневого г. Москва

Для исследования будут выбраны линейные посадки вдоль главных улиц Москвы, где деревья подвергаются наибольшему воздействию антропогенных факторов. Эти участки характеризуются высокой интенсивностью движения транспорта, что создает дополнительные нагрузки на зеленые насаждения.

С помощью прибора Арботом можно провести томографический анализ, что позволит выявить наличие скрытых дефектов древесины, таких как внутренние гнили и трещины, которые не видны при визуальном осмотре.

Данные томографии обрабатываются с использованием специализированного программного обеспечения, что позволит определить степень повреждений древесины.

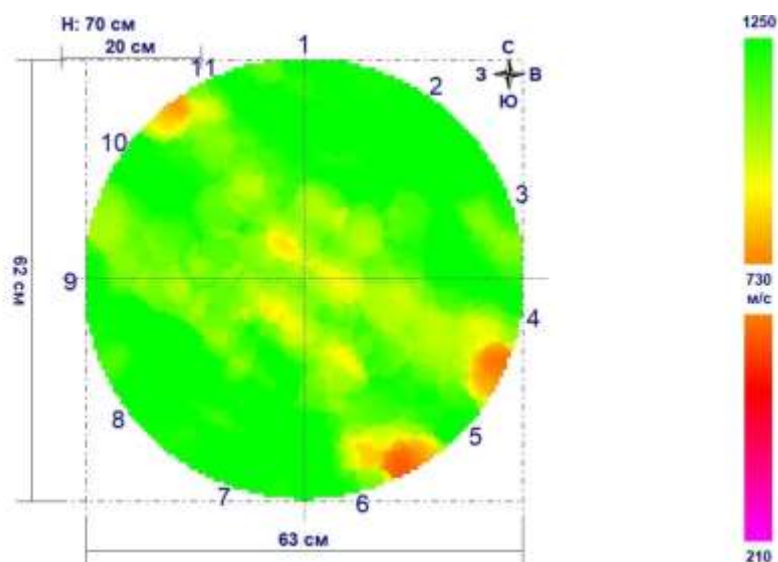


Рис. 3 Пример получаемой томограммы, здесь гниль отображена красными пятнами на развилки ствола

Наиболее частыми заболеваниями деревьев в Москве являются гнили и грибковые инфекции, которые поражают. Эти заболевания снижают прочность древесины и делают деревья уязвимыми к воздействию внешних факторов.

Плохое состояние деревьев снижает их способность очищать воздух от загрязняющих веществ и уменьшать уровень шума, что негативно сказывается на экологической ситуации в городе. Улучшение состояния древостоя может значительно повысить качество городской среды и способствовать устойчивому развитию мегаполиса.

Регулярное обследование деревьев с использованием прибора Арботома позволяет выявлять заболевания на ранних стадиях. В частности, «Цель работы – оценка санитарного состояния древостоя в условиях города с определением категорий состояния деревьев и присвоением балльной оценки исследуемым участкам». Для повышения устойчивости деревьев к неблагоприятным факторам важно проводить мероприятия по улучшению почвенных условий, включая аэрацию и внесение удобрений.

Для улучшения состояния древостоя в Москве необходимо внедрение систематического мониторинга с использованием современных технологий. Это позволит своевременно выявлять и устранять проблемы, улучшая экологическую ситуацию и создавая более комфортные условия для жителей города. В этом контексте «разработаны и предложены методы мониторинга состояния лесных и городских экосистем, проведено большое число обследований городских насаждений Москвы и Подмосковья» [5]. Таким образом, применение современных подходов к мониторингу станет важным шагом к устойчивому развитию городской экосистемы, учитывая разнообразие факторов, влияющих на состояние зеленых насаждений.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку новых технологий для оценки состояния деревьев и их интеграцию в городские системы управления, что повысит эффективность мониторинга и ухода за зелеными насаждениями в условиях мегаполиса. Внедрение современных подходов в управление зелеными территориями может не только улучшить состояние городской экосистемы, но и способствовать развитию научных исследований в данной области.

Библиографический список

1. Аткина Л.И., Вишнякова С.В. Влияние выбросов автотранспорта на анатомические особенности хвои ели обыкновенной в условиях Екатеринбурга // Вестник Московского государственного университета леса. — 2017. — № 8 (57). — С. 4.

2. Рунова Е.М., Гарус И.А., Мухачева А.Н. Состояние *Pinussylvestris*L. в условиях высокой антропогенной нагрузки // Лесное хозяйство. — 2020. — № 4 (61). — С. 144-145.
3. Фурменкова Е.С., Кочергина М.В. Диагностика внутреннего состояния деревьев *Quercusrobur*L. с применением комплекса инструментальных методов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. — 2023. — № 4 (73). — С. 131-140.
4. Мухачева А.Н. Оценка воздействия антропогенных факторов среды на состояние дендроценозов города Братска неразрушающими методами контроля древесины: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. — Екатеринбург, 2022. — [б. с.].
5. Каткова Е.Н., Шпилеуская Н.С. Трансформация экологической ценотической структуры лесных экосистем под влиянием пирогенного фактора // [б. и.]. — [б. м.], [б. г.]. — [б. с.].

УДК 633.853.494:631.522/524

СЕЛЕКЦИЯ РАПСА НА ТОЛЕРАНТНОСТЬ К ГЕРБИЦИДАМ: СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ И БУДУЩИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Мурзина Эльвира Рафаэлевна, аспирант кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
Научный руководитель: профессор РАН, д.с.-х.н. Монахос Сократ Григорьевич ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация: Семена ярового рапса (*Brassicanapus*L.) - важнейшая масличная культура, имеющая большое экономическое значение. Гербициды играют важную роль в современном сельском хозяйстве, борясь с сорняками и повышая продуктивность культур. В данной обзорной статье рассматривается современное состояние проблемы создания толерантных к гербицидам гибридов рапса, обсуждаются механизмы возникновения устойчивости к гербицидам. Также рассматриваются потенциальные направления и применения технологии Clearfield.

Ключевые слова: яровой рапс, Clearfield, селекция на толерантность, гербициды

Рапс – третья по величине производства масличная культура. В России наблюдается стабильный рост посевных площадей, за последние двадцать лет самообеспеченность нашей страны данной культурой выросла с 60% (2001 год) до 982% (2023 год), таким образом производство рапса становится экспортоориентированной отраслью.

Однако производство маслосемян рапса требует строго соблюдения агротехники, а также значительных затрат на обработку полей пестицидами, одним из самых важных моментов в производстве рапса является фаза розеточных листьев, когда молодые растения испытывают стресс от засоренности сорными растениями.

Сорняки затрудняют уборку, расходуют влагу и питание, увеличивают численность вредителей, снижают урожайность, снижают масличность семян и увеличивают примеси масла, повышают влажность и засоренность убранной культуры сорняками, что приводит к увеличению затрат на уборку, сушку и очистку. Средние потери урожая, вызванные засорением, особенно при изреженных посевах достигают 15% и более.

Гербициды стали незаменимыми инструментами в современном сельском хозяйстве, обеспечивая эффективную борьбу с сорняками и способствуя повышению урожайности. Один из перспективных направлений селекции рапса становится выведение форм и гибридов с толерантностью к гербицидам группы имидазолиноны. Технология Clearfield® позволяет эффективно контролировать сорняки на посевах подсолнечника, рапса и других культур. Она обеспечивает получение высоких урожаев и снижение затрат на защиту растений.

Технология Clearfield® включает в себя следующие компоненты:

1. Гербициды группы имидазолинонов, такие как Нопассаран, Евро-Лайтнинг, Импреза, Кредит, Кредит Макси и другие.
2. Устойчивые к имидазолинонам гибриды подсолнечника, рапса и других культур.
3. Технологии посева и ухода за культурами, позволяющие обеспечить эффективную защиту от сорняков.

Гербициды группы имидазолинонов блокируют синтез аминокислоты триптофана, которая необходима для роста и развития растений. Сорные растения, не имеющие устойчивости к этим гербицидам, погибают в течение нескольких дней после обработки.

На мировом рынке представлены сорта и гибриды, толерантные к гербицидам, полученные путем:

1. Применение методов генетической трансформации.
2. Мутационная селекция с применением различных химических и физических агентов.
3. Спонтанного мутагенеза

Впервые толерантный рапс был зарегистрирован в 1980-х годах в Канаде [5]. К основным видам гербицидоустойчивого рапса в Канаде относятся сорта, устойчивые к глюфосинату, глифосату и IMI, зарегистрированные компаниями Bayer, Monsanto и BASF соответственно. Однако эти гибриды являются трансгенными, а также их выращивание облагается уплатой высоких патентных пошлин. Такие сорта и гибриды не одобрены для коммерческого выращивания в нашей стране [6].

Помимо этого, одной из основных проблем, связанных с выращиванием трансгенных культур, является неконтролируемое распространение трансгенов среди других культурных видов семейства *Brassicaceae* или среди родственных диких видов, что в последствие может привести к появлению гербицидоустойчивых сорняков и усилению конкуренции между сорными растениями и неустойчивыми культурными видами. Переток генов от сельскохозяйственных культур к диким или родственникам сорняков обычно происходит в контексте межвидовой гибридизации; т.е. эффективная интрогрессия гена происходит, когда происходит рекомбинация между геномами трансгенной культуры и ее диких или сорных родственников. Наибольший риск возникает при локализации трансформированного гена в А геноме рапса, что приводит к появлению устойчивых сорных растений видов *Brassicarapa* и *Raphanusraphanistrum* [2, 3,7].

Более перспективным направлением селекции рапса на толерантность к гербицидам в России является получение мутантных форм посредством химического и физического мутагенеза. Подходы мутагенеза основаны на случайном создании мутаций по всему геному, и для получения желаемых мутантов необходимо создать большие коллекции линий. Поскольку количество мутаций, возникающих в одном растении, варьируется, наблюдаемый мутантный фенотип может быть результатом множественных мутаций в нескольких генах. Обратные скрещивания с диким типом необходимы для очистки генетического фона, возникшего в результате мутагенеза [4]. Также возможно ведение традиционной селекции с поиском спонтанных мутантов и перенос в геном других селекционных форм.

Работа по данному направлению ведется уже в иностранных селекционных компаниях (RapoolDerRaps, Германия), в России главный центр селекции рапса - ВНИИМК имени В.С. Пустовойта. В институте Пустовойта был получен сорт ярового рапса Форпост КЛ, обладающий устойчивостью к гербицидам на основе имазамокса (ВНИИМК). Сорт ЛАРЕЦ (СК Астра), единственный в мире сорт рапса устойчивый к дикамбе (Шумилина и др., 2022).

Рынок семян рапса в России обеспечен семенами сортов отечественной селекции, лишь на 30,6%, тогда как остальную долю занимают преимущественно гетерозисные гибриды зарубежных фирм [1]. В отличие от отечественного ассортимента сортов рапса, зарубежные фирмы предлагают широкий спектр гибридов рапса, сочетающих не только ценный признак толерантности, но и высокую урожайность, разные сроки созревания,

высокую масличность и качество масла (Солар КЛ, Мобиль КЛ, Культус КЛ, Клавиер КЛ, Сальса КЛ, Клуб КЛ, Клаус КЛ и др.).

Неуклонно отмечается снижение доли отечественных семян рапса в производственных посевах, несмотря на то, что стоимость посевной единицы рапса отечественной селекции более, чем в 5 раз ниже иностранных гибридов. Необходимо начать работу по внедрению толерантных к гербицидам форм в селекционный процесс и получение F1 гибридов на основе цитоплазматической мужской стерильности. Для этого необходимо изучить генетику генов, ответственных за признак толерантности к различным гербицидам и применение этих знаний для создания F1 гибридов.

Библиографический список

1. Гончаров, С.В., Горлова Л.А. Изменение сортимента рапса в России в результате конкуренции на рынке семян // Масличные культуры. №1 (173). 2018, pp. 36-41
2. Шумилина Д. В. и др. СЕЛЕКЦИЯ СОРТОВ И ГИБРИДОВ ЯРОВОГО РАПСА С УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ГЕРБИЦИДАМ //ПРОБЛЕМЫ СЕЛЕКЦИИ-2022. – 2022. – С. 142-142.
3. Bauer-Panskus A. et al. Risk assessment of genetically engineered plants that can persist and propagate in the environment //Environmental Sciences Europe. – 2020. – Т. 32. – №. 1. – С. 1-15.
4. Chèvre A. M. et al. Modelling gene flow between oilseed rape and wild radish. I. Evolution of chromosome structure //Theoretical and Applied Genetics. – 2007. – Т. 114. – С. 209-221.
5. Endo M., Toki S. Creation of herbicide-tolerant crops by gene targeting //Journal of Pesticide Science. – 2013. – Т. 38. – №. 2. – С. 49-59.
6. Harker, K. N. et al. Herbicide timing and rate effects on weed management in three herbicide-resistant canola systems //Weed technology. – 2004. – Т. 18. – №. 4. – С. 1006-1012.
7. Huang, Q. et al. Inheritance and molecular characterization of a novel mutated AHAS gene responsible for the resistance of AHAS-inhibiting herbicides in rapeseed (Brassica napus L.) //International Journal of Molecular Sciences. – 2020. – Т. 21. – №. 4. – С. 1345.

УДК 634.739; 631.532

ОСОБЕННОСТИ РИЗОГЕНЕЗА *IN VITRO* ВОДЯНИКИ ЧЁРНОЙ (*EMPETRUM NIGRUM* L.)

Нечипоренко Иван Владиславович, аспирант кафедры плодородства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, vannechiporenko@gmail.com

Казаков Павел Олегович, аспирант кафедры плодородства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, paulkazako@gmail.com

Научный руководитель: **Акимова Светлана Владимировна**, д.с.-х.н, профессор Института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, akimova@rgau-msha.ru

Севостьянов Михаил Анатольевич, руководитель центра «Отдел безопасности и продуктивности агроэкосистем» ФГБНУ «Всероссийском Научно-исследовательском Институте Фитопатологии», stakpr@mail.ru

Аннотация: при изучении влияния регуляторов роста ауксиновой природы и питательной среды на развитие микрорастений водяники чёрной (*Empetrum nigrum* L.) сорта *Irland* при субкультивировании на этапе ризогенеза *in vitro* выявлена реакция на разрабатываемые приёмы. Целесообразно при ризогенезе *in vitro* водяники чёрной использовать питательную среду ¼ WPM с применением в ИУК, при этом в 2,0-2,5 раза по сравнению с контролем увеличивается укореняемость и число корней у укоренённых микрочеренков.

Ключевые слова: *Empetrum*L., водяника чёрная, клональное микроразмножение, ризогенез, *in vitro*.

Введение. Водяника чёрная (*Empetrumnigrum* L.) – малоизвестная ягодная культура из семейства Водяниковые (*Empetraceae*) [1], реже причисляют к семейству Вересковые (*Ericaceae*) [2], ввиду схожести её морфологических особенностей, а также мест обитания с представителями из данного семейства, таких как черника миртолистная (*Vacciniummyrtillus*L.), или эрика травянистая (*Ericacarnea*L.). Водяника чёрная представляет из себя вечнозелёный кустарник, относится к одному из наиболее распространённых видов, среда обитания которого связана как с лесным, так и безлесным поясом горных и арктических тундр. Кроме этого, толерантность её к условиям обитания высока – способна расти и на песчаных почвах, опушках, в зарослях кедрового стланика, в ёрниках.

В северном полушарии водяника чёрная (*Empetrumnigrum*L.) является ценным источником ягод для коренных народов и используется в качестве естественного красителя, а также относится к важному лекарственному растительному сырью [3], кроме этого, может использоваться как декоративное растение при создании различных ландшафтных композиций.

В настоящее время, по некоторым сведениям, известно, что водянику чёрную (*Empetrumnigrum*L.) размножают вегетативным способом, а именно зелёными и одревесневшими черенками [4]. Тем не менее, скорость размножения с помощью таких способов недостаточна для коммерческого выращивания (укоренение менее 11%, из не опубликованных данных).

В целях массового размножения целесообразно применение технологии клонального микроразмножения (*invitro*), позволяющей получать требуемое количество качественного посадочного материала. Эта технология подходит для размножения многих ягодных культур, в том числе трудно-размножаемых, например, разных видов представителей *Vaccinium*spp. [5]. Однако для разных культур эта технология может сопрягаться с трудностями на разных этапах, так, в частности, на этапе ризогенеза укоренение микрочеренков может зависеть от используемой питательной среды, регуляторов роста ауксиновой природы и их концентраций.

Поэтому, нами была проведена научная работа по установлению оптимальных параметров ризогенеза водяники чёрной (*Empetrumnigrum*L.) в культуре *invitro* с использованием питательной среды по прописи WoodyPlantMedium различной редукции по макросолям и регуляторов роста ауксиновой природы.

Материалы и методы. Исследование проведено в 2024 году в ФГБНУ «Всероссийском Научно-исследовательском Институте Фитопатологии», в Лаборатории оздоровления и исследования адаптационного потенциала культур и растений.

Объектом исследований служили микрорастения водяники чёрной (*Empetrumnigrum*L.) сорта Irland. Микрочеренки высаживали на питательную среду WoodyPlantMedium различного состава минеральных солей: WPM (30% сахарозы), ½ WPM и ¼ WPM (выполнялась редукция по макросолям и сахарозе), с тремя исследуемыми регуляторами роста ауксинового типа: ИМК (индолил-3-масляная кислота), ИУК (индолил-3-уксусной кислоты), НУК (1-нафталинуксусная кислота). Исследуемая концентрация для всех фитогормонов была выбрана исходя из исследований Mu-SeokHan [6].

Схема опыта:

1. ½WPM + ИМК 12,3 мкМ – контроль;
2. ½WPM + ИУК 12,3 мкМ;
3. ½WPM + НУК 12,3 мкМ;
4. WPM + ИМК 12,3 мкМ;
5. WPM + ИУК 12,3 мкМ;
6. WPM + НУК 12,3 мкМ;
7. ¼ WPM + ИМК 12,3 мкМ;

8. $\frac{1}{4}$ WPM + ИУК 12,3 мкМ;

9. $\frac{1}{4}$ WPM + НУК 12,3 мкМ.

Питательные среды были обогащены следующими веществами (мг/л): тиамин гидрохлорид (В1), пиридоксин гидрохлорид (В6), никотинамид (РР) – 0,5; мезоинозитол – 100, сахара – 30 000 (в зависимости от редукции), с добавлением ауксинов в опытных вариантах. Кислотность всех исследуемых питательных сред доводили до pH 4,5 с использованием 1МКОН и 1МНСІ. Ризогенез *in vitro* проводили в световой комнате, где освещённость составляла 300 Лк (PPFD 26,62 мкмоль/с/м²) с 16-ч фотопериодом и температурой 18-20°C. Длительность ризогенеза составила 60 дней.

По окончании этапа ризогенеза учитывали морфометрические показатели развития микрорастений: количество и длину корней, индивидуальные особенности при субкультивировании (при наличии). Повторность опыта трёхкратная по 9 растений в одной повторности.

Статистическую обработку данных проводили при помощи двухфакторного дисперсионного анализа с помощью компьютерных программ Microsoft Office Excel 2019, STATISTICA_10.0.1011 и по методике Исачкина А.В. [7], что подтвердило достоверность полученных результатов исследований. Статистически значимые различия средних значений проверяли с помощью t-критерия ($P < 0,05$). Данные представлены в виде средних значений и стандартной ошибки среднего ($M \pm SEM$).

Результаты. По окончании этапа ризогенеза водяники чёрной (*Empetrumnigrum*L.) при расчёте двухфакторного дисперсионного анализа были получены результаты, при которых было установлено, что только питательная среда (фактор а) достоверно влияет морфометрические показатели *invitro*микрочеренков, а регулятор роста ауксиновой природы (фактор b) и взаимодействие факторов не установлено.

Достоверные различия с контролем наблюдали в условиях световой комнаты в вариантах с при использовании питательных сред в уменьшенной ($\frac{1}{2}$ WPM) и обеднённой ($\frac{1}{4}$ WPM) редукции в вариантах с применением регуляторов роста ауксиновой природы (ИМК, ИУК) (Таблица 1).

При использовании в качестве питательной среды $\frac{1}{2}$ WPM при применении регулятора роста ауксиновой природы ИУК: различия наблюдаются только по длине корней $2,36 \pm 0,75$ см против $1,25 \pm 0,40$ см в контроле.

При этом, при использовании в качестве питательной среды $\frac{1}{4}$ WPM, достоверные различия с контролем наблюдаются как по количеству корней, где $3,15 \pm 0,47$ шт. против $1,74 \pm 0,48$ шт. в контроле, так и по длине корней $2,52 \pm 0,44$ см против $1,25 \pm 0,40$ см в контроле. Укореняемость микрочеренков составила 70,3% против 37,0% в контроле).

Таблица 1

Морфометрические показатели развития *invitro* микрочеренков водяники чёрной (*Empetrumnigrum*L.) сорта Irland на этапе ризогенеза

Питательная среда (Фактор А)	Регулятор роста ауксиновой природы (Фактор В)			Среднее по фактору А
	ИМК	ИУК	НУК	
Количество корней, шт.				НСР ₀₅ а = 0,77
$\frac{1}{2}$ WPM	$1,74 \pm 0,48$	$2,37 \pm 0,50$	$1,48 \pm 0,39$	1,86
WPM	$0,48 \pm 0,27$	$0,44 \pm 0,22$	$1,52 \pm 0,44$	0,81
$\frac{1}{4}$ WPM	$1,93 \pm 0,38$	$3,15 \pm 0,47^a$	$1,85 \pm 0,36$	2,31
Среднее по фактору В НСР ₀₅ b = $F_{\phi} < F_T$	1,38	1,99	1,62	•
НСР ₀₅ ab = $F_{\phi} < F_T$ для сравнения частных случаев				
Длина корней, см				НСР ₀₅ а = 0,75
$\frac{1}{2}$ WPM	$1,25 \pm 0,40$	$2,36 \pm 0,75^a$	$0,78 \pm 0,23$	1,46
WPM	$0,49 \pm 0,27$	$0,36 \pm 0,18$	$0,87 \pm 0,24$	0,57

$\frac{1}{4}$ WPM	2,06±0,37^a	2,52±0,44^a	1,89±0,34	2,16
Среднее по фактору В НСР ₀₅ b = F _ф <F _т	1,27	1,75	1,18	•
НСР ₀₅ ab = F _ф <F _т для сравнения частных случаев				

НСРР<0.05 была рассчитана при помощи двухфакторного дисперсионного анализа, где результаты выражены как среднее значение ± стандартная ошибка среднего ($M \pm SEM$); «F_ф<F_т» – F фактическое < F теоретическое, недоказана разнице между средними НСР на 5% уровне значимости.

Выводы

1. На этапе ризогенеза водяники чёрной (*Empetrum nigrum* L.) целесообразно использовать питательную среду $\frac{1}{4}$ WPM с добавлением 12,3 мкМ индолил-3-уксусную кислоты (ИУК), при этом в 2,0-2,5 раза по сравнению с контролем увеличивается укореняемость и число корней у укорененных микрочеренков (укореняемость 70,3% против 37,0% в контроле).

2. Использование в качестве питательной среды для ризогенеза водяники чёрной (*Empetrum nigrum* L.) стандартной WPM нецелесообразно.

Библиографический список

1. Nestby, R. Review of botanical characterization, growth preferences, climatic adaptation and human health effects of *Ericaceae* and *Empetraceae* wild dwarf shrub berries in boreal, alpine and arctic areas / R. Nestby, A.L. Hykkerud, I. Martinussen // Journal of Berry Research. – 2019. – № 9. – P. 515-547.
2. Lorion, J. Crowberry (*Empetrum*): a chief arctic traditional indigenous fruit in need of economic and ecological management / J. Lorion, E. Small // The Botanical Review. – 2021. – Vol. 87. – P. 259-310.
3. Jurikova, T. Black crowberry (*Empetrum nigrum* L.) flavonoids and their health promoting activity / T. Jurikova, J. Mlcek, S. Skrovankova, S. Balla, J. Sochor, M. Baron, D. Sumczynski // Molecules. – 2016. – Vol. 21. – P. 1685.
4. Hagen, D. Propagation of native Arctic and alpine species with a restoration potential / D. Hagen // Polar Research. – 2002. – Vol. 21. – № 1. – P. 37-47.
5. Montesdeoca, N.T.C. In vitro techniques to domesticate mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) and other *Vaccinium* species: a review / N. T. C. Montesdeoca, G.A.J. Sarchi, R. Martínez, F. Hernández // Plants. – 2025. – Vol. 14. – № 11. – P. 1596.
6. Han, Me-Seok. Micropropagation of a rare tree species, *Empetrum nigrum* var. *japonicum* K. Koch via axillary bud culture / Me-Seok Han, So-Young Park, Heung-Kyu Moon, Young-Jae Kang // Jour. Korean For. Soc. – 2010. – Vol. 99. – № 4. – P. 568-572.
7. Исачкин, А.В. Основы научных исследований в садоводстве: учебник для вузов / А.В. Исачкин, В.А. Крючкова, под редакцией А.В. Исачкина. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 420 ил. – Текст: непосредственный.

УДК: 634.711.3: 631.871

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ВЕРМИКУЛЬТУРЫ ПРИ АДАПТАЦИИ МИКРОРАСТЕНИЙ МАЛИНЫ КРАСНОЙ К НЕСТЕРИЛЬНЫМ УСЛОВИЯМ

Паламарчук Диана Павловна, аспирант кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, dianapalamar22@mail.ru
Акимова Светлана Владимировна, д.с.-х.н., профессор кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, akimova@rgau-msha.ru

Аннотация: в статье рассмотрены предпосылки применения продуктов вермикультивирования на культуре малины. Также описаны преимущества Вермиваша как одного из основных видов подкормок из биогумуса, изложены его компоненты и механизм подавления болезней и вредителей. По результатам исследования сделаны выводы о положительном влиянии внесения продуктов вермикультуры на рост и развитие растений.

Ключевые слова: вермикультура, Вермиваш, земляной червь, малина, биогумус, биоудобрение.

Ягодководство, являясь одной из ключевых отраслей сельского хозяйства в нашей стране, несмотря на значительные достижения в увеличении производства отечественного посадочного материала, всё еще сохраняет дефицит саженцев высокого качества. В последнее время наблюдается повышенный спрос на культуру малины, вместе с тем возрастает потребность в качественном посадочном материале, для выращивания которого требуется разработка новых методик ускоренного вегетативного размножения. Технология клонального микроразмножения является перспективным способом размножения и уже успешно реализуется для многих садовых культур, в том числе и для малины. Однако на этапе адаптации к нестерильным условиям микрорастения могут иметь низкую приживаемость и в значительной степени снижать свои морфометрические показатели развития под влиянием неблагоприятных абиотических факторов. С целью поддержки растений в преодолении стресса и улучшении их адаптации к нестерильным условиям *ex vitro* перспективно разрабатывать приемы применения продуктов вермикультуры для обработки как самих растений-регенерантов, так и субстрата для адаптации [1].

Выбор оптимальных сроков и дозировок применения подкормок из биогумуса может способствовать ускоренному выращиванию посадочного материала ягодных культур [2]. В связи с этим, эффективно разрабатывать приемы и регламенты применения продуктов вермикультуры при подготовке микрорастений малины красной к этапу адаптации к нестерильным условиям.

У дождевых червей кишечная жидкость выделяется через дорсальные поры в виде слизи как механизм защиты при раздражении. Слизь обладает инсектицидными, противогрибковыми и пестицидными биологически активными соединениями, которые могут способствовать защите от вредителей и болезней, что очень важно для преодоления стресса адаптируемыми микрорастениями [3].

В настоящее время существуют различные виды подкормок из биогумуса, такие как вермичай, биогумусный фильтрат, вермиваш и другие. Вермиваш является одним из основных видов подкормок, получаемых из биогумуса, который представляет собой жидкий экстракт, полученный из вермикомпостирования органического вещества богатой популяцией дождевых червей [4; 5; 6]. При вермикомпостировании ключевые питательные вещества превращаются в более подвижные формы, которые растения могут усваивать легче, чем те, что есть в исходных материалах. Вермиваш содержит разнообразные химические соединения, включая гормоны, слизь, ферменты, витамины, белки, различные макро- и микроэлементы, а также значительное количество микроорганизмов, которые способствуют повышению урожайности ягодных культур [3]. Вермиваш содержит в своем составе различные антимикробные вещества (бактерии-разрушители, грибы, актиномицеты, фосфатазы, аминокислоты и слизь), которые позволяют эффективно подавлять болезни и вредителей [3, 5, 7].

Многие исследования показали, что Вермиваш применяется в качестве жидкого биоудобрения, а также в виде спрея. Вермиваш представляет собой ценный источник микро- и макроэлементов, ферментов и регуляторов роста, способствующих улучшению роста, развития и продуктивности растений, а также снижению биотического стресса. Было выявлено, что его внесение в качестве внекорневой подкормки способствует лучшему цветению и завязыванию соцветий.

Вермиваш воздействует как жидкое органическое удобрение, а также как мягкий биоцид, что позволяет ему вносить весомый вклад в органическое сельское хозяйство, оздоровление почвы, борьбу с болезнями и устойчивое производство сельскохозяйственных культур. Более высокая активность протеаз и кислых фосфатаз в почвах, обработанных продуктами вермикультуры, может быть причиной более высокого содержания азота и фосфора в почвенных экстрактах. Такая почва обогащена различными типами гормонов и макроэлементов, таких как цитокинины и ауксины, аминокислоты и витамины, ферментные комплексы из протеаз, амилаз, уреаз и фосфатаз, которые способствуют ее оздоровлению.

Вермиваш, являясь побочным продуктом вермикомпостирования, используется как удобрение, вносимое непосредственно в почву, а также в виде внекорневой подкормки для растений. Его защитное действие против болезней и вредителей, обусловлено наличием биоактивных макромолекул, выделяемых дождевыми червями. Эти вещества, содержащиеся в кишечной жидкости, слизи и кожном секрете дождевых червей, играют ключевую роль в подавлении патогенной микрофлоры почвы и борьбе с вредителями и болезнями. Другие метаболиты, такие как гормоны, ферменты, витамины, белки, различные макро- и микроэлементы, а также огромное количество микробов способствуют созданию благоприятной среды для роста микрорастений.

Поэтому перспективно производить исследования по применению продуктов вермикультуры обладающих инсектицидными, противогрибковыми и пестицидными свойствами для совершенствования приемов подготовки *in vitro* растений малины красной к нестерильным условиям для снижения стрессовых факторов и повышения приживаемости растений.

Библиографический список

1. Деменко, В.И. Биологические основы инновационных технологий вегетативного размножения садовых культур / Деменко В.И., Акимова С.В., Киркач В.В., Викулина А.Н. -М.: АНО редакция журнала "МЭСХ". - 2019.- 156 с.
2. Т.С. Айсанов, Е.В. Бычкова. Эффективность применения различных доз биогумуса в технологии производства посадочного материала ягодных культур в условиях Центрального Предкавказья. Сельскохозяйственный журнал. 2023; № 4 (16). С.4-11.
3. Nadana, G.R.V. Rajesh, C. Kavitha, A. Induction of growth and defense mechanism in rice plants towards fungal pathogen by eco-friendly coelomic fluid of earthworm Environ. Technol. Innov. 2020; 19:101011.
4. Aghamohammadi, Z. Etesami, H. Alikhani, H.A. Vermiwash allows reduced application rates of acaricide azocyclotin for the control of two spotted spider mite, Tetranychus urticae Koch, on bean plant (Phaseolus vulgaris L.) Ecol. Eng. 2016; 93:234-241.
5. Thakur, S. Sood, A.K. Lethal and inhibitory activities of natural products and biopesticide formulations against Tetranychus urticae Koch (Acarina: Tetranychidae) Int. J. Acarol. 2019; 45:381-390.
6. Д.М. Годлин, Г.Э. Тер-Петросянц, С.В. Акимова. Применение биоконцентра Revitalize liquid для повышения адаптивности винограда при посадке в условия открытого грунта. Тимирязевский биологический журнал, 2, 22 (2024).
7. Sulaiman, I.S. Mohamad, A. The use of vermiwash and vermicompost extract in plant disease and pest control Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control Academic Press, 2020; 187-201.

УДК 63.635.075

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СРЕДНЕПЛОДНОГО ОГУРЦА В УСЛОВИЯХ ЗИМНИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕПЛИЦ

Бочарова Мария Алексеевна, ассистент кафедры овощеводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, bocharova@rgau-msha.ru

Аннотация. В данной работе приведены результаты экспериментальных исследований по изучению влияния комплекса микробиологических препаратов на культуру огурца в условиях зимних промышленных теплиц.

Ключевые слова: огурец, среднеплодные гибриды, урожайность, защищенный грунт

Огурец (*Cucumissativus*L.) является одной из самых возделываемых культур защищенного грунта, как в России, так и зарубежом. Основным сортоотбором, выращиваемым в условиях зимних промышленных теплиц в России, является гладкий среднеплодный гибрид [1; 2; 3]. Интересный аспект производства огурцов в защищенном грунте – это экологическая составляющая. В качестве дополнительных ростостимулирующих и профилактических средств используются микробиологические препараты. Микробиологические препараты способствуют усилению обменных процессов в почве и растениях, увеличению устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды, и как следствие урожая. В связи с этим, нами была проведена работа целью которой являлось изучение влияния биопрепаратов на среднеплодные гибриды огурца в условиях светокультуры [4; 5; 6].

Опыт проводился в 2023 году в условиях III световой зоны в зимних промышленных теплицах. Изучаемые гибриды выращивались в зимне-весеннем обороте, с использованием светокультуры.

В качестве микробиологических корневых подкормок использовали препараты отечественной компании БИОМ. Комплекс микробиологических препаратов, состоящий из микроорганизмов грибов и ризобактерий, вносили с поливом при высадке растений огурца в производственное отделение теплицы и в последующем с 30-ти дневными интервалами до конца оборота.

Объекты исследований среднеплодные гибриды огурца Мева F1 и Святогор F1.

Опыт был заложен в двухкратной повторности, морфометрические замеры снимали с 8 модельных растений. Статистическую обработку результатов проводили с помощью пакета данных Excel.

Общая урожайность при использовании микробиологических препаратов увеличивается у гибрида огурца F1 Mewa, на 4,6 кг/м², при этом доля стандарта увеличилась на 6,1 кг/м² в сравнение с контрольным вариантом. У гибрида F1 Svyatogor общая урожайность достоверно увеличилась на 3,6 кг/м², в сравнении с контрольным вариантом, при этом выход стандартной продукции у данного гибрида увеличился на 5,5 кг/м² (таблица 2). При проведении двухфакторного дисперсионного анализа, установлено, что достоверно на итоговую общую урожайность длинноплодных гибридов повлияли только микробиологические подкормки, доля влияния фактора составила 67%. Доля влияния генотипа незначительна – 11,4%.

Таблица 2

Влияние комплекса микробиологических препаратов на итоговую урожайность среднеплодных гибридов огурца в зимне-весеннем обороте 2023 г.

Вариант опыта	Итоговая урожайность, кг/м ²		± к контролю (общая урожайность)		Выход стандартной продукции
	общая	стандарт	кг/м ²	%	
F1 Mewa – Контроль	58,2	54,8	-	-	94,2

F1 Mewa – Биом	62,8	60,9	4,6	7,9	96,9
F1Svyatogor– Контроль	54,9	49,7	-	-	90,5
F1Svyatogor – Биом	58,5	55,2	3,6	6,6	94,3
HCP ₀₅ A	-				
HCP ₀₅ B	2,2				
HCP ₀₅ AB	-				

Заключение. При использовании микробиологических препаратов у изучаемых среднеплодных гибридов у изучаемых гибридов огурца отмечено увеличение итоговой урожайности на 7,9% у Мева F1 и 6,6% у Святотор F1.

Библиографический список

2. Бочарова, М. А. Продуктивность огурца в зависимости от использования микробиологических препаратов / М. А. Бочарова, В. И. Терехова // Овощи России. – 2024. – № 6. – С. 44-51. – DOI 10.18619/2072-9146-2024-6-44-51. – EDN EVAQOB.
3. Воробьев, М. В. элементы технологии выращивания короткоплодного гибрида огурца Монолит F1 в фермерской поликарбонатной теплице / М. В. Воробьев // Актуальные вопросы современной науки : сборник трудов по материалам XX Всероссийского конкурса научно-исследовательских работ, Уфа, 30 декабря 2024 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2024. – С. 45-50. – EDN VKOMSB.
4. Воробьев, М. В. Способы борьбы и мониторинга табачного трипса на огурце F1 Мева в условиях тепличного комбината ООО «Луховицкие овощи» / М. В. Воробьев, М. Е. Дыйканова, М. А. Бочарова // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты : материалы III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нальчик, 08 февраля 2023 года. Том Часть 1. – Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2023. – С. 264-267. – EDN ERXUXE.
5. Terekhova, V. I. The influence of supplementary lighting sources on agrobiological performance in greenhouse-grown cucumbers / V. I. Terekhova, M. A. Bocharova, E. Yu. Yembaturova // BIO Web of Conferences. – 2022. – Vol. 52. – P. 00058. – DOI 10.1051/bioconf/20225200058. – EDN RBTQVA.
6. Бочарова, М. А. Влияние микробиологических препаратов на процессы роста и развития, урожайность и качество урожая огурца в условиях зимних промышленных теплиц / М. А. Бочарова, В. И. Терехова, Т. С. Аниськина // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 2(203). – С. 100-110. – DOI 10.36718/1819-4036-2024-2-100-110. – EDN FUETUC.

УДК 634.8.06

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ВЕЛИЧИНЫ И КАЧЕСТВА УРОЖАЯ ДОНСКИХ АВТОХТОННЫХ СОРТОВ В УСЛОВИЯХ ЗОНЫ ВИНОГРАДАРСТВА ДОЛИНЫ ДОНА

Втехин Артём Андреевич, аспирант 1-го года обучения института садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, vtetah@mail.ru.
Раджабов Агамагомед Курбанович, д.с.-х.н., профессор кафедры плодородия, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, plod@rgau-msha.ru.

Аннотация. В статье представлены результаты оценки урожайности и биохимических показателей пяти донских автохтонных сортов винограда в условиях долины Дона за 2023–2024 гг. Установлено, что в условиях 2024 года был зафиксирован резкий рост сахаристости (в среднем +19%) и резкое снижение кислотности (в среднем –22%). Урожайность в зависимости от сорта сохранилась или снизилась до 30%.

Ключевые слова. Автохтоны, Донские сорта, Красностоп Золотовский, урожайность, Кумшацкий, Сибирьковский, Цимлянский Черный, Пухляковский.

Виноградарство и виноделие России переживают этап активного развития, сопровождающийся повышенным интересом как к международным сортам, так и к уникальному местному генофонду. Особую ценность в этом контексте представляют автохтонные сорта винограда, исторически сформировавшиеся и адаптированные в конкретных регионах. К таким сортам, безусловно, относятся аборигенные донские сорта. Однако, несмотря на их историческую значимость и возрождающийся интерес со стороны виноделов-энтузиастов и коммерческого сегмента рынка, существует дефицит современных, комплексных данных об их хозяйственно-ценных признаках в условиях конкретных микрозон Дона, особенно в контексте изменяющихся климатических условий и интенсификации технологий возделывания.

Актуальность настоящего исследования обусловлена следующими факторами:

- Донские автохтоны представляют уникальную генетическую ценность и требуют детальной оценки как источник адаптивных признаков и специфических органолептических свойств.
- Отсутствие систематизированной информации об урожайности, стабильности плодоношения и качестве урожая этих сортов в современных условиях ограничивает возможности их рационального использования в производстве.
- Возрождение интереса к аутентичным винам требует научно обоснованных рекомендаций по подбору сортов, оптимизации агротехники для получения сырья целевого качества и прогнозирования урожайности.

Цель исследования: комплексная оценка величины и качества урожая пяти ключевых донских автохтонных сортов винограда в условиях типичной зоны виноградарства долины Дона за вегетационные периоды 2023 и 2024 г.г.

Основные задачи исследования:

- Определить показатели урожайности и ее стабильности по сортам в течение периода наблюдений;
- Проанализировать биохимический состав ягод в фазу технологической зрелости;
- Выявить сортовые особенности формирования величины и качества урожая в конкретных почвенно-климатических условиях зоны исследования.

Материалы и методы исследования: Комплексному изучению были подвергнуты автохтонные сорта: Кумшацкий, Сибирьковский, Пухляковский, Цимлянский Черный и Красностоп Золотовский.

Исследования велись на виноградниках КФХ «Винодельня Молчанова» в Зеленолугском сельском поселении, Мартыновского района, Ростовской области. Закладка опытного участка проводилась в 2017 г. Растения были высажены по схеме посадки - 3 x 1,5 м.

Формировка куста осуществлялась по типу длиннорукавная полувеерная для укрывной культуры, для замены поломанных многолетних частей куста у основания растения оставлен сучок восстановления.

Провели учет урожайности и биохимические исследования урожая. Проанализированы метеорологические условия 2023 и 2024 годов.

Агробиологические особенности опытных сортов. Изучаемые донские автохтонные сорта обладают уникальным комплексом агробиологических признаков, сформированных под влиянием специфических почвенно-климатических условий долины Дона. Ниже, в Таблице 1, представлены их ключевые особенности [1,2]:

Таблица 1.

Особенности автохтонных сортов винограда [1,2].

Сорт	Сила роста	Срок созревания	Урожайность	Гроздь	Ягода	Устойчивость	Особенности
Кумшакский	Средняя, хорошее вызревание лозы	Среднепоздний	Высокая и стабильная	150-250 г, средняя плотность	Средняя	Зимостойкий, вынослив к засухе	Склонен к перегрузке урожаем
Сибирьковый	Сильная, хорошее вызревание лозы	Раннесредний	Высокая, стабильная	250-400 г, средняя плотность	Крупная	Зимостойкость средняя, устойчив к милдью	Относительно неприхотлив
Пухляковский	Средняя, лоза вызревает удовлетворительное	Средний	Средняя	150-220 г, средняя плотность	Средняя	Восприимчив к милдью и оидиуму. Чувствителен к засухе	Требует только ручного сбора
Цимлянский Черный	Средняя, хорошее вызревание лозы	Среднепоздний	Средняя	120-180 г, средней плотности	Средняя	Устойчив к милдью. Засухоустойчив	Требует хорошей освещенности
Красно-стоп Золотавский	Слабая, лоза вызревает удовлетворительное	Поздний	Ниже среднего	80-150 г, очень плотная	Мелкая	Зимостойкий, восприимчив к оидиуму	Склонен к горошению

Анализ климатических условий 2023 года:

Зима 2022/2023: относительно мягкая, с недостаточным снежным покровом. Не представляла серьезной угрозы для укрытых кустов.

Весна: начало раннее и теплое, способствовавшее раннему распусканию почек.

Ключевая проблема: Сильные возвратные заморозки в конце апреля - начале мая (до -5...-7°C). Это привело к незначительному повреждению распускающихся почек и молодых побегов, особенно у ранних сортов (Сибирьковый, Пухляковский) и на менее защищенных участках.

Начало летнего сезона выдалось жарким и засушливым. Температуры значительно превышали норму (дневные максимумы часто выше +35°C, местами до +40°C). Осадков было крайне мало. Это вызвало:

- Сильный водный стресс у кустов, особенно на легких почвах и молодых насаждениях;
- Приостановку роста побегов, ухудшение фотосинтеза;
- Задержку в развитии гроздей и начале созревания.

Во второй половине лета жара сохранялась, но стала менее экстремальной. Крайне важным фактором стали локальные сильные ливни с градом в июле. Ливневые дожди временно снижали водный стресс, но повышали влажность, создавая риск вспышек грибных болезней (оидиум, серая гниль), особенно на восприимчивых сортах (Пухляковский, Сибирьковский).

Осень была относительно теплой и сухой, что способствовала компенсации летних стрессов и активному накоплению сахаров у среднепоздних и поздних сортов.

Анализ климатических условий 2024 года:

Зима в регионе была умеренно холодной, снежный покров был достаточным для защиты укрывной зоны корней.

Весна стала затяжной и прохладной. Распускание почек произошло позже средних многолетних сроков из-за недостаточной суммы активных температур в апреле-мае. Что привело к сдвигу начала вегетационного периода.

В начале летнего периода температура была близкой к норме. Осадки распределялись неравномерно. Условия в целом были более благоприятными для роста и развития, чем в 2023 г.

В начале июля зафиксированы периоды сильной жары, что создавало риск теплового стресса. Критическим фактором стали мощные грозы с ливнями, прошедшие по Ростовской области, включая Мартыновский район [5].

Высокая инсоляция и активное испарение влаги после ливневых дождей спровоцировали ускорению физиологических процессов у виноградного растения в осенне-летнем периоде. Дефицит влаги ограничил рост ягод клеточным делением и практически остановил рост растяжением. Ягоды остались меньше, чем обычно, что привело к значительному и скорому накоплению сахара в них. [3]

Урожай и его качество. Одним из важных условий во время оценки устойчивых сортов винограда, является - урожайность. Данные об урожайности можно увидеть в таблице 2.

Таблица 2.

Урожай и его качество

Сорт	Площадь насаждений, га	Урожайность с га, ц/га за 2023 г.	Урожайность с га, ц/га за 2024 г.	Сахаристость сока ягод, г /100 см ³ за 2023 г.	Сахаристость сока ягод, г /100 см ³ за 2024 г.	Кислотность сока ягод, г/дм ³ за 2023 г.	Кислотность сока ягод, г/дм ³ за 2024 г.
Кумшацкий	0,45	90	93	18,6	21,2	7,3	6,4
Сибирьковский	0,45	40	28	17,2	21,6	6,3	6,5
Пухляковский	0,45	40	40	18,0	23,4	7,4	4,5
Цимлянский Черный	0,9	60	43	18,8	22,0	8,6	5,6
Красностоп Золотовский	1,50	50	52	24,0	26,3	6,2	5,3
НСР05	-	9,17	7,62	2,07	2,43	1,3	1,8

Закономерности влияния климата 2023-2024 гг. на качество урожая:

Из таблицы мы можем сделать следующие заключения:

Сахаристость: У всех сортов наблюдается значительное увеличение в 2024 г. (в среднем на +3.7 г/100 см³). Максимальный прирост у Пухляковского (+5.4).

Причина: Экстремальная жара и засуха в июне-июле 2024 г. ускорили фотосинтез и концентрацию сахаров из-за уменьшения размера ягод и водного стресса.

Кислотность: У 4 из 5 сортов зафиксировано резкое снижение (в среднем на -1.8 г/дм³). Наибольшее падение у Пухляковского (-2.9).

Причина: Высокие температуры усилили дыхание ягод, ускорив распад яблочной кислоты. Исключение — Сибирьковский (+0.2), вероятно, из-за сортовой специфики.

Выводы

1. Климатическое влияние на биохимические показатели:

В 2024 году наблюдается значительный рост сахаристости у всех сортов (в среднем +19%), но из-за активного накопления сахара случилось резкое падение кислотности (в среднем –22%). Наиболее выраженные изменения наблюдались у Пухляковского: сахаристость выросла на 30% (с 18.0 до 23.4 г/100 см³), а кислотность снизилась на 39% (с 7.4 до 4.5 г/дм³).

2. Сортная устойчивость к экстремальным условиям:

Устойчивые сорта (Кумшацкий, Красностоп Золотовский) сохранили урожайность (до +4%) благодаря засухоустойчивости. Красностоп выделяется стабильностью: рост сахаристости (+9.6%) при умеренном падении кислотности (–14.5%).

Уязвимые сорта (Сибирьковский, Цимлянский Черный) потеряли до 30% урожая, что связано с их чувствительностью к тепловому стрессу и дефициту влаги. Цимлянский Черный показал значимое снижение кислотности (–35%), критичное для стиля традиционных вин из этого сорта.

3. Практические последствия для виноградарства

Статистический анализ подтвердил достоверность ключевых изменений:

Падение кислотности у Цимлянского (–3.0 г/дм³) и Пухляковского (–2.9 г/дм³) превышает порог значимости (НСР₀₅ = 2.8), что требует корректировки технологий возделывания (например, внедрение капельного орошения для смягчения стресса).

Заключение

Данные подтверждают, что донские автохтонные сорта по-разному реагируют на климатические аномалии: термоустойчивые сорта (Красностоп Золотовский, Кумшацкий) перспективны для расширения посадок, тогда как чувствительные сорта (Пухляковский, Цимлянский черный) требуют адаптации агротехники. Управление водным режимом и оптимизация сроков сбора становятся критичными для сохранения баланса между урожайностью и качеством в условиях учащения экстремальных сезонов.

Библиографический список

1. Гутучкина Т.И. и др., Донские аборигенные сорта винограда – ценнейший генофонд для современного виноградарства России // Виноделие и виноградарство. – 2017. – № 4. – С. 14-18.;
2. Алёхина Е.М. и др., Особенности роста и плодоношения донских аборигенных сортов винограда в условиях Нижнего Придонья // Вестник аграрной науки Дона. – 2019. – № 4(48). – С. 47-55.;
3. Fraga, H., (2020). What is the impact of heatwaves on European viticulture? A modelling assessment. Applied Sciences, 10(9), 3030;
4. van Leeuwen, C., & Darriet, P. (2016). The impact of climate change on viticulture and wine quality. Journal of Wine Economics, 11(1), 150-167;
5. Medrano, H., (2015). Improving water use efficiency of vineyards in semi-arid regions. A review. Agronomy for Sustainable Development, 35(2), 499-517.

УДК 631.535:661.162.6

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДПОСАДОЧНОЙ ДЕЗИНФЕКЦИИ ЗЕЛЕННЫХ ЧЕРЕНКОВ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР ОП 23-23 И ВСЛ 2 НА ИХ УКОРЕНЯЕМОСТЬ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Фесютин Иван Андреевич, аспирант кафедры плодородства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, plodvin@rgau-msha.ru

Самощенко Егор Григорьевич, к.с.-х.н., доцент кафедры плодородства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, plodvin@rgau-msha.ru

Аннотация: в статье представлены 2-летние данные по укореняемости и морфометрическим показателям зелёных черенков клоновых подвоев косточковых культур ОП 23-23 и ВСЛ 2 в зависимости от применяемого препарата для предпосадочной дезинфекции.

Ключевые слова: зелёное черенкование, клоновые подвои, ОП 23-23, ВСЛ 2, предпосадочная дезинфекция

Работа выполнена на базе ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в УНПЦ «Садоводства и овощеводства имени В. И. Эдельштейна» в Москве в 2023-2024 годах.

В качестве объектов исследований были взяты клоновые подвои косточковых культур: ОП 23-23 (используется для получения привитых саженцев сливы и абрикоса) и ВСЛ 2 (используется для получения привитых саженцев вишни и черешни).

Черенки заготавливали с производственного маточника в Мичуринском саду РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева по стандартной методике (М. Т. Тарасенко). Нарезанные черенки связывали в пучки по 10 штук и замачивали нижний конец в растворе ИМК с концентрацией 25 мг/л, глубина погружения в раствор – 1- 1,5 см. Экспозиция обработки 16 часов. Перед высадкой нижний конец черенка дезинфицировали погружением в раствор препарата на 4-5 см с экспозицией 1-2 секунды. Обработанные черенки высаживали в кассеты со смесью агроторфа с агроперлитом в соотношении 3:1. Кассеты с черенками помещали в пленочную теплицу с автоматической системой туманообразования. Режим работы туманообразования задавался таймером, экспозиция на начальном этапе укоренения 5-10 секунд, интервал – 10 минут. В зависимости от погодных условий проводили корректировку режима туманообразования. На ночное время туманообразование отключалось.

Во всех вариантах применялась 4-х кратная повторность по 20 черенков.

Для дезинфекции черенков использовали растворы препаратов: Белизна – 50 мл/л, медный купорос – 10г/л, фунгицид Максим – 0,5 мл/л, перекись водорода 10%. В контрольном варианте нижний срез черенка погружали в дистиллированную воду. Концентрации препаратов были взяты на основе рекогносцировочных опытов и предыдущих исследований [1].

Данные по укореняемости и морфометрическим показателям снимали через 3 месяца после высадки. Учитывали процент укоренения (%), среднюю длину (см) и среднее количество (шт.) корней 1-го порядка и нового прироста.

Полученные данные статистически обработаны по общепринятой методике с использованием компьютерных программ Microsoft officeExcel и PAST 4.03 [2].

Результаты укореняемости зеленых черенков клоновых подвоев косточковых культур в зависимости от применяемого препарата для предпосадочной дезинфекции представлены на рисунке 1.

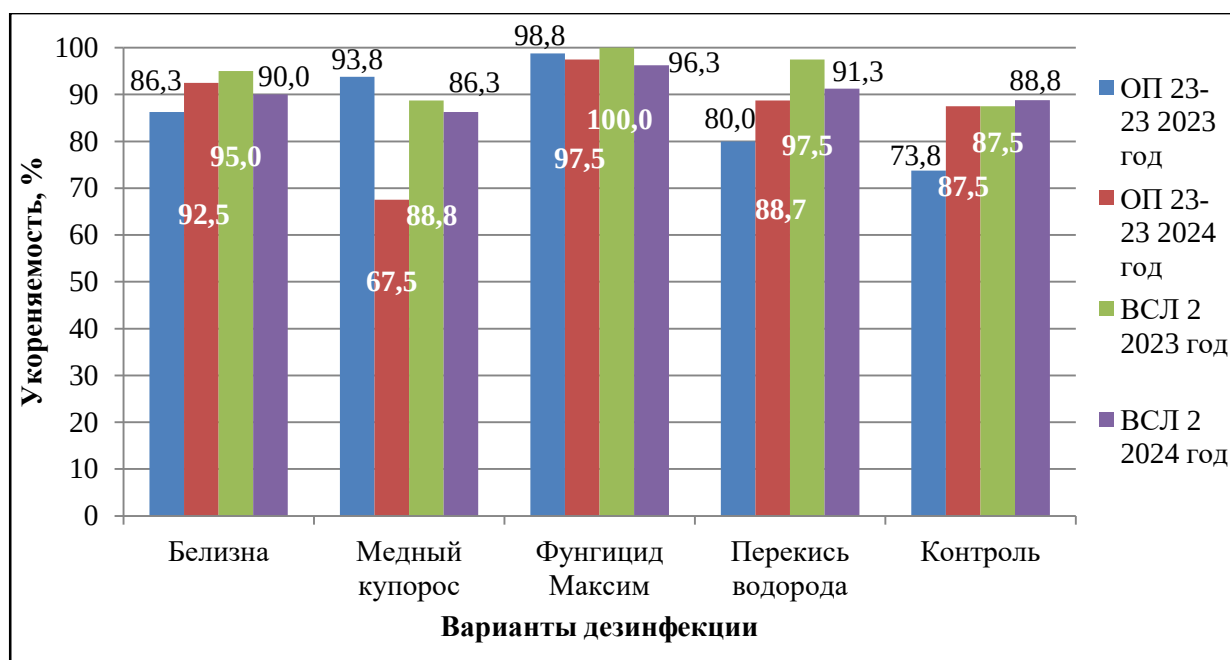


Рис. 1. Влияние предпосадочной дезинфекции зелёных черенков клоновых подвоев ОП 23-23 и ВСЛ 2 на их укореняемость в 2023-2024 гг.

На рисунке 1 наглядно видно, что за два года исследований лучшие результаты по укореняемости зелёных черенков клоновых подвоев ОП 23-23 и ВСЛ 2 были получены при применении для предпосадочной дезинфекции фунгицида Максим. При дезинфекции черенков препаратами Белизна и перекись водорода были получены результаты, превышающие контроль. Лучший результат – 100% был отмечен при дезинфекции черенков ВСЛ 2 фунгицидом Максим в 2023 году, у подвоя ОП 23-23 – 98,8%. Вариант с применение медного купороса показал результат выше контроля только в 2023 году с черенками клонового подвоя ОП 23-23 – 93,8%.

Таблица 1

Влияние предпосадочной дезинфекции зелёных черенков клонового подвоя ОП 23-23 на их морфометрические показатели, 2023-2024гг.

Вариант	Год исследований (фактор b)		Среднее по фактору A
(фактор A)	2023 г.	2024 г.	2023–2024 гг.
Средняя длина корней 1-го порядка, см*			HCP ₀₅ a = 1,28
(контроль)	9,2±2,20 ^{b**}	8,6±0,87 ^b	7,9
Белизна	11,5±2,58 ^{a,b}	8,9±1,01	9,6
Купорос	12,3±1,53 ^{a,b,ab}	10,2±1,07 ^{a,b}	9,3
Максим	15,6±2,86 ^{a,b,ab}	10,9±1,17 ^{a,b}	12,1
Перекись	13,8±2,53 ^{a,b,ab}	10,5±1,30 ^{a,b}	10,6
Среднее по фактору B HCP ₀₅ b = 0,84	12,5	9,8	x
HCP ₀₅ ab = 2,73 для сравнения частных случаев			
Среднее количество корней 1-го порядка, шт.			HCP ₀₅ a = 1,90
(контроль)	7,4±2,67	8,1±1,29	9,3
Белизна	6,2±3,33	7,0±1,15	12,9
Купорос	9,9±2,92	8,7±0,82	11,0

Максим	9,3±2,71	10,7±1,57 ^b	13,9
Перекись	12,8±5,63^a	11,4±1,43^a	15,6
Среднее по фактору В НСР ₀₅ b = 1,24	9,1	9,2	x
НСР ₀₅ ab = 4,05 для сравнения частных случаев			
Средняя длина прироста, см			НСР ₀₅ a =1,72
(контроль)	6,4±1,56	9,7±1,44	8,6
Белизна	9,8±3,20	10,2±1,20	13,6
Купорос	9,0±4,96	9,5±1,46	9,0
Максим	10,8±2,76	11,7±1,47	13,9
Перекись	11,4±3,77^a	12,0±1,32	13,9
Среднее по фактору В НСР ₀₅ b = 1,12	9,5	10,6	x
НСР ₀₅ ab = 3,66 для сравнения частных случаев			
Среднее количество прироста, шт.			НСР ₀₅ a =1,44
(контроль)	2,1±0,88	1,8±0,63	1,8
Белизна	0,9±0,32	1,4±0,52	1,2
Купорос	1,4±0,70	1,5±0,53	1,3
Максим	1,2±0,42	1,5±0,53	1,4
Перекись	1,4±0,52	1,8±0,63	1,6
Среднее по фактору В НСР ₀₅ b = F _ф <F _т	1,4	1,6	x
НСР ₀₅ ab = 1,60 для сравнения частных случаев			

НСР₀₅ рассчитана при помощи двухфакторного дисперсионного анализа

* результаты выражены как среднее значение ± стандартное отклонение

**«a,b,ab» - разница между средними с контролем достоверна на основе сравнения разниц между средними с НСР на 5 % уровне значимости: «a» - по фактору a (препарат для дезинфекции), «b» - по фактору b (сорт), «ab» - при взаимодействии факторов

Из данных, представленных в таблице 1 видно, что лучшие результаты по длине корней 1-го порядка в 2023 и 2024 годах получены при применении для дезинфекции черенков фунгицида Максим, перекиси водорода и медного купороса. В 2023 году достоверное отличие от контроля было получено при дезинфекции черенков раствором Белизны. Достоверное влияние и увеличение числа корней 1-го порядка получено только при применении перекиси водорода. Так же в 2023 году в этом варианте получено достоверное увеличение средней длины нового прироста. По среднему количеству нового прироста достоверных различий нет.

Таблица 2

Влияние предпосадочной дезинфекции зелёных черенков клонового подвоя ВСЛ 2 на их морфометрические показатели, 2023-2024гг.

Вариант	Год исследований (фактор b)		Среднее по фактору А
(фактор А)	2023 г.	2024 г.	2023–2024 гг.
Средняя длина корней 1-го порядка, см			НСР ₀₅ a =0,84
(контроль)	7,3±0,98	7,9±0,51 ^b	7,8
Белизна	7,9±2,04	8,8±0,76 ^b	7,4

Медный купорос	8,4±1,21	9,6±0,80^{a,b}	9,5
Фунгицид Максим	8,0±1,41	9,1±0,80 ^b	9,3
Перекись водорода	8,5±1,84	9,4±1,38 ^b	7,9
Среднее по фактору В	8,0	8,7	х
HCP05 b = 0,55			
HCP ₀₅ ab = 1,79 для сравнения частных случаев			
Среднее количество корней 1-го порядка, шт.			HCP ₀₅ a = 2,27
(контроль)	12,8±2,44 ^b	11,0±1,25	15,07
Белизна	17,2±4,26 ^b	15,4±1,35	15,10
Медный купорос	18,7±3,47^{a,b}	15,7±1,83	16,33
Фунгицид Максим	21,0±6,85^{a,b}	19,1±1,73^a	21,10
Перекись водорода	12,2±3,79 ^b	10,6±1,90	21,47
Среднее по фактору В	16,4	14,4	х
HCP05 b = 1,49			
HCP ₀₅ ab = 4,84 для сравнения частных случаев			
Средняя длина прироста, см			HCP ₀₅ a = 2,01
(контроль)	7,7±4,56	8,4±0,73	8,4
Белизна	10,9±5,06 ^b	8,0±0,81	9,7
Медный купорос	19,7±5,84^{a,b}	9,5±0,75	9,2
Фунгицид Максим	10,0±4,23	10,9±1,24	14,6
Перекись водорода	9,2±1,51	9,4±1,20	10,5
Среднее по фактору В	11,5	9,2	х
HCP05 b = 1,31			
HCP ₀₅ ab = 4,28 для сравнения частных случаев			
Среднее количество прироста, шт.			HCP ₀₅ a = 0,51
(контроль)	2,6±1,07	1,8±0,79	1,5
Белизна	2,0±0,94	1,6±0,70	2,1
Медный купорос	1,3±0,48	1,7±0,82	1,6
Фунгицид Максим	1,6±0,70	1,5±0,71	1,6
Перекись водорода	1,8±0,63	1,5±0,53	1,5
Среднее по фактору В	1,9	1,6	х
HCP05 b = F _ф <F _т			
HCP ₀₅ ab = 1,08 для сравнения частных случаев			

По данным, представленным в таблице 2, видно, что по средней длине корней 1-го порядка достоверные различия получены только в 2024 году при использовании медного купороса. По среднему количеству корней 1-го порядка достоверные различия получены при применении медного купороса в 2023 году и фунгицида Максим в 2023 и 2024 годах. Единственное достоверное различие с контролем по длине нового прироста получено в 2023 году при применении медного купороса. По среднему количеству нового прироста достоверных различий нет.

Библиографический список

1. Самощенко Е.Г., Фесютин И.А., Гебре К.В., Буланов А.Е. Влияние различной обработки на укореняемость зеленых черенков клоновых подвоев сливы ОП 23–23 и ВСЛ 2 в условиях искусственного тумана // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2023;1(6):86-102. DOI: <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-6-86-102>

2. Исачкин, А.В. Основы научных исследований в садоводстве: учебник для вузов / А.В. Исачкин. В.А. Крючкова; под редакцией А.В. Исачкина. // Санкт-Петербург: Лань. - 2020. – 420 с

УДК 631.527:634.11

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ ФГБНУ ФНЦ САДОВОДСТВА В СЕЛЕКЦИИ НА КОЛОННОВИДНОСТЬ КРОНЫ

Фещенко Екатерина Михайловна, м.н.с., аспирант, ФГБНУ ФНЦ Садоводства, spiritinnocence@mail.ru

Аннотация: В статье приведен состав гибридных фондов, сформированных в рамках реализации селекционной программы в ФГБНУ ФНЦ Садоводства. Создание гибридного фонда направлено на получение колонновидных (ген *Co*) сортов яблони с комплексом признаков зимостойкости, устойчивости к парше (ген *Rvi5*, *Rvi6*), продуктивности, качества плодов. и дальнейшего выявления наследуемости селективируемых признаков в потомстве.

Ключевые слова: селекция яблони, комбинации скрещивания, гибридный фонд

Селекция яблони является ключевым методом обновления и совершенствования сортимента [6]. Основным фактором интенсификации садоводства является использование в насаждениях скороплодных, урожайных и компактных деревьев. Перспективной в этом отношении является яблоня с колонновидной формой кроны[2].

Создание колонновидных сортов яблони является актуальным направлением селекции [3]; научная работа в указанном направлении проводится в российских (ФГБНУ ФНЦ Садоводства, ФГБНУ ФНЦ им. И.В. Мичурина, ФГБНУ ВНИИСПК и др.) и зарубежных (РУП «Институт плодородия» Р. Беларусь и др.) научно-исследовательских учреждений [6].

В ФГБНУ ФНЦ Садоводства профессор, д.б.н. В.В. Кичина сформировал научную школу по генетике и селекции плодовых культур. Новаторским направлением в селекции яблони стала колонновидность кроны, обусловленная наличием гена *Co*. Был создан ряд доноров колонновидности, а также получены высокопродуктивные колонновидные сорта со спуровым типом плодоношения, полевой устойчивостью к парше и плодами высокого качества: яблони Валюта, Диалог, Останкино, Президент, Червонец [1, 6]

На данный момент в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, включено 8 сортов яблони колонновидного типа (Валюта, Диалог, Малюха, Триумф, Лукомор, Останкино, Президент, Червонец [1]. На ряд сортов колонновидного типа (Флэшка, Памяти Кичины, Васюган, Медок, Морозец, Сенатор) получены патенты.

Селекционная работа В.В. Кичины была продолжена его учениками и последователями, в частности О.Г. Казаковым на основе межсортных скрещиваний с участием сортов селекции ФГБНУ ФНЦ Садоводства был создан обширный гибридный фонд, изучение которого проводится в настоящий момент [4].

В последние годы вышеуказанные колонновидные сорта яблони вовлекались в селекционный процесс в рамках формирования нового гибридного фонда[5].

Целью написания статьи является представление сведений о реализации селекционного процесса (формирования гибридного фонда на основе привлечения родительских форм различного эколого-географического происхождения) по получению сортов яблони колонновидного типа в ФГБНУ ФНЦ Садоводства.

Материалы и методы. Формирование гибридного фонда осуществлялось в 2008 г, 2023 г., путем гибридизации сортов или свободного опыления материнских форм.

Результаты и обсуждение. Гибридный фонд сформирован с участием в качестве родительских форм сортов и форм генетической коллекции ФГБНУ ФНЦ Садоводства.

Комбинации для проведения контролируемого скрещивания и создания нового гибридного потомства или материнские формы для создания популяций от свободного опыления включали сортообразцы с колонновидным типом кроны, с устойчивостью к парше, зимостойкостью, высоким уровнем качества плодов. Для получения потомства – носителей гена *Co*, хотя бы одна из родительских форм обладала колонновидным типом кроны. Гибридный фонд 2008 г. закладки содержит шесть комбинаций скрещивания, составленных по схеме «колонновидная материнская форма × колонновидная отцовская форма», пять со схемой «колонновидная материнская форма × неколонновидная отцовская форма», одна комбинации скрещивания сформирована согласно схеме «неколонновидная материнская форма × колонновидная отцовская форма»; Родительские формы с обычным типом кроны задействованы в селекции в качестве источников других хозяйственно-ценных признаков: зимостойкости, устойчивости к парше, качества плодов. Для наследования потомством генов устойчивости к парше, комбинации скрещивания формировались с участием колонновидных родительских форм с геном устойчивости *Rvi6/Rvi5*. Также было создано 13 популяций от свободного опыления колонновидных материнских форм, пять из которых являются генетическими источниками моногенной устойчивости к парше. Для создания гибридного фонда яблони 2023 г. закладки было сформировано шесть комбинаций скрещивания по схеме «колонновидная материнская форма × колонновидная отцовская форма». Для получения в потомстве устойчивых к парше образцов, в пяти комбинациях одна из родительских форм являлась генетическим источником *Rvi6/Rvi5*. (таблица 1).

Таблица 1

**Происхождение образцов гибридного фонда 2008 и 2023 г. закладки ФГБНУ ФНЦ
Садоводства**

Комбинация скрещивания/популяция от свободного опыления	Целевое сочетание генов селективируемых признаков	Год закладки гибридного фонда
Комбинации скрещивания		2008
Валюта × Golden Delicious	<i>Rvi6, Co</i>	
Валюта × Васюган	<i>Rvi6,Co</i>	
Лукомор × Валюта	<i>Rvi6,Co</i>	
Останкино × Валюта	<i>Rvi6,Co</i>	
Президент × Golden Delicious	<i>Co</i>	
Подарок Графскому × Васюган	<i>Co</i>	
Сенатор × Подарок Графскому	<i>Rvi6,Co</i>	
Триумф × Васюган	<i>Co</i>	
163/17 × Летнее полосатое	<i>Co</i>	
KB22 × 376/119	<i>Co</i>	
KB45 × Подарок Графскому	<i>Rvi6,Co</i>	
Васюган ×Триумф	<i>Rvi6,Co</i>	
Популяции от свободного опыления материнских форм		
Валюта с.о.	<i>Rvi6, Co</i>	
Васюган с.о.	<i>Co</i>	
Малюха с.о.	<i>Co</i>	
Останкино с.о.	<i>Co</i>	
Президент с.о.	<i>Co</i>	
Сенатор с.о.	<i>Rvi6,Co</i>	
Триумф с.о.	<i>Rvi6,Co</i>	
Червонец с.о.	<i>Rvi5, Co</i>	
376/46 с.о.	<i>Co</i>	

376/116 с.о.	<i>Co</i>	
376/119 с.о.	<i>Co</i>	
KB43 с.о.	<i>Co</i>	
KB45 с.о.	<i>Rvi6, Co</i>	2023
Памяти Кичины×Лукомор	<i>Rvi6, Co</i>	
Памяти Кичины×К15Б	<i>Co</i>	
Валюта×Останкино	<i>Rvi6, Co</i>	
Останкино×Лукомор	<i>Rvi6, Co</i>	
Сенатор×К15Б	<i>Rvi6, Co</i>	
Червонец×Морозец	<i>Rvi5, Co</i>	

В качестве родительских форм для создания гибридного фонда с растениями колонновидного типа 2008 и 2023 гг. закладки являются источники гена *Co* - колонновидные сорта Валюта, Васюган, Лукомор, Морозец, Останкино, Памяти Кичины, Президент, Сенатор, Триумф, Червонец, формы KB22, KB43, KB45, K15Б (генетический источник красного мякоти плодов), 376/46, 376/113, 376/119.

В качестве источников высокой зимостойкости задействованы сорта Аркадик, Васюган, Летнее Полосатое, Подарок Графскому. В созданном гибридном фонде источниками моногенной устойчивости к парше являются сорта Валюта, Лукомор, Сенатор, Триумф, форма KB45 (ген *Rvi6*), сорт Червонец (ген *Rvi5*). Для получения в потомстве продуктивных генотипов с плодами высокого качества в комбинациях скрещивания задействованы сорта Валюта, Лукомор, Морозец, Останкино, Памяти Кичины, Подарок Графскому, Червонец, Golden Delicious.

В настоящее время продолжается изучение устойчивости к парше, зимостойкости, продуктивности и качества плодов в полевых и лабораторных условиях для дальнейшего выявления наследуемости ценных селективируемых признаков и перспективных комбинаций скрещивания, новых генетических источников вышеуказанных селективируемых признаков.

Выводы. В ФГБНУ ФНЦ Садоводства реализуется селекция яблони колонновидного типа, в формировании комбинаций скрещивания задействованы источники зимостойкости, моногенной устойчивости к парше, продуктивности и высокого качества плодов, создан гибридный фонд, 2008 г. и 2023 г. закладки, сформированный с участием колонновидных сортов и форм, полученных В.В. Кичиной. В настоящее время ведется комплексное изучение образцов.

Библиографический список

1. Евдокименко С.Н. Селекция плодовых и ягодных культур в ФГБНУ ФНЦ Садоводства / С.Н. Евдокименко. – Текст : непосредственный // Селекция и генетика культурных растений: материалы конференции, посвященной 100-летию кафедры генетики, селекции и семеноводства (г. Москва, 18 октября 2023 г.). – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. – 2023. – С. 284-287.
2. Колонновидные сорта ВНИИСПК, их сорто-подвойные комбинации и схемы посадки / С.А. Корнеева, Е.Н. Седов, Т.В. Янчук [и др.]. – Текст : непосредственный // Современное садоводство. – 2018. – №3 (27). – С. 122-130.
3. Оценка колонновидного сорта яблони Приокское селекции Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур / С.А. Корнеева, Е.Н. Седов, Т.В. Янчук. – Текст : непосредственный // Садоводство и виноградарство. – 2021. – № 4. – С. 32–36.
4. Фещенко Е.М. Изучение гибридного фонда яблони домашней (*Malus × domestica* Borkh.) по признакам зимостойкости и устойчивости к парше - Текст : непосредственный / Е.М. Фещенко. – Текст : непосредственный // Плодоводство и ягодоводство России. – 2024. – № 79. – С. 16-25.

5. Фещенко Е.М. Использование генофонда яблони ФНЦ Садоводства в актуальных направлениях селекции / Е.М. Фещенко. – Текст : непосредственный // Селекция и генетика культурных растений – 2024: сборник трудов Международной научной конференции (2 декабря 2024 г.). – М: МЭСХ, 2024. – С. 282-286.

6. Фещенко Е.М. История селекции яблони и селекционные достижения в ФГБНУ ФНЦ Садоводства / Е.М. Фещенко. – Текст : непосредственный // Плодоводство и ягодоводство России. – 2024. – № 77. – С. 34-48.

УДК 581.143.6

РАЗРАБОТКА ПРОТОКОЛОВ КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ И АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОРНЕЙ РЕДКИХ ВИДОВ *CYPRIPEIDIUM* L.

Хуссиен Мусаб, аспирантка кафедры декоративного садоводства и газоноведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, muthab.hussien95@gmail.com

Орлова Елена Евгеньевна, К.с.-х.н., доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, elena.orlova@rgau-mscha.ru

Аннотация: Представленная статья посвящена оптимизации методики микроклонального размножения и сохранения редких видов *Cypripedium* L., а также изучению анатомических особенностей их корней при культивировании *in vitro* и *ex vitro*. Установлены оптимальные составы питательных сред для эффективного формирования побегов, PLBs и корневой системы у *C. calceolus*, *C. guttatum* и *C. macranthos*. Определена гистологическая дифференциация корней этих видов в условиях *in vitro* и *ex vitro*.

Ключевые слова: Orchidaceae, регуляторы роста, органические добавки, анатомия, корни

Cypripedium L. представляет собой род многолетних травянистых растений из семейства орхидных (Orchidaceae Juss.), включающий около 50 видов, распространённых в разных климатических зонах. Представители рода произрастают преимущественно во влажных место обитаниях и встречаются от Северной Америки до Восточной Азии, включая Европу и Японию. Благодаря выразительной морфологии цветков башмачки представляют интерес для садоводов, что способствует росту интереса к их культивированию. Однако виды *Cypripedium* находятся под угрозой исчезновения, что подчёркивает особую важность сохранения их природных популяций. Например, *C. calceolus* L., *C. macranthos* SW. включены в Красную книгу РФ [1]. Учитывая статус редкости данных видов и их высокую декоративность, разработка устойчивых методов их размножения приобретает особую актуальность. Целью данного исследования является усовершенствование протокола *in vitro* культивирования представителей рода *Cypripedium*, направленного на получение жизнеспособных растений и выявление анатомо-морфологических особенностей корней.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования использованы протокормы, полученные с помощью асимбиотического проращивания семян трех видов *Cypripedium*: *C. calceolus*, *C. macranthos* и *C. guttatum* SW. Экспланты во всех опытах высаживали на питательную среду по прописи Harvais (1982) с добавлением различных регуляторов роста и органических добавок (Таблица 1).

Культуральные сосуды содержали на затененном стеллаже (интенсивность освещения 200 – 500 Лк) при температуре +23...+25°C и в течение трех месяцев для каждого этапа. Для изучения анатомического строения корней были подготовлены срезы фиксированных образцов, полученных при различных условиях культивирования. Материал фиксировали в 70%-ном этаноле. Срезы изготавливали с использованием микротомы МС-2 с замораживающим столиком ОМТ-2802Е. Для выявления лигнификации клеточных стенок

корней срезы были окрашены ализариновым синим и сафранином. Все срезы исследовали с использованием светового микроскопа Olympus CX41.

Таблица 1

Схема применения регуляторов роста и органических добавок *in vitro*

Тип экспланта	Состав питательных сред	Задача
Протокормы	Harvais с добавлением 6-бензиламинопурина (6-БАП), кинетина (КИН) и индолилуксусной кислоты (ИУК) в концентрации 1,2 мг/л в сочетании с 20 г/л картофельного гомогената, 50 г/л бананового гомогената и 100 мл/л кокосовой воды	Развитие протокормов и получение проростков
Побеги и части корней	Harvais с добавлением 20 г/л картофельного гомогената и КИН, ИУК, метатополином (mT) и тидиазуроном (ТДЗ) в концентрации 1,2 мг/л	Индукция формирования протокормоподобных тел (PLBs) и их сохранение <i>in vitro</i>
PLBs	Harvais с добавлением: 6-БАП, КИН, mT, ИУК и Индолил-3-масляной кислоты (ИМК) в концентрации 1,2 мг/л в сочетании с 50 г/л бананового гомогената и 100 мл/л кокосовой воды	Регенерация PLBs и формирование проростков <i>in vitro</i>

Результаты исследования. Результаты исследования показали, что экспланты изученных видов различались по биометрическим параметрам в зависимости от состава питательной среды. Культивирование протокормов *C. guttatum* на среде, содержащей 20 г/л картофельного гомогената и 1,2 мг/л кинетина, способствовало формированию максимального числа побегов ($1,83 \pm 0,16$ шт.) по сравнению с другими вариантами. У *C. calceolus* наибольшее число побегов ($4,33 \pm 0,33$ шт.) наблюдалось на среде с картофельным гомогенатом и 1,2 мг/л ИУК. Для *C. macranthos* максимальное число побегов ($3,47 \pm 0,29$ шт.) было зафиксировано на среде с 1,2 мг/л 6-БАП и 50 г/л бананового гомогената. В связи с высокой эффективностью картофельного гомогената в качестве компонента питательной среды, побеги и части корней данных видов были перенесены в среду с картофельным гомогенатом и различными регуляторами роста. Наибольшее число PLBs ($2,67 \pm 0,27$ шт.), корней и их максимальная длина у *C. guttatum* наблюдались на среде с добавлением ТДЗ. В то же время для *C. calceolus* оптимальные параметры роста и размножения были зафиксированы при добавлении 1,2 мг/л КИН. Для *C. macranthos* наибольший коэффициент размножения ($3,57 \pm 0,23$ шт.) отмечен на среде с 1,2 мг/л mT, где происходило активное образование PLBs на концах корней. На следующем этапе регенеранты были перенесены на среду, содержащую банановый гомогенат, кокосовую воду и различные регуляторы роста с целью индукции пролиферации и дифференциации PLBs. Максимальное число PLBs у *C. guttatum* наблюдалось на среде с кокосовой воды и 1,2 мг/л КИН, а также на среде с 1,2 мг/л ИУК. В то же время у проростков данного вида корневая система активно формировалась на среде, содержащей 100 мл/л кокосовой воды и 1,2 мг/л ИМК. У *C. macranthos* максимальное число PLBs зафиксирован на среде с 1,2 мг/л mT. Кроме того, PLBs, выращенные на среде с ИМК и кокосовой водой, успешно дифференцировались и образовывали проростки с развитой корневой системой. Регенеранты *C. calceolus* продолжали активно размножаться на среде с 1,2 мг/л КИН и кокосовой водой. Также максимальное число и длина корней у данного вида наблюдались на среде с 1,2 мг/л mT и кокосовой водой. После получения сеянцев *in vitro* их переносили в субстрат, состоящий из перлита и соснового опада (2:1) и помещали в холодильник при температуре +4°C без доступа света в течение трёх месяцев. Затем сеянцы высаживали в субстрат, состоящий из коры, перлита, соснового опада, песка (1:1:2:1) и

помещали на фитотрон при естественном освещении и температуре +20...+24°C. Через 20 дней отмечался активный рост листьев, что свидетельствует об эффективности предложенного протокола, позволившего получить жизнеспособные растения. Учитывая важную роль корневой системы в адаптации представителей рода *Cypripedium*, были выявлены особенности анатомического строения корней данных видов. Корень у всех видов дифференцирован на эпидерму, экзодерму, кортекс, эндодерму и центральный цилиндр. Эпидермис представлен одним слоем живых клеток. Клетки экзодермы имели схожую форму и окраску, однако у *C. guttatum* они отличались меньшими размерами. Кортекс у этих видов состоял из относительно крупных паренхимных клеток, в которых наблюдалось накопление крахмальных зерен. Исследуемые виды различались по ряду гистологических характеристик: у *C. macranthos* отмечено значительное количество рафидов, а крахмальные зерна формировали линейные цепочки, тогда как у *C. calceolus* крахмал был распределен диффузно, заполняя весь объем паренхимных клеток. У *C. guttatum* крахмальные зерна концентрировались преимущественно в паренхимных клетках, расположенных ближе к эпидермису. Эндодерма у *C. macranthos* соответствовала О-типу, в то время как у *C. calceolus* преобладали U- и Р-типы, характеризующиеся четко выраженными поясами Каспари. У *C. guttatum* эндодерма была представлена U-типом с отсутствием проходящих клеток. Центральный цилиндр корней *C. macranthos* имел пентархное строение, у *C. calceolus* они были тетрачными: при этом у обоих видов элементы ксилемы и флоэмы располагались радиально, чередуясь в центральном цилиндре. У *C. guttatum* отмечалось триархное строение центрального цилиндра, с элементами ксилемы, расположенными почти линейно. Микроскопическое исследование поперечных срезов корней, проведенное после низкотемпературной обработки, выявило уменьшение количества крахмальных зёрен в кортексе, что может свидетельствовать о начале распада крахмала и возможном накоплении растворимых углеводов). Стоит отметить, что на следующий год, после второй низкотемпературной обработки, наблюдалось формирование корневищ и развитие новых корней. Микроскопический анализ поперечных срезов корневищ и молодых корней выявил наличие грибковых структур, таких как пелотоны, спиральные гифы и микросклеротии, локализующихся во внутренних тканях, вблизи центрального цилиндра.

Обсуждение .Успешное размножение видов *Cypripedium* с помощью асимбиотического проращивания семян зависит как от биологических особенностей вида, так и от качества семян, степени их зрелости и оптимального выбора питательной среды. В этой области проведено множество исследований, которые нередко дают противоречивые результаты, даже при анализе работ одного и того же автора. Результаты исследования позволили определить оптимальные условия для роста и развития протокормов *C. calceolus*, *C. guttatum* и *C. macranthos*, а также для получения PLBs, и их адаптации *ex vitro*. Применение ИУК и органических добавок способствовало развитию протокормов, формированию и укоренению проростков [2]. Многие исследования показали, что, добавление ауксинов, в частности ИУК, способствует увеличению содержания ДНК в протокормах, а также влияет на размеры, структуру и общее число протокормов в процессе прорастания [3]. Включение картофельного гомогената в состав питательной среды значительно увеличило коэффициент размножения представителей рода *Cypripedium*, так как может является дополнительным источником биологических активных веществ. Также присутствие mT в питательной среде способствовало образованию PLBs. Этот эффект можно объяснить способностью mT стимулировать деление клеток, усиливать соматический эмбриогенез и повышать эффективность укоренения. В нашем исследовании мы также успешно адаптировали эти виды к условиям *ex vitro*, что является сложным аспектом в размножении видов *Cypripedium* из-за их особых требований. Наше исследование также демонстрирует наличие микоризных грибов в тканях корней, что подтверждает их важную роль в симбиотическом взаимодействии с *Cypripedium* [4]. На ранних стадиях развития сеянцев мы наблюдали преимущественно гифы, что свидетельствует о начале активного взаимодействия гриба с растением и его участия в обеспечении питательными веществами.

На более поздних стадиях развития, когда корни сеянцев были более развиты, мы зафиксировали образование пелотонов, что может указывать на изменение функциональной роли гриба, направленное на накопление питательных веществ и поддержание долгосрочного симбиоза.

Заключение. В ходе нашего исследования были оптимизированы протоколы для культивирования *invitro* *C. calceolus*, *C. guttatum* и *C. macranthos* и выявлены особенности анатомического строения их корней. Полученные результаты могут значительно способствовать сохранению и размножению исчезающих видов *Cypripedium*.

Библиографический список

1. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации [и др.]; отв. ред. Д. В. Гельтман. — 2-е офиц. изд. — Москва: ВНИИ «Экология», 2024. — 944 с.

2. Hussien M., Molkanova O. I., Orlova E. E., Koval V. A. Improving rooting of *Cattleya gaskelliana* (NE Br.) BS Williams (Orchidaceae juss.) under in vitro conditions // *Biology Bulletin*. — 2025. — Т. 52, № 1. — С. 1–8. — DOI: <https://doi.org/10.1134/S1062359024610954>.

3. Hussien M., Molkanova O. I., Konovalova T. Y., Koval V. A. Micropropagation and Anatomical Features of *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó under Different Cultivation Conditions // *Biology Bulletin*. — 2025. — Т. 52, № 1. — С. 1–12. — DOI: <https://doi.org/10.1134/S1062359024611820>.

4. Moreno-Camarena M., Ortega-Larrocea M. P. Mesoamerican *Cypripedium*: Mycorrhizal Contributions to Promote Their Conservation as Critically Endangered Species // *Plants*. — 2022. — Т. 11, № 12. — С. 1554. — DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11121554>.

УДК 712.03

АНАЛИЗ ПЛАНИРОВКИ СКВЕРА С МЕМОРИАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ «ЕКАТЕРИНБУРГ – ГОРОД ТРУДОВОЙ ДОБЛЕСТИ»

Морозова Дарья Николаевна, магистрант Уральского Государственного Лесотехнического Университета, dnmoro2ova@yandex.ru

Протазанова Полина Сергеевна, ассистент кафедры ландшафтного строительства Уральского Государственного Лесотехнического Университета, protazanovaps@m.usfeu.ru

Чукреев Арсений Михайлович, студент Уральского Лесотехнического Колледжа, chukreevarseny@gmail.com

Аннотация. В статье анализируется новый сквер, где центральной композицией является стела «Екатеринбург – город трудовой доблести». Посчитан и проанализирован баланс территории исследуемого объекта, представлена схема планировки. Проведён анализ состава насаждений и выявлены преобладающие породы. Выявлены основные особенности мемориального сквера.

Ключевые слова: мемориальный сквер, баланс территории, планировка, композиция, функциональное назначение.

Цель исследования – направлена на анализ планировочной структуры, композиционного решения мемориального сквера в г. Екатеринбурге, с целью выявления основных особенностей в проектных решениях.

Задачи исследования:

- 1) анализ планировочной структуры сквера;
- 2) выявление особенностей проектных решений для мемориальных скверов;
- 3) анализ состава зеленых насаждений;
- 4) расчет баланса территории.

Сквер расположен в Железнодорожном районе города Екатеринбурга в границах улиц Николая Никонова с северной стороны, Царская - с восточной. С южной стороны граничит с киноконцертным театром «Космос», рядом расположены набережная р. Исеть, дворец игровых видов спорта (ДИВС) и Храм-памятник на Крови во имя Всех Святых в земле Российской просиявших. Месторасположение территории в структуре города представлено на рисунке 1.

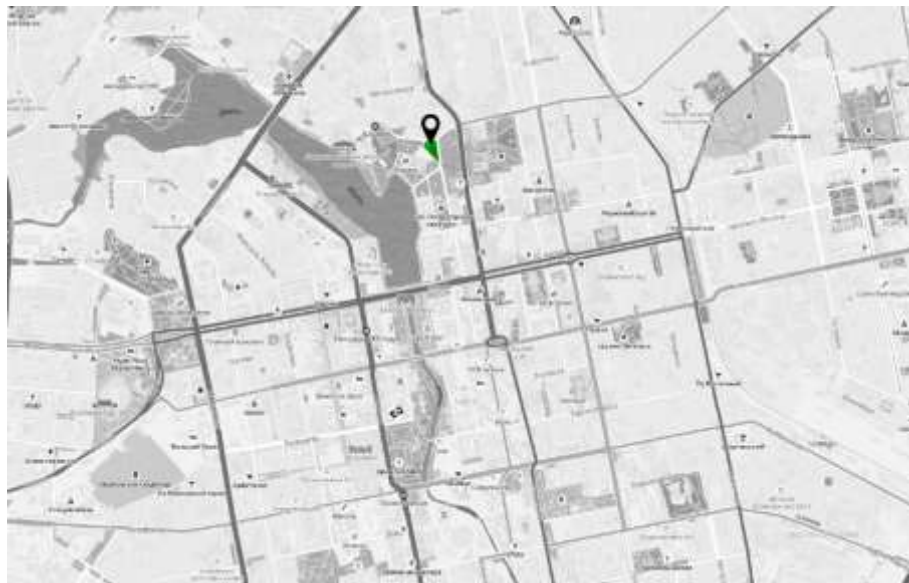


Рис. 1. Месторасположение сквера в структуре города

Указом президента Российской Федерации 2 июля 2020 года Екатеринбургу было присвоено почетное звание «Город трудовой доблести». По результатам общественного голосования горожанами было выбрано место для размещения стелы, 22 июня 2023 года, в День памяти и скорби, в Екатеринбурге состоялась торжественная церемония открытия стелы «Город трудовой доблести» которая стала самой высокой среди подобных сооружений, установленных на территории Российской Федерации — её высота составляет 42 метра. Ранее на месте сквера была парковка.

Авторами мемориального комплекса является творческий коллектив: Стритович Д.А. – скульптор, архитектор; Молоков А.В. – архитектор; Сокольский К.В. – архитектор; Седых А.А. – художник. По замыслу авторов каждая деталь архитектурной композиции несет в себе глубокий смысл и позволяет каждому заглянуть в прошлое [1].

Территория сквера занимает 0,6 га и относится к новым малым скверам [2]. Выполнен в регулярном стиле, имеет прямые лучевые дорожки, расходящиеся от главного центра композиции – стелы «Екатеринбург – город трудовой доблести». Сам мемориальный комплекс состоит из центральной стелы и зеркально расположенных пилонов, боковые грани которых облицованы кортеновской сталью. На них лазерной резкой нанесены изображения техники, выпускавшейся в Свердловске в годы Великой Отечественной войны [3]. На фасадах стелы расположены два экрана, на которых транслируются портреты уральцев-тружеников, а также пейзажные зарисовки города 1930-1950 годов.

С целью сохранения большого открытого пространства и ширины дорожек, скамьи установлены в специальных «карманах», что также влияет на удобство уборки территории специальной техникой. Также, фонарные столбы установлены в газоне.

Схема планировки сквера представлена на рисунке 2.

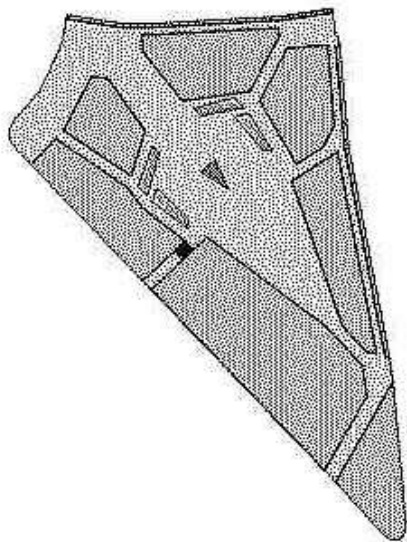


Рис. 2. Планировка сквера

Древесно-кустарниковая растительность представлена преимущественно следующими видами: береза повислая, барбарис Тунберга, дуб черешчатый, ель обыкновенная, кизильник блестящий, лиственница, рябина обыкновенная, сирень обыкновенная. Из многолетних растений в цветниках использованвейник остроцветковый, а также Карл форестер. При строительстве сквера были сохранены старые посадки из березы и лиственницы.

В сквере преобладают аборигенные виды древесных растений, что положительно сказывается на устойчивости озеленения.

Большую площадь – 3125 м² занимает травянистое покрытие, которое имеет высоко декоративный вид, так как при благоустройстве был использован рулонный газон.

Для анализируемого сквера был высчитан баланс территории, основные показатели которого представлены в таблице 1.

Таблица 1

Баланс территории сквера

№	Наименование	Основные показатели		
		Площадь		Норма [4]
		м ²	%	Норма, %
1	Дорожки	2934	42	20-40%
2	Сооружения/мемориал	47	1	
3	Зеленые насаждения, в т. ч.	3911	57	60-80%
	<i>Деревья и кустарники</i>	722	11	
	<i>Газоны</i>	3125	45	
	<i>Цветники</i>	64	1	
Общая площадь		6892	100	

Согласно приведённому балансу территории процент площади под зелеными насаждениями - 57%, приближен к нормативным показателям. Под дорожками находится 42% от общей площади, лишь 1% от территории занимает мемориальный комплекс. Это связано с тем, что мемориал хоть и имеет внушительные размеры, но площадь под основанием занимает небольшую.

Так как сквер является мемориальным и подразумевает проведение массовых мероприятий, есть необходимость в сохранении больших открытых пространств. Поэтому

центральная часть сквера имеет преимущественно открытую пространственную структуру. Все озеленение сконцентрировано по периметру главной площади и является защитным «экраном» от шума и пылевидных выбросов с проезжей части. Проектные решения соответствуют функциональному назначению территории и отличаются от классического представления рекреационного сквера.

Библиографический список

1. Стела «Город трудовой доблести» URL: <https://300.xn--80acgfbsl1azdqr.xn--p1ai/residents/gorodskoe-blagoustroystvo/stela-gorod-trudovoy-doblesti/> (Дата обращения: 25.05.2025);
2. Шипарева, Ю. М. Скверы города Екатеринбурга – анализ, состояние / Ю. М. Шипарева ; рук. Т. Б. Сродных // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : матер. XIV Всерос. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов и конкурса по программе «Умник» / М-во образования и науки РФ, Урал. гос. лесотехн. ун-т ; Урал. отделение секции наук о лесе РАЕН ; Ботанический сад УрО РАН ; Урал. лесной технопарк. – Екатеринбург, 2018. – С. 627–630.
3. «Город трудовой доблести» URL: <https://rvio.histrf.ru/activities/news/v-ekaterinburge-otkryta-stela-gorod-trudovoj-doblesti> (Дата обращения: 26.05.2025);
4. Теодоронский В. С., Боговая И. О. Объекты ландшафтной архитектуры. 2-е изд. М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. 330 с.

УДК 633.853.494

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА УСКОРЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЯРОВОГО РАПСА В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКОЙ КАМЕРЫ

Широкова М.С., аспирант кафедры «Молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, специалист лаборатории интеллектуальных роботизированных средств и климатического оборудования закрытых экосистем «ФНАЦ ВИМ», m_shirokova98@mail.ru

Аннотация. В данной статье приведены результаты исследования влияния факторов среды на ускорение жизненного цикла ярового рапса в условиях климатической камеры. Было установлено, что увеличенный фотопериод (длительность светового дня увеличивалась до 22 часов) и применение стимуляторов роста «Эпин» и «Циркон» оказали положительное влияние как на ускорение вегетационного периода, так и на увеличение продуктивности ярового рапса.

Ключевые слова: факторы среды, фотопериод, стимуляторы роста, рапс, климатическая камера

Яровой рапс (*Brassica napus* var. *annua*) – ценная масличная и кормовая культура, обладающая рядом агротехнических и экономических преимуществ.

Его семена содержат до 40-48% масла, используемого в пищевой промышленности, производстве биодизеля и технических смазок, а также использование рапсового масла жмыха в комбикормах.

Стимуляторы роста способствуют ускорению развития растений, повышают их устойчивость к стрессам и увеличивают урожайность. Они могут быть природного (фитогормоны, гуминовые кислоты) или синтетического происхождения. При их применении происходит ускорение прорастания семян, усиление корневой системы, увеличение урожая и его качества, устойчивости к болезням.

Целью настоящего исследования являлось изучение влияния факторов среды на ускорение жизненного цикла ярового рапса в условиях закрытой искусственной агроэкосистемы.

Объектом исследования был гибрид F1 ярового рапса «Батыр» (селекция «ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева»).

Эксперимент был проведен в климатической камере (производство «ФНАЦ ВИМ»), состоящей из 2 секций, оборудованной автоматической системой для поддержания необходимых условий среды (рис. 1).



Рисунок 1 – Климатическая камера

В эксперименте было использовано 2 варианта фотопериода. В первом случае (вариант 1 - контрольный) в первую неделю вегетации световой день составлял 14 часов, далее был увеличен до 16 часов и оставался таким до конца вегетации. Во втором случае (вариант 2 – экспериментальный) в первую неделю вегетации световой день составлял также 14 ч день, затем каждую последующую неделю увеличивался до 22 часов.

Спектральный состав освещения во всех вариантах опыта был один: полный спектр излучения, близкий к солнечному свету, PPFD составляла $433,6 \pm 5 \text{ мкмоль} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$.

Несколько вариантов были обработаны стимуляторами роста «Эпин» (0,2 мл/л) и «Циркон» (0,1 мл/л) при проращивании в чашках Петри, в фазу развития 3 листа и перед фазой цветения.

По итогам проведенного эксперимента можно сделать заключение:

1. В вариантах с экспериментальным фотопериодом начало цветения наступило быстрее (на 13,5 суток без применения стимуляторов роста, а также на 18,1 суток с применением стимулятора роста «Эпин» и на 17,3 суток с применением стимулятора роста «Циркон» по сравнению с контрольным вариантом).

2. Вегетационный период был сокращен в вариантах с экспериментальным фотопериодом (на 12,7 суток без применения стимуляторов роста, а также на 20,7 суток с

применением стимулятора роста «Эпин» и на 19 суток с применением стимулятора роста «Циркон» по сравнению с контрольным вариантом).

3. В вариантах с экспериментальным фотопериодом произошло увеличение высоты растений (до 56,3%), длины стручков (до 15,7%) а также общее количество стеблей (до 84,2%).

Библиографический список

1. Савенков В. А. Масличные культуры в современном земледелии. – Санкт-Петербург, 2020. – 200 с.
2. Федотов В. А., Гончаров С. В., Савенков В. П. Рапс России. – Москва : Агролига России, 2008. – 336 с. – (Современное сельское хозяйство России). – ISBN 978-5-85879-467-7. – EDN QKZKCV.
3. Шпаар Д., Дрегер Д., Захаренко А. В. Рапс: технология возделывания. – Москва, 2019. – 180 с.
4. Самигуллина Н. Р. Современные биостимуляторы в растениеводстве // Агрохимия. – 2020. – № 5. – С. 45–52.
5. Role of Brassinosteroids in Plant Growth and Stress Responses // Plant Physiology Reports. – 2019. – Vol. 24, Issue 3. – P. 321–335.
6. Черкасова Е. А., Рзаева В. В. Влияние элементов технологии возделывания на продуктивность сортов и гибридов ярового рапса : монография. – Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2024. – 258 с.

УДК 634.531

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ПРИВИТОГО КАШТАНА СЪЕДОБНОГО (*CASTANEA SP.*) В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ РОССИИ КАК ОРЕХОПЛОДНОЙ КУЛЬТУРЫ

Шугаев Никита Игоревич, аспирант кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, shugaevni@gmail.com

Аннотация: Каштан съедобный (*Castanea sp.*) – ценная пищевая культура с высоким содержанием углеводов, клетчатки и микронутриентов. В России естественно произрастает только каштан европейский (*Castanea sativa Mill.*) (Северный Кавказ), но для более северных регионов перспективны каштан зубчатый (*Castanea dentata (Marshall) Borkh.*), каштан мягчайший (*C. mollissima Blume*) и их гибриды. Предложен эффективный метод прививки в гипокотиль и эпикотиль проростков, ускоряющий размножение сортовых растений. Развитие каштановодства требует изучения адаптивных свойств сортов и внедрения новых технологий выращивания.

Ключевые слова: каштан съедобный, *Castanea*, безглютеновые продукты, зимостойкость, прививка, селекция.

Каштан съедобный (*Castanea sp.*) – одна из важнейших пищевых культур Мира. Род представлен 9 видами, в естественных условиях, растущих в Европе, Азии и Северной Америке. Наиболее известный представитель рода *Castanea* – (*Castanea sativa Mill.*) каштан европейский, произрастающий в естественных условиях от Португалии на западе до стран Закавказья на востоке ареала. Главные мировые лидеры по производству каштана Китай, Турция, Италия, Португалия.

В отличие от других орехов, каштаны имеют необычное соотношение жиров и углеводов, в сторону сильного преобладания углеводов. В зависимости от сорта, плоды содержат до 45% воды, 3-6% жиров, 1,3% золы и 45% углеводов. А содержание клетчатки одно из самых высоких среди всех орехов – до 10 г/100 г. Каштаны богаты фосфором, магнием, цинком и железом, а также витаминами Е, С, В.

Благодаря такому соотношению углеводов и клетчатки плоды каштана имеют низкий гликемический индекс и подходят для диетического питания. Орехи употребляют в пищу как сырыми, так и печеными, вареными, из сушеных каштанов изготавливают муку, из которой изготавливают хлеб, печенье и другие десерты. От муки, произведенной из злаковых, муку каштановую отличает отсутствие аллергенного белка глютена, что очень важно для питания значительной части населения.

По приблизительным данным, количество больных целиакией в России составляет 1:100 - 1:250 [2].

Также исследование турецких ученых указывает, что для производства безглютенового хлеба, лучшим сырьем является каштановая мука в сочетании с рисовой в пропорции 30/70. А для производства тортов, печенья и бисквитов несет дополнительную ценность в виде богатого вкуса.

В России съедобные каштаны представлены лишь каштаном посевным, в основном в горных лесных насаждениях Северного Кавказа, а потребности перекрываются за счет импорта, в основном из Китая, Азербайджана и Грузии.

В более северных регионах нашей страны каштан посевной не проявляет достаточной зимостойкости. Однако, недавние исследования показывают, что и этот вид за последние десятилетия адаптируется к меняющемуся климату и стал лучше вписываться в климатические рамки Черноземной зоны [3].

Более зимостойкими представителями рода каштан являются каштан зубчатый (*Castanea dentata* (Marshall) Borkh.) и каштан мягчайший (*Castanea mollissima* Blume), а также их гибриды с каштаном городчатым (*Castanea crenata*) и другими представителями рода.

В коллекции ГБС РАН им. Цицина имеется 2 взрослых экземпляра каштана зубчатого, которые ежегодно плодоносят, а в 2021 году был обнаружен самосев [4]. Известно, что самые взрослые экземпляры каштана зубчатого коллекции ГБС РАН происходят из семян, собранных с деревьев, растущих в саду усадьбе И.В. Мичурина в г. Мичуринск [4].

Из сочинений Ивана Владимировича Мичурина известно, что первые собственные плоды он получил в сентябре 1924 года. Долгие годы всем известный селекционер пытался получить семена каштана зубчатого из США, но из-за долгой транспортировки семена теряли всхожесть. И лишь в 1933 году, в своем письме П.Н. Яковлеву, он сообщает о всходах каштана зубчатого (*Castanea dentata* (Marshall) Borkh.), и гибрида (*Castanea dentata* x *Castanea crenata*) – за два года до смерти гения.

Обширные селекционные работы, проделанные в США, в течении XX века, также указывают на хорошую адаптацию каштана зубчатого и каштана мягчайшего в северных регионах. В настоящее время в северных штатах США заложены каштановые плантации на основе самых зимостойких и урожайных сортов каштана мягчайшего (*Castanea mollissima* Blume), а также сложных гибридов между каштаном мягчайшим (*Castanea mollissima* Blume) с каштаном низким (*Castanea pumila* (L) Mill.), каштаном городчатым (*Castanea crenata* Siebold & Zucc.) и каштаном зубчатым (*Castanea dentata* (Marshall) Borkh. [5].

Данные виды и сорта имеются в частных коллекциях на территории нашей страны и уже вступили в плодоношение, они могут быть перспективны для выращивания в нечерноземной зоне.

Однако, каштан очень трудно размножается черенкованием.

А традиционный метод прививки выполняют на одно-двухлетних подвоях, что требует дополнительных затрат времени и средств на выращивание и содержание подвоев в течении двух лет.

Решением данной проблемы может стать прививка одревесневших черенков сортового каштана в гипокотиль и эпикотиль прорастающих промышленных семян каштана съедобного. Это позволит, за счет ювенильности тканей подвоя и запасных питательных веществ, сосредоточенных в крупных семенах каштана, обеспечить высокую приживаемость прививок, а также сэкономит площадь и средства на содержания подвоев.

Для прививки, сделанной в эпикотиль и гипокотиль используются тонкие привои с 1 почкой, что экономит количество подвоя. А небольшой диаметр привоя легко получить с очень молодых, привитых растений, в т.ч. и однолетних, что позволяет за пару лет быстро масштабировать производство привитого посадочного материала.

Исходя из этого, для развития каштановодства требуется дальнейшее изучение адаптивных свойств перспективных видов и сортов *Castanea*, а также внедрение новых и эффективных методов размножения, создание сортовых коллекций. Что в свою очередь позволит расширить культивирование каштана, как ценную пищевую культуру, в более северных регионах страны.

Библиографический список

1. Chestnut flour and applications of utilization [сайт] / A. Pasqualone, C. Summo, F. Caponio [et al.] // ResearchGate. – 2018. – URL: https://www.researchgate.net/publication/325644204_CHESTNUT_FLOUR_AND_APPLICATIONS_OF_UTILIZATION (датаобращения: 26.05.2025).
2. Целиакия: лабораторная диагностика, анализы у детей и взрослых, морфология и клинические проявления [сайт] // Autoimmun.ru. – URL: <https://autoimmun.ru/guide/zabolevaniya-zhkt/tseliakiya-laboratornaya-diagnostika-analzy-u-detey-i-vzroslykh-morfologiya-i-klinicheskie-proyavle/>
3. Дегтярева Светлана Ивановна, Дорофеева Валентина Дмитриевна, Шипилова Валентина Федоровна АНАЛИЗ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ CASTANEA SATIVA MILL. В ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ) // Лесотехнический журнал. 2021. №1 (41). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-ekologo-biologicheskikh-osobennostey-castanea-sativa-mill-v-prirodno-klimaticheskikh-usloviyah-tsentralno-chernozemnogo> (дата обращения: 22.05.2025).
4. Соколова В. В. Генофонд малораспространенных в Московском регионе древесных растений, созданный А. К. Скворцовым в Главном ботаническом саду РАН // *Аграрная наука–2022: материалы Всероссийской конференции молодых исследователей*. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2022. — С. [1594].
5. Мичурин И. В. Сочинения в четырех томах. Том III: Записные книжки и дневники / И. В. Мичурин ; под общ. ред. Б. А. Келлера, Т. Д. Лысенко. — Москва ; Ленинград : Сельхозгиз, 1940. — XXXII, 407 с., 13 л. ил., портр., факс.
6. Anagnostakis S. L. *Chestnut Breeding in the United States for Disease and Insect Resistance* [сайт] / Sandra L. Anagnostakis // ResearchGate. – 2015. – URL: https://www.researchgate.net/publication/274150774_Chestnut_Breeding_in_the_United_States_for_Disease_and_Insect_Resistance

УДК 581.46

ОСОБЕННОСТИ ЦВЕТЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ КЛЁНОВ (*ACER*L.) В ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОМ САДУ ИМЕНИ Р.И. ШРЕДЕРА

Калачев Петр Вячеславович, аспирант кафедры молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, petrynsony@gmail.com

Сахоненко Алексей Николаевич, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, sahonenko@rgau-msha.ru

Аннотация: В работе изучены репродуктивные системы некоторых видов клёнов (*Acer*L.) в Дендрологическом саду имени Р.И. Шредера и описаны обнаруженные отличия от литературных данных. Для 11 таксонов были отмечены сроки цветения в 2025 году.

Ключевые слова: клён, *Acer*, интродуцированные виды, цветение, репродуктивные системы, размножение.

Род Клён (*Acer* L.) относится к семейству Сапиндовые (Sapindaceae), подсемейству Конскокаштановые (Hippocastanoideae), трибе Клёновые (Aceraceae) и насчитывает более 160 видов [6]. В Дендрологическом саду имени Р. И. Шредера, на базе которого проходило исследование, произрастает более 24 видов клёнов, из которых у 11 таксонов были отмечены сроки цветения, у 2 – репродуктивные системы, отличающиеся от указанных в литературе.

Клён маньчжурский (*Acer mandschuricum* Maxim.) – вид из Приморского края, Кореи и Китая. В дендрарии представлен 26 деревьями, плодоносит и даёт самосев [1]. Обладает большим потенциалом как декоративная порода, особенно в южных областях. По литературным данным, для клёна маньчжурского характерна андромonoэция (образование мужских и обоеполых цветков на одном растении) [4]. В дендрарии Р.И. Шредера в мае-июне 2025 года были отмечены деревья с исключительно мужскими цветками, деревья с примерно равным распределением мужских и обоеполых цветков, дерево с преобладанием обоеполых цветков. В осенние периоды 2022, 2023 и 2024 годов проводился сбор плодов с исследуемых деревьев, и также было замечено, что многие деревья не плодоносят, некоторые образуют небольшое количество крылаток, а одно дерево плодоносит обильно. Есть предположение, что количество обоеполых цветков увеличивается по мере освещённости места произрастания – обильно плодоносящее дерево располагается на опушке, не плодоносящие – в затенённых местах.

Клён четырёхмерный (*Acer stachyophyllum* Hiern) – вид из горных лесов Китая, Индии, Бутана, Мьянмы и Непала [5]. В дендрарии представлен 4 кустовидными деревьями с большим количеством стволов высотой 3-4 метра. По литературным данным (довольно скудным для этого вида), является двудомным растением [5]. В дендрарии Р.И. Шредера клён четырёхмерный, вопреки этим данным, образует обоеполые и мужские цветки на одном растении. В каждом соцветии обычно встречаются оба типа цветков (Рис. 1). Наблюдения проводились в 2023–2025 годах. Одно из деревьев (в наиболее затенённом месте) не цветёт. По другим данным, для видов секции *Arguta*, куда входит *A. stachyophyllum*, характерна андродиоэция, но описания конкретных видов не приведены [3].



Рис. 2 - Обоеполый и мужской цветки *A. Stachyophyllum*

Репродуктивные системы рода Клён примечательны своим разнообразием. При этом общей чертой является недоразвитость тычинок в обоеполых цветках, поэтому функционально они выполняют роль женских цветков [3]. Более того, при исследовании *A. pensylvanicum* было обнаружено, что растения могут менять свой пол в обе стороны в зависимости от условий [2]. Поэтому вполне возможна адаптация репродуктивных систем других видов к условиям обитания.

В Таблице 1 приведены сроки цветения исследуемых видов клёнов в дендрарии Р.И. Шредера. В скобках указаны прогнозируемые даты окончания цветения, поскольку на момент написания статьи цветение некоторых видов продолжалось.

Таблица 1

Период цветения клёнов в дендрарии в 2025 году

Название вида	Период цветения
Бородатый (<i>A. barbinerve</i>)	2 декада апреля – 1 декада мая
Зеленокорый (<i>A. tegmentosum</i>)	3 декада апреля – 2 декада мая
Дланевидный (<i>A. palmatum</i>)	3 декада апреля – 3 декада мая
Завитой (<i>A. circinatum</i>)	
Ложнозибольдов (<i>A. pseudosieboldianum</i>)	
Маньчжурский (<i>A. mandshuricum</i>)	1 декада мая – 3 декада мая
Колосистый (<i>A. spicatum</i>)	2 декада мая – (1 декада июня)
Жёлтый (<i>A. ukurunduense</i>)	
Татарский (<i>A. tataricum</i>)	3 декада мая – (2 декада июня)
Татарский (подвид гиннала) (<i>A. tataricum</i> subsp. <i>ginnala</i>)	
Четырёхмерный (<i>A. stachyophyllum</i>)	

В результате исследования выявлены не описанные ранее в литературе репродуктивные системы у *A. mandshuricum* и *A. stachyophyllum*, а также отмечены сроки цветения 11 таксонов рода Клён; период цветения у самых ранних и самых поздних видов отличается более чем на месяц.

Библиографический список

1. Калачев, П. В. Коллекция клёнов (*Acer* L.) Дендрологического сада имени Р.И. Шредера / П. В. Калачев, А. Н. Сахоненко, Д. Л. Матюхин // Естественные и технические науки. – 2023. – № 4(179). – С. 28-39. – EDN MBBEQV.
2. Hibbs D. E., Fischer B. C. Sexual and vegetative reproduction of striped maple (*Acer pensylvanicum* L.) // Bulletin of the Torrey Botanical Club. – 1979. – P. 222-227.
3. Ogata K. A systematic study of the genus *Acer*. – 1967.
4. Трусов Н. А. Клён маньчжурский // Большая российская энциклопедия: научно-образовательный портал – URL: <https://bigenc.ru/c/klion-man-chzhurskii-8edaaf/?v=5234475>. – Дата публикации: 17.10.2022
5. http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=200013109, дата обращения: 02. 06. 2025
6. WFO (2023): *Acer* L. Published on the Internet; <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-4000000188>. Accessed on: 02 Jun 2023

УДК 635.925

ОЦЕНКА ДЕКОРАТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА РОДОДЕНДРОН (*RHODODENDRON* L.) ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОГО САДА ИМЕНИ Р. И. ШРЕДЕРА Г. МОСКВЫ

Ажам Батуль, аспирант кафедры декоративного садоводства и газоноведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ajambatoul@gmail.com

Научный руководитель: **Козлова Елена Анатольевна**, к.с.-х.н., доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kozlova.e@rgau-msh.ru

Аннотация: В данной работе дана оценка декоративным признакам нескольких видов рододендрона из коллекции Дендрологического сада им. Р.И. Шредера. Разработана новая шкала оценивания декоративности листьев рододендронов. Сделан вывод об уровне декоративности изучаемых растений.

Ключевые слова: рододендроны, декоративность, озеленение, ландшафтный дизайн

Исследования проводились в Москве на территории РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в Дендрологическом саду имени Р.И. Шредера. Объект исследования - растения из коллекции рододендронов, а именно: Р. Смирнова (*Rh. Smirnowii* Trautv.), Р. японский (*Rh. japonicum* Suring.), Р. канадский (*Rh. canadense* (L.) Torr.) и Р. остроконечный (*Rh. thymifolium* Turcz.).

Рододендроны (*Rhododendron* L.) на данный момент представляют большой научный и практический интерес. Род включает около 1300 видов, а история интродукции рододендронов составляет более 300 лет, что привело к созданию около 10000 сортов. За счет своей долговечности, декоративности и разнообразия рододендроны являются весьма востребованы для интродукции в декоративных целях [3, 1]. Сейчас только в озеленении используется более 100 основных сортов, а кроме того, рододендроны активно применяются как эфиромасличные, лекарственные и даже съедобные растения, несмотря на их ядовитость [4].

В условиях московского климата начало вегетации рододендрона - апрель, когда среднесуточная температура стабилизируется около +10 °С, однако погодные условия могут значительно повлиять на время наступления фенологических фаз. Период цветения рододендронов варьируется, но чаще всего начинается ближе к концу мая и продолжается до середины июня. Для большинства видов характерно более раннее цветение (на несколько недель раньше) при условии теплой весны. Однако поздние заморозки весьма негативно влияют на рост растений [2], в том числе часто приводят к гибели почек или рано распустившихся цветов. Цветение у большинства рододендронов обильное и пышное, цветки весьма разнообразны по форме и окраске, что делает рододендроны хорошим декоративным растением для озеленения территории.

У листопадных видов рододендрона в Москве листопад наступает в сентябре и заканчивается в октябре. Вечнозеленые виды могут сохранять листья на протяжении всей зимы. Завершение вегетации рододендронов тесно связано с температурными условиями среды [2]. Окраска осенней листвы у листопадных видов также весьма разнообразна, а сохранение листвы в течение всего года у нелистопадных позволяет говорить об уникальности этих растений для использования в ландшафтном дизайне в условиях российского климата.

Основную оценку декоративности проводили на основе методики Н.В. Котеловой, О.Н. Виноградовой, Н.С. Гречко и Г.Е. Мисник и Л.М. Фурсовой. Однако мы посчитали нужным обратить особое внимание на оценку декоративности листьев рододендронов, поскольку они у представителей данного рода достаточно похожи между собой и не могут быть достоверно оценены в соответствии с листьями других растений.

Листья рододендронов сильно варьируют по форме, окраске, характеру и степени опушения [5]. В основном они мономорфные (редко диморфные), располагаются на концах ветвей очередно или супротивно. Могут быть кожистыми или почти кожистыми, округлыми и клиновидными у основания, остроконечными или тупыми.

Итак, нами была разработана шкала оценки декоративности листьев рододендронов для периода роста листьев у всех видов, листопадных и нелистопадных.

5 баллов – листья крупные, кожистые, темно- или ярко-зеленые, остроконечные, листовая пластинка плоская или несколько изогнутая по средней жилке;

4 балла – листья зеленые, крупные, округлые или остроконечные, листовая пластинка плоская;

3 балла – листья средние, бледно-зеленые или желто-зеленые, округлые, листовая пластинка плоская;

2 балла – листья мелкие, зеленые, коричнево-зеленые или оранжево-зеленые, края листа слегка скручены;

1 балл – листья мелкие, коричневые, оранжевые или желтые, тупые, края сильно скручены;

0 баллов – листья отсутствуют.

Таким образом была заполнена таблица оценки декоративных свойств изучаемых видов рододендронов (таблица 1).

Таблица 1.

Оценка декоративности рододендронов

Признак/ Вид	Р. Японский (<i>Rh. japonicum</i> Suring.)	Р. Смирнова (<i>Rh. Smirnowii</i> Trautv.)	Р. канадский (<i>Rh. canadense</i> (L.) Torr.)	Р. остроконечный (<i>Rh. thymifolium</i> Turcz.)
Форма кроны	3	2	3	2
Форма листа	3	5	2	4
Структура и цвет коры	1	2	1	2
Цвет листьев в осенний период	3	0	2	5
Размер цветка	4	5	0	0
Плотность соцветия	2	3	0	0

На основе полученной таблицы был составлен график, наглядно демонстрирующий оценку различных характеристик рассмотренных видов (рисунок 1).

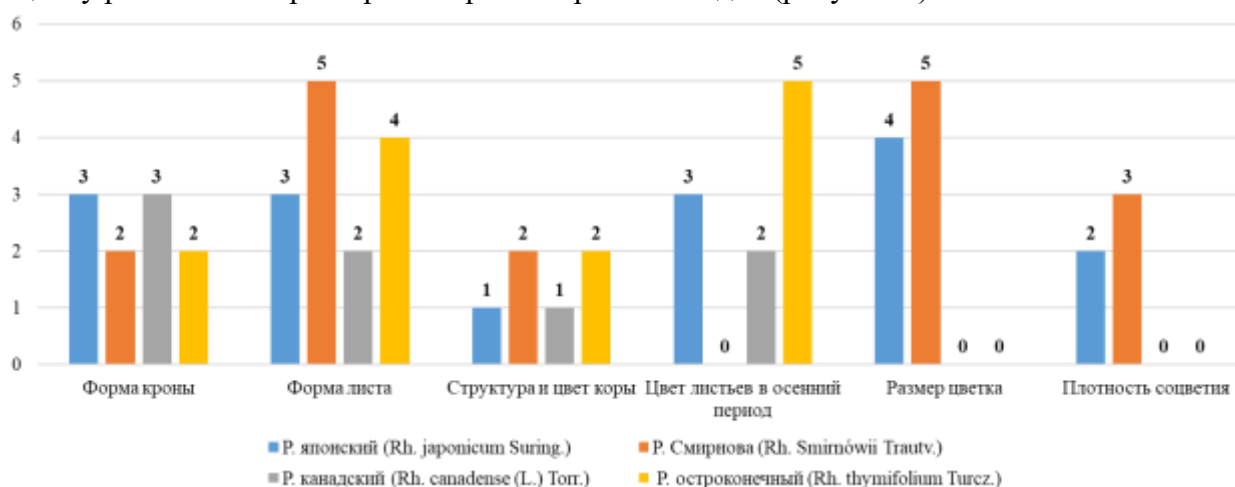


Рис.. Оценка декоративности рододендронов (баллы)

Таким образом, наибольшей декоративностью обладают листья и цветы рододендрона Смирнова, а осенняя окраска получила наивысший балл у рододендрона остроконечного. Суммарный балл составил 8 – у рододендрона канадского, 13 – у рододендрона остроконечного, 16 и 17 – у рододендронов японского и Смирнова соответственно, что свидетельствует об их высокой декоративной ценности.

Библиографический список

1. Zhou, X. Biochemical and proteomics analyses of antioxidant enzymes reveal the potential stress tolerance in *Rhododendron chrysanthum* Pall / Zhou X., Chen S., Wu H., Yang Y., Xu H. // *Biology Direct*. - 2017. - № 12:10. - С. 110 -119.
2. Васильева, О. Г. Перспективы использования рододендронов в городском озеленении и возможности применения биотехнологических методов для их массового размножения / О. Г. Васильева, Т. С. Стахеева, Л. Н. Коновалова // *Ландшафтная архитектура в эпоху глобализации*. – 2024. – № 2. – С. 25-36.
3. Володько, И. К. Эколого-биологические основы интродукции рододендронов (*Rhododendron* L.) в условиях Беларуси : учебник / И. К. Володько, Ж. А. Рупасова, В. В. Титок. - Минск: Белорусская наука. 2015. - 269 с.
4. Моржина, В. А. Лекарственные растения, обладающие общетонизирующей и адаптогенной активностью: рододендрон Адамса и лимонник китайский / В. А. Моржина // *Бюллетень медицинских интернет-конференций*. – 2016. – Т. 6, № 5. – С. 903.
5. Абрамчук, А. В. Рододендроны в дизайне сада / А. В. Абрамчук, М. Ю. Карпучин // *Аграрное образование и наука*. – 2020. – № 2. – С. 1.

ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ ИМЕНИ В.П. ГОРЯЧКИНА

Инновационная техника и технологии в АПК

УДК: 631.6.02:631.862

МЕТОДЫ ВНЕСЕНИЯ СТОКОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПОЛЯ

Филимонов Дмитрий Александрович, ассистент кафедры тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, filimonov.dmitrii@rgau-msha.ru

Евграфов Алексей Владимирович, д.т.н., доцент кафедры тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, labpoliv@list.ru

Аннотация. В статье описывается технология утилизации сточных вод животноводческих комплексов путём их внесения в почву сельскохозяйственных полей. Рассматриваются различные методы внесения, включая орошение дождеванием, внутрипочвенный и поверхностный поливы, а также распределение с помощью систем жидкого внесения удобрений.

Ключевые слова: утилизации сточных вод животноводческих комплексов, системы жидкого внесения удобрений, экология.

Завершающей операцией утилизации сточных вод животноводческих комплексов является их внесение в почву сельскохозяйственных полей по производству продукции растениеводства. Наибольшее распространения получили следующие методы их внесения:

1. Орошение сельскохозяйственных культур дождеванием;
2. Внутрипочвенный полив;
3. Поверхностный полив по бороздам или полосам;
4. Распределение по полю с помощью систем жидкого внесения удобрений [1].

Полив сельскохозяйственных культур дождеванием можно проводить в течение всего вегетационного периода, при этом стоки животноводческих комплексов подаются к

дождевальным машинам из лагун после их обеззараживания, о чем говорилось выше. Применение данной технологии предусматривает предварительное разбавление стоков водой в соотношении 1:3-10, поскольку они содержат высокие концентрации минеральных соединений, что негативно сказывается при попадании капель на листовую поверхность сельскохозяйственных растений. Следует отметить, что при данной технологии внесения на полях запрещено возделывания продукции растениеводства, которая может идти в пищу без тепловой обработки, так, как в разбавленных животноводческих стоках сохраняется высокая вероятность наличия гельминтов, кишечной палочки и других болезнетворных организмов. Уровень грунтовых вод должен находиться на глубине не менее 2 метров, для минимизации риска их загрязнения минеральными веществами, в основном азотными соединениями в нитратной и аммонийной формах.

Внесение разбавленных животноводческих стоков может, осуществляется дождевальными машинами стационарного, находящимися на одной позиции, полустационарного, перемещаемые с позиции на позицию и мобильного, перемещаемы по полям, при этом подача поливной воды производится по стационарным или сборно – разборным трубопроводам, а также гибким шлангам.

Поверхностный полив заключается в том, что по уклону поля нарезают борозды, при возделывании пропашных культур, кормовая свекла и т.д., или полосы при выращивании растений сплошного сева, многолетние травы, соя овес, рапс, злаковые, по которым пускается поток воды, и при передвижении он впитывается в почву, следует отметить, что данные способы орошения при утилизации сточных вод животноводческих комплексов используется редко, по причине необходимости планировки поверхности полей и нарезки борозд и полос каждый раз перед посевом культур, за исключением вариантов возделывания многолетних растений.

Метод внесения стоков животноводческих комплексов с помощью систем жидкого внесения удобрений получил большее распространение, чем выше перечисленные, его преимущество заключается в том, что он не требует высоких капитальных затрат на строительство инфраструктуры оросительных систем, однако внесение стоков животноводческих комплексов возможно только во вневегетационный период, то есть два раза в год весной и осенью. Для этих целей широкое распространение получили спредеры или машины для внесения жидких удобрений, которые производят самозагрузку из лагун и навозохранилищ, транспортировку и внесение на поле, которые представлены в таблице 1 и на рисунке 1, выпускаемые отечественной промышленностью и поставляемые на наш рынок, следует отметить, что данные машины выпускаются на шинах низкого давления для снижения уплотняющего воздействия на почву [2,3].

Внесение стоков животноводческих комплексов, в весенний период приурочивают к допосевному (основному) внесению удобрений, которое является основным, в данный период вносится 2/3 – 3/4 объема годового. При поверхностном распределении по полю следующей операцией является запашка внесенных стоков, которая производится плугами, дисковыми боронами или культиваторами.

Осеннее внесение стоков животноводческих комплексов, как правило, проводят под зябликовую вспашку. Следует отметить, что внесение избыточного количества азота ведет к негативным последствиям для сельскохозяйственных растений, таких как их полегание, поражение вредителями, ухудшения качества, поэтому концентрация аммонийных соединений в сточных водах, при внесении их в качестве удобрений является одним из основных требований для их применения [4].

К достоинству данной технологии внесения предварительно подготовленных сточных вод животноводческих комплексов следует отнести отсутствие затрат на строительство и эксплуатацию системы трубопроводов, насосных станций и арматуры, необходимости планировки полей и ежегодной нарезки поливных борозд и полос, по сравнению с оросительными системами, возможность возделывания на полях культур употребляемых в пищу в сыром виде без предварительной тепловой обработки, поскольку болезнетворные

микроорганизмы, такие как гельминты и бактерии кишечной палочки после весеннего внесения стоков погибают в течении вегетационного периода, за счет обеззараживающего свойства почв, при этом нет необходимости соблюдать требования к санитарным зонам, поскольку нет попадания загрязняющих веществ в атмосферу [5].

Таблица 1

Технические характеристики спредеров

Технические характеристики	Ед. измерения	Производитель, марка машины			
		«Орёлстроймаш» МВ-4,2	Fimaks - 10000	«Бобруйскагроماش» МЖУ – 20	Бобруйскагроماش» МЖУ – 25
Производительность	т/ч	20	25 – 30	45 – 65	74
Агрегатируемость	тс	1,4-2	1,4-2	4 – 5	5 и выше
Количество обслуживающего персонала	чел	1	1	1	1
Транспортная скорость	км/ч	25	25	20	20
Доза внесения удобрений	т/га	6 – 12		40 – 80	40 – 80
Масса	кг	1600	3400	8500	7350
Время самозагрузки	мин	5	7	10 – 12	10
Глубина забора при самозагрузке	м	6	4	3,5	2,8
Ширина внесения	м	6 – 12	5 – 10	н/д	н/д
Рабочая скорость	км/ч	6 – 12	6 – 10	8 – 12	8 – 12



А) «Орёлстроймаш» МВ-4,2



Б) Fimaks - 10000



В) «Бобруйскагромаш» МЖУ – 20

Рис. 1. Жидкие разбрасыватели удобрений

Спредеры могут агрегатироваться с системами внутрипочвенного внесения стоков животноводческих комплексов, с глубиной заделки 10 – 30 см.

Таким образом, можно сделать заключение что наиболее предпочтительным способом внесения стоков животноводческих комплексов является способ их распределения по полю с применением спредеров.

Библиографический список

1. Результаты экспериментальных исследований влияния электрических полей на содержание аммония в животноводческих стоках / О. Н. Дидманидзе, А. В. Евграфов, Н. Н. Пуляев, Д. А. Филимонов // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 5. – С. 4-9. – DOI 10.26897/2687-1149-2024-5-4-9. – EDN DVLOZY.
2. Методика обеспечения экологически безопасной утилизации животноводческих стоков на сельскохозяйственных полях орошения / О. Н. Дидманидзе, А. В. Евграфов, Н. Н. Пуляев [и др.]. – Москва : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – 164 с. – ISBN 978-5-00227-323-2. – EDN PBVYGG.

3. Самсонова, Н.Е. Ресурсосберегающее использование удобрений в адаптивно-ландшафтном земледелии: учебное пособие / Н.Е. Самсонова – Смоленск: ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА», 2014. – 56 с.

4. Evgrafov, A. Experimental studies on the effect of electric field on ammonium nitrogen compounds in livestock wastewater / A. Evgrafov, D. Filimonov, N. Perevozchikova // E3S Web of Conferences : XI International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development, Termez, Uzbekistan, 31 октября – 02 2024 года. – Termez, Uzbekistan: EDP Sciences, 2025. – P. 5009. – DOI 10.1051/e3sconf/202561305009. – EDN SIYONQ.

5. Дидманидзе, Р. Н. Повышение эффективности производственных процессов с обеспечением конкурентоспособности продукции / Р. Н. Дидманидзе, А. С. Гузалов // Доклады ТСХА : Материалы международной научной конференции, Москва, 05–07 декабря 2017 года. Том Выпуск 290, Часть 2. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018. – С. 91-93. – EDN UPRGQE.

УДК 631.6:624.131.276:614.849

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРОЛИВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ИЗМЕНЕНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ

Гузалов Артембек Сергеевич, к.т.н., доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, aguzalov@mail.ru

Москвичев Дмитрий Александрович, к.т.н., доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, moskvichev@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье приведены результаты экспериментальных исследований по способности к самовозгоранию торфяных почв, на примере Рязанской области при проливе дизельного топлива в условиях проведения полевых работ.

Ключевые слова: самовозгорание, торфяная почва, объемная плотность, пожары, земли сельскохозяйственного назначения, дизельное топливо.

В полевых условиях работы сельскохозяйственной техники проводят следующие виды технического обслуживания: заправка топливом и техническими жидкостями, мойку и чистку, технический осмотр и ремонт. Как правило в период посевных и уборочных работ рабочий день может длиться более 10 часов, что обуславливает интенсивность использования машин и агрегатов, задействованных в производственном процессе.

Заправка эксплуатационными материалами в полевых условиях представляет особую сложность. Пропливы топлива могут составлять до 2000 кг за сезон производства полевых работ. [1]. По литературным данным пролив топлива составляет 116,7 г. на тонну [2]. В химический состав дизельного топлива входят три подгруппы углеводородных соединений, таких как: алканы 10 – 40%; нафтены 20 – 60%; ароматические углеводороды 15 – 30%. Таким образом, насыщение торфяной почвы указанными выше углеводородами создает предпосылку к возникновению очагов тления или горения в верхнем пожароопасном слое торфа, что особенно актуально при высоких температурах воздуха, малом количестве осадков и низком расположении грунтовых вод.

Для проведения экспериментальных исследований использовался торф, отобранный в Рязанской области на осушенном торфяном массиве Кальское, используемом в сельскохозяйственном обороте для выращивания многолетних трав. Образцы торфяной почвы отбирались в трех локациях торфяной залежи. Точечные (единичные) пробы отбирали буром. Из точечных (единичных) проб, отобранных с элементарного участка, составляли объединенную пробу. Каждую объединенную пробу составляли из 20 точечных проб. Масса объединенной пробы составляла не менее 1000 г [3].

Характеристики торфа приведены в таблице, из анализа которых видно, что он обладает высокой степенью разложения 52,5, высокой зольностью 89,6% и низким содержанием углерода 10,4, что характеризует ее как не пожароопасную обладающую высокой энергией активации, то есть требующую высоких температур для возникновения очагов тления [4].

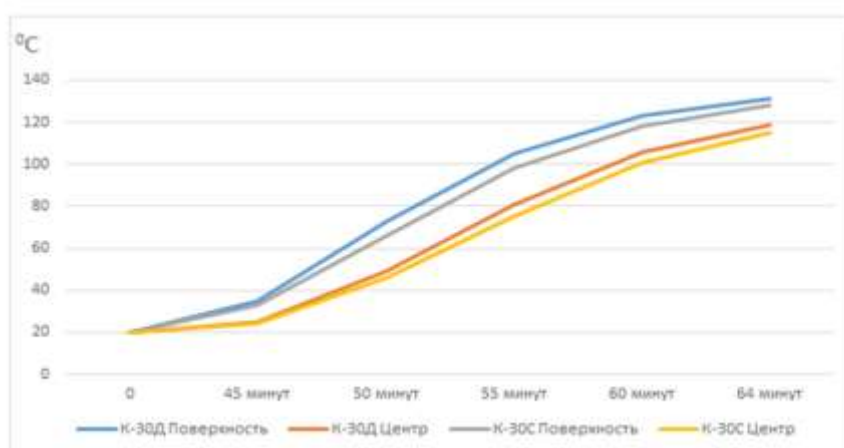
Таблица

Химический состав образцов торфа

Гигроскопическая влажность, %	Сера подвижная, млн ⁻¹	Массовая доля железа, млн ⁻¹	Массовая доля зольности, %	Общий (органический) углерод	Метод степени разложения	Гигроскопическая влажность, %
ГОСТ 5180	ГОСТ 26490	М МВИ-80-2008	ГОСТ 27784-88	Метод сухого сжигания	ГОСТ 10650	ГОСТ 5180
3,6	9,3	91	89,6	10,4	52,5	3,6

Для проведения эксперимента использовались образцы торфа, обработанные дизельным топливом и не обработанные. Обработка производилась следующим образом, предварительно высушенная до абсолютно сухого состояния торфяная почва загружалась в контейнер К-30 цилиндрической формы изготовленный из латунной сетки диаметром и высотой 30 мм [5]

Далее образцы торфа загружались в экспериментальную установку, где создавался температурный режим. Из анализа полученных данных видно, что самовоспламенение



образца торфа в контейнере К-30Д произошло на 64 минуте испытаний при температуре 131°C на его поверхности, что сопровождалось активным задымлением [6] с образованием очагов тления на его поверхности, а не в центре. Следует отметить, что температура теплофизического центра была ниже, чем поверхности рисунок 1.

Рис. 1. Динамика самовоспламенения торфа, обработанного дизельным топливом, К-30Д, по сравнению с необработанным образцом, К-30С при одинаковой объемной плотности 1,1 г/см³.

Образец не обработанный дизельным топливом не самовоспламенился и его температуры поверхности и центра были ниже, чем в образце обработанным дизельным топливом. Также на рисунке 2 представлена динамика разогрева поверхности торфяной почвы с обработкой дизельным топливом и не обработанной, из которой видно, что не обработанные образцы имели более низкую температуру поверхности.

Следует отметить, что если температура превышает значения, при которых возникает самовозгорание [7], данный процесс отмечается более длительным накоплением энергии в центре нагреваемого материала, то он вынужденно возникает на поверхности.

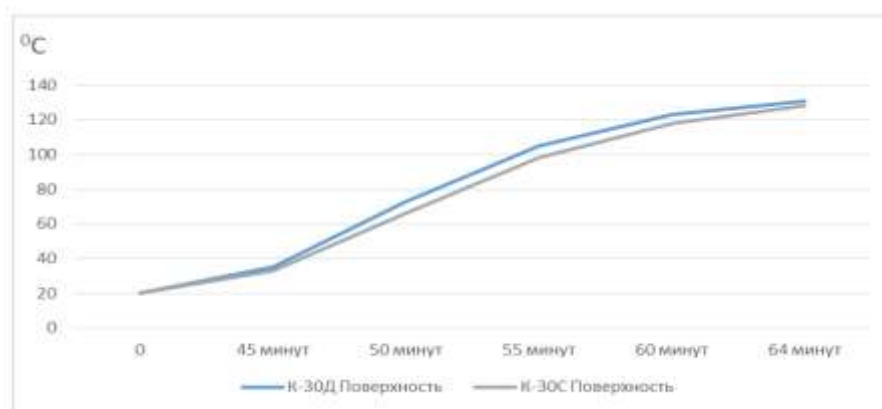


Рис. 2. Динамика разогрева поверхностей образцов К-30Д и К-30С до самовоспламенения торфяной почвы обработанной дизельным топливом при объемной плотности 1,1 г/см³.

Таким образом из результатов экспериментальных исследований видно, что обработанный дизельным топливом торф имеет энергию активации значительно ниже чем не обработанный, и соответственно более низкую температуру самовоспламенения.

Работа выполнена за счет средств гранта Российского научного фонда №24-16-00081 <https://rscf.ru/project/24-16-00081/>

Библиографический список

1. Хрестенко, Р. В. Определение параметров загрязнения атмосферы городской среды от проливов бензина и технических жидкостей автотранспорта и совершенствование методов его снижения: специальность 21.10.00: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Хрестенко Руслан Владимирович, 2022. – 164 с.
2. Результаты исследований пожароопасности торфа в зависимости от степени его разложения на землях сельскохозяйственного назначения / О. Н. Дидманидзе, А. В. Евграфов, Н. Н. Пуляев, А. С. Гузалов // Природообустройство. – 2024. – № 4. – С. 26-33.
3. Experimental Studies on Peat Soils' Fire Hazard Based on Their Physical and Chemical Properties: The Vasilievsky Mokh Deposit Beneath the Tver Region Agricultural Lands / O. N. Didmanidze, A. V. Evgrafov, A. S. Guzalov [et al.] // Fire. – 2025. – Vol. 8, No. 2. – P. 68.
4. Methods of analyzing the structure of the modular car park and the intensity of its operation / O. V. Vinogradov, D. A. Moskvichev, O. N. Didmanidze, E. P. Parlyuk // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. – 2019. – Vol. 6, No. 3. – P. 5289-5292. – DOI 10.5281/zenodo.2592821.
5. Дидманидзе, О. Н. Экспериментальные исследования возникновения очагов самовозгорания на торфяных почвах Тверской области / О. Н. Дидманидзе, А. В. Евграфов, А. С. Гузалов // Природообустройство. – 2024. – № 5. – С. 37-42.
6. Evgrafov, A. Experimental studies of temperature-dynamic properties of peat soils in agricultural lands / A. Evgrafov, A. Guzalov, D. Moskvichev // E3S Web of Conferences : XI International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development, Termez, Uzbekistan, 31 октября – 02 2024 года. – Termez, Uzbekistan: EDP Sciences, 2025. – P. 5003.
7. Дидманидзе, О. Н. Результаты исследований температурного режима осушаемой торфяной почвы / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, А. В. Евграфов // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 1. – С. 45-49.

УДК: 621.926

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Дмитрий Юрьевич Петрик, соискатель кафедры тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, petrick.dmitry2016@yandex.ru*

Аннотация. В статье проведен анализ эффективности внедрения технологии ультразвуковой очистки деталей сельскохозяйственной техники. Материалами исследования выступают технологические процессы ультразвуковой очистки деталей сельскохозяйственной техники в виде распылителей форсунок двигателя трактора МТЗ-82. Методами исследования выступают опытно-производственные процессы очистки деталей сельскохозяйственной техники трактора МТЗ-82 в виде распылителя форсунки двигателя трактора в рамках натурных исследований на ультразвуковой установки УЗДН-А с постоянной частотой колебаний.

Ключевые слова: технология, ультразвуковая очистка, детали сельскохозяйственной техники, эффективность, опытно-производственные условия.

Введение. Для поддержания сельскохозяйственных машин в работоспособном состоянии применяется комплекс ремонтно-обслуживающих воздействий [1]. Одним из ее видов является очистка. Очистка загрязненных поверхностей деталей машин сельскохозяйственного назначения является начальной операцией процессов технического обслуживания и ремонта. Необходимость очистки загрязнённых поверхностей деталей сельскохозяйственной техники обусловлена наличием на них отложившихся при эксплуатации разнообразных по составу, свойствам, толщине и прочности сцепления загрязнений. Известно, что неполное удаление загрязнений с поверхностей деталей машин при техническом сервисе снижает их ресурс на 20%...30% [2]. Качественная очистка объектов достигается за счет комплексного физико-химического и механического воздействия моющей струи на загрязненные поверхности деталей машин сельскохозяйственного назначения. Физико-химический фактор обеспечивается применением нагретых моющих растворов, что связано со значительными материальными затратами на приобретение и нагрев этих растворов при неблагоприятном воздействии их на окружающую природную среду. Во многих отраслях промышленности все более широкое применение находят ультразвуковые технологические процессы, в которых используются многофазные среды.

Цель данной статьи - анализ эффективности внедрения технологии ультразвуковой очистки деталей сельскохозяйственной техники.

В рамках обоснования технологии ультразвуковой очистки деталей сельскохозяйственной техники в рядке наших работ [3] было определено, что при разработке технологических процессов очистки следует учитывать свойства загрязнений.

С целью выявления наиболее важных факторов интенсификации процессов очистки деталей в погружных моечных машинах проведен эксперимент, учитывающий три фактора: время очистки, температуру моющего средства, концентрацию водного раствора моющих компонентов. Критерием эффективности выбран процент смытого загрязнения. В рамках проведения серии опытов были получены результаты влияния расстояния очищаемой поверхности от излучателя на уровень очистки от загрязнений деталей при различных продолжительности и температуре очистки. Сделан вывод о том, что при продолжительности процесса очистки 12 мин, температуре моющего раствора 70 °С и расстоянии очищаемой поверхности от излучателя на уровне 10 мм процент смытого загрязнения максимален.

Был проведен эксперимент процесса очистки деталей сельскохозяйственной техники от СОЖ в погружных моечных машинах с применением ультразвуковых колебаний. Для интенсификации процесса очистки деталей сельскохозяйственной техники от остатков СОЖ были определены конкретные концентрации димера, лабомида и кальцинированной соды. Для интенсификации процесса очистки деталей сельскохозяйственной техники

использовалась ультразвуковая установка УЗДН-А с постоянной частотой колебаний. Степень очистки деталей сельскохозяйственной техники оценивалась отношением массы загрязнителя, удаленного с ее поверхности, к его начальной массе, в процентах. Полученные математические модели степени очистки деталей сельскохозяйственной техники (для марок конструкционных углеродистых сталей и цветных металлов) от СОЖ, позволили определить наиболее эффективные технологические параметры интенсификации процесса очистки: концентрация моющих растворов 15...20%; рабочая температура для димера 20...30 °С, для лабомида 70...80 °С, для кальцинированной соды 80...90 °С. Установлено, что наиболее энергоэффективным и безопасным моющим раствором является димер, а применение лабомида при ультразвуковой очистке не целесообразно вследствие его повышенного пенообразования. Также установлено, что время нахождения деталей сельскохозяйственной техники в машине и количество топливных отложений на поверхности деталей сельскохозяйственной техники существенно не влияют на степень очистки.

Полученные математические модели для очистки деталей сельскохозяйственной техники марок конструкционных углеродистых сталей и цветных металлов от СОЖ, позволили определить наиболее эффективные технологические параметры интенсификации процесса очистки:

- концентрацию моющих растворов 15...20%;
- рабочую температуру для димера 20...30 °С, для лабомида 70...80 °С, для кальцинированной соды 80...90 °С.

Наиболее энергоэффективным и безопасным моющим раствором является димер. При ультразвуковой очистке использование лабомида не целесообразно вследствие его повышенного пенообразования. Также на процесс очистки детали в ультразвуковой ванне наибольшее влияние оказывает температура раствора и продолжительность процесса очистки.

Была разработана технология и система оборудования для ультразвуковой очистки деталей. Оборудование состоит из двух компонентов:

- резервуар для жидкого раствора объемом 5 литров. Резервуар разработан под конкретный тип деталей – распылитель форсунки двигателя трактора МТЗ-82;
- ультразвуковая установка УЗДН-А. Большинство ультразвуковых генераторов принимают стандартный вход переменного тока с частотой 50 – 60 Гц, а затем превращают его в постоянный. Размеры варьируются от настольных блоков от 200 Вт до больших блоков мощностью 1000 Вт [4]. Преобразователи могут быть прикреплены к резервуару или может быть использован погружной преобразователь. Количество и положение таких преобразователей определяются размером и конфигурацией деталей, размером резервуара и т.п. В зависимости от вида загрязнений целесообразно использовать следующие значения интенсивности ультразвуковой установке УЗДН-А для распылителей форсунок:

- до 1-3 Вт/см² – для легких загрязнений (масляных и жировых);
- от 3 до 10 Вт/см² – для средних загрязнений;
- более 10 Вт/см² – для сильных загрязнений (лаковых пленок, травильных шламов);
- до 100 Вт/см² – для очистки протяженных каналов малого диаметра.

Технология включает этапы очистки в ультразвуковой ванне [5]:

1. Этап предварительного замачивания, который очень важен для эффективности системы. На этом этапе деталь помещают в нагретый моющий раствор димера, удаляющий всю химически растворимую грязь и общие загрязнения. Время предварительного этапа замачивания распылительных форсунок двигателя трактора МТЗ – 5 мин, температура замачивания – 20 °С.

2. Основной этап ультразвуковой очистки, при котором очистка выполняется с помощью кавитации в растворе. Режим основного этапа ультразвуковой очистки распылительных форсунок включает такие параметры: концентрацию моющих средств 15...20%; рабочие температуры для димера 20...30 °С, для лабомида 70...80 °С, для кальцинированной соды 80...90 °С; время очистки – 5 минут.

3. Этап посточистки детали, после основного этапа ультразвуковой очистки. На данном этапе ультразвуковая очистка применяется в отношении уже очищенной детали, но без использования реагентов для интенсификации для обеспечения общего повышения эффективности. Время дополнительной очистки в дистиллированной воде распылительных форсунок двигателя трактора МТЗ после основного этапа – 5 мин, температура – 20 °С.

На основании проведенных исследований и полученных результатов лабораторных исследований разрабатывался процесс очистки деталей сельскохозяйственной техники трактора МТЗ-82 в рамках натурных исследований в деятельности АО АгроИнновационное Содружество «ФермаРоста» (Московская область). На рисунке 1 представлены детали сельскохозяйственной техники трактора МТЗ в виде распылителей форсунки двигателя трактора, которые поддавались процессу очистки.



Рис. 1 Детали сельскохозяйственной техники трактора МТЗ-82 в виде распылителей форсунки двигателя трактора

В таблице 1 показаны различные параметры процесса очистки на ультразвуковой установке УЗДН-А с постоянной частотой колебаний, такие как температура, загрязнение и время очистки компонентов. Эти данные фиксировались ежедневно, когда проводились эксперименты. Каждый день семь единиц деталей сельскохозяйственной техники трактора МТЗ в виде распылительных форсунок были очищены на ультразвуковой установке УЗДН-А с постоянной частотой колебаний

Таблица 1

Параметры проведения натурных испытаний очистки деталей сельскохозяйственной техники трактора МТЗ-82 в виде распылителя форсунки двигателя трактора

Дата	Температура, °С				Загрязнение мг/100мл	Время очистки, мин			
	I	II	III	IV		I	II	III	IV
12.08.2023	56	56	56	70	21,2	6	5	5	5
13.08.2023	56	57	56	70	25,6	5	6	5	6
14.08.2023		56	57	56	70	28,2	5	5	5
15.08.2023		57	56	56	70	32,2	5	4	5
16.08.2023		56	56	57	70	36,2	5	6	5
17.08.2023		57	57	56	70	36,8	5	4	5
18.08.2023		56	56	57	70	38,4	5	6	5

Из результатов очистки натурных испытаний деталей сельскохозяйственной техники трактора МТЗ-82 в виде распылителя форсунки двигателя трактора (табл. 2) видно, что для всех исследуемых деталей наблюдается степень очистки свыше 95%.

Таблица 2

Результата очистки натуральных испытаний деталей сельскохозяйственной техники трактора МТЗ-82 в виде распылителя форсунки двигателя трактора

Дни	Степень очистки, % по деталям						
	1	2	3	4	5	6	7
12.08.2023	97	97	97	97	97	97	97
13.08.2023	97	97	97	97	97	97	97
14.08.2023	96	96	96	96	96	96	96
15.08.2023	96	96	97	97	97	97	97
16.08.2023	97	97	97	97	97	97	96
17.08.2023	97	97	97	96	96	96	97
18.08.2023	96	96	96	97	97	97	96

Таким образом, опытно-производственная проверка и внедрение разработанного технологического процесса показала эффективность разработанной технологии очистки деталей сельскохозяйственной техники трактора МТЗ-82 на специализированных предприятиях по ремонту деталей сельскохозяйственной техники.

Выводы. В результате проведения анализа обоснованной технологии ультразвуковой очистки деталей сельскохозяйственной техники наиболее энергоэффективным и безопасным моющим раствором обоснован димер. Показано, что на процесс очистки детали в ультразвуковой ванне наибольшее влияние оказывает температура раствора и продолжительность процесса очистки.

Опытно-производственная проверка и внедрение разработанного технологического процесса показала эффективность разработанной технологии очистки деталей сельскохозяйственной техники трактора МТЗ-82 на специализированных предприятиях по ремонту деталей сельскохозяйственной техники: для всех исследуемых деталей обеспечивается степень качества очистки свыше 95%.

Библиографический список

1. Методика оценки технического состояния ЦПГ автотракторных двигателей / О. Н. Дидманидзе, С. Н. Девянин, А. И. Сучков [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Сам Полиграфист", 2023. – 83 с.
2. Тойгамбаев, С. К. Организация и расчет участка технического обслуживания и ремонта автомобилей / С. К. Тойгамбаев, О. Н. Дидманидзе, А. С. Гузалов // Международный технико-экономический журнал. – 2020. – № 5. – С. 69-77. – DOI 10.34286/1995-4646-2020-74-5-69-77.
3. Петрик Д.Ю., Корнеев В.М., Петрик В.Ю. Факторы интенсификации процессов очистки деталей в погружных моечных машинах (на примере ультразвукового метода очистки) // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. №1 (127). 101. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.127.24>.
4. Петрик Д.Ю., Корнеев В.М., Петрик В.Ю. Интенсификация процесса очистки деталей в погружных моечных машинах // Агроинженерия. 2022. Т. 24, No 5. С. 73-77. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-5-73-77>.
5. J. Li, R.D. Sanderson, E.P. Jacobs, Ultrasonic cleaning of nylon microfiltration membranes fouled by Kraft paper mill effluent, J. Membr. Sci. 205 (2002) 247– 257.

СОВРЕМЕННЫЕ ТРАКТОРЫ: КАК АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕНЯЕТ АГРАРНЫЙ СЕКТОР

Москвичев Дмитрий Александрович, к.т.н., старший преподаватель кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, moskvichev@rgau-msha.ru

Аннотация: Современные тракторы играют ключевую роль в аграрном секторе, обеспечивая эффективность и производительность сельскохозяйственных процессов. Автоматизация, внедрение новых технологий и инновационных решений значительно изменяют подход к обработке земли, посеву, уходу за культурами и сбору урожая. В данной статье рассматриваются основные аспекты автоматизации тракторов, их влияние на производительность и устойчивость аграрного сектора, а также перспективы будущего, которые открывают новые возможности для фермеров и агрономов.

Ключевые слова: Современные тракторы, автоматизация, аграрный сектор, технологии, производительность, устойчивое сельское хозяйство, инновации.

Аграрный сектор является одной из важнейших отраслей экономики, обеспечивающей продовольственную безопасность и устойчивое развитие [1]. В последние десятилетия наблюдается значительное увеличение интереса к автоматизации процессов в сельском хозяйстве [2]. Современные тракторы, оснащенные передовыми технологиями, становятся не только основным инструментом для выполнения сельскохозяйственных работ, но и важным элементом в системе управления аграрными хозяйствами [3]. В данной статье мы рассмотрим, как автоматизация меняет аграрный сектор, какие технологии используются в современных тракторах и как они влияют на производительность и устойчивость сельского хозяйства [4].

1. Автоматизация тракторов: что это такое?

Автоматизация тракторов включает в себя внедрение различных технологий, которые позволяют осуществлять управление машинами с минимальным участием человека [5]. Это может включать системы GPS-навигации, автоматизированные системы управления, датчики и сенсоры, а также программное обеспечение для анализа данных [6]. Современные тракторы могут выполнять задачи, такие как посев, обработка почвы, внесение удобрений и сбор урожая, с высокой точностью и эффективностью [7].

2. Технологии, используемые в современных тракторах

Современные тракторы оснащены множеством технологий, которые способствуют повышению их функциональности и производительности. К основным из них можно отнести:

Системы GPS-навигации: Позволяют точно определять местоположение трактора на поле, что минимизирует ошибки при выполнении работ и увеличивает эффективность использования ресурсов. Современного трактор КИРОВЕЦ К-530Т представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Современный трактор КИРОВЕЦ К-530Т

Автопилот: Системы автоматического управления позволяют трактору работать без постоянного контроля со стороны оператора, что освобождает время для выполнения других задач.

Датчики и сенсоры: Они помогают отслеживать состояние почвы, уровень влаги, наличие питательных веществ и другие параметры, что позволяет оптимизировать процессы обработки и ухода за культурами.

Программное обеспечение для анализа данных: Позволяет фермерам анализировать результаты работы, планировать агрономические мероприятия и принимать обоснованные решения на основе собранной информации.

3. Влияние автоматизации на производительность

Автоматизация тракторов значительно повышает производительность сельскохозяйственных работ. Благодаря высокой точности выполнения задач, снижаются потери ресурсов, таких как семена, удобрения и вода. Это позволяет фермерам увеличивать объемы производства при меньших затратах. Кроме того, автоматизация позволяет работать в более сжатые сроки, что особенно важно в период сбора урожая.

Исследования показывают, что использование современных тракторов с автоматизированными системами может увеличить производительность на 20-30% по сравнению с традиционными методами работы. Это особенно актуально в условиях растущего спроса на продовольствие и необходимости повышения эффективности аграрного сектора.

4. Устойчивое сельское хозяйство и экология

Одним из ключевых аспектов автоматизации тракторов является возможность реализации принципов устойчивого сельского хозяйства. Использование технологий позволяет более эффективно использовать ресурсы, снижать негативное воздействие на окружающую среду и уменьшать углеродный след.

Например, системы точного земледелия, которые интегрируются с современными тракторами, позволяют оптимально распределять удобрения и средства защиты растений, что снижает их количество и минимизирует загрязнение почвы и водоемов. Таким образом, автоматизация тракторов способствует не только повышению производительности, но и улучшению экологической ситуации.

5. Перспективы развития

Будущее автоматизации тракторов выглядит многообещающим. Ожидается, что с развитием технологий искусственного интеллекта, машинного обучения и интернета вещей (IoT) тракторы станут еще более умными и автономными. Внедрение новых решений, таких как беспилотные тракторы, позволит значительно снизить затраты на рабочую силу и повысить эффективность работы.

Кроме того, интеграция тракторов с другими системами управления агрономическими процессами создаст единую экосистему, которая позволит фермерам принимать более обоснованные решения на основе анализа больших данных. Это откроет новые горизонты для развития аграрного сектора и повысит его устойчивость к изменениям климата и другим вызовам.

Библиографический список

1. Москвичев, Д. А. Развитие модульного транспорта в сельском хозяйстве / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Управление рисками в АПК. – 2016. – № 1. – С. 28-34. – EDN VUYPRH.
2. Москвичев, Д. А. Развитие технологий технического обслуживания модульных сельскохозяйственных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства и сельских территорий: Сборник статей V Международной научно-практической конференции, Саратов, 18 марта 2016 года. – Саратов: Техно-Декор, 2016. – С. 76-79. – EDN VOALCB.
3. Москвичев, Д. А. Анализ модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Наука молодых - агропромышленному комплексу: Сборник статей Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, Москва, 01–03 июня 2016 года / Редакционная коллегия: А.В. Голубев, Р.А. Мигунов, Н.Е. Арестова, Н.А. Милюкова, Е.В. Пронина, А.В. Байдина, А.В. Бочкарев, Д.В. Котусов, Д.Д. Постникова, Е.Ф. Малыха, А.А. Волков, В.И. Горностаев. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – С. 169-171. – EDN YXPVJZ.
4. Грибов, И. В. Оценка функциональных характеристик тракторов NEWHOLLAND по использованию энергоресурсов / И. В. Грибов, Н. В. Перевозчикова, Д. А. Москвичев // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 1(22). – С. 191-195. – EDN ZDOYDZ.
5. Москвичев, Д. А. Оптимизация производства схемами поставок модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Грузовик. – 2018. – № 4. – С. 21-23. – EDN RUYOVN.
6. Москвичев, Д. А. Эффективность модернизации сельскохозяйственной техники путем использования модульного транспорта / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2018. – № 2(84). – С. 33-36. – DOI 10.26897/1728-7936-2018-2-33-36. – EDN YWRDIX.
7. Москвичев, Д. А. Влияние технологии технического обслуживания и ремонта на коэффициент технической готовности модульных грузовых автомобилей / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Мир транспорта и технологических машин. – 2019. – № 3(66). – С. 3-8. – EDN QYJTCL.

УДК 623.437.42.032.1

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ

Хабарина Диана Сергеевна, студентка магистратуры Д-М 227 группы ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, dkhabarina@gmail.com

Аннотация: В последние годы агропромышленный комплекс сталкивается с

серьезными вызовами, связанными с вредителями, которые наносят значительный ущерб сельскому хозяйству. В ответ на эти вызовы разработаны и внедрены инновационные методы борьбы с вредителями, которые включают как биологические, так и химические подходы. Данная статья рассматривает современные методы борьбы с вредителями, их эффективность, преимущества и недостатки, а также влияние на экологическую устойчивость агросистем. Исследуются примеры успешного применения этих методов в различных странах и их значимость для будущего сельского хозяйства.

Ключевые слова: Инновационные методы, борьба с вредителями, биологические методы, химические методы, устойчивое сельское хозяйство, экология, агропромышленный комплекс.

Сельское хозяйство всегда сталкивалось с проблемой вредителей, которые могут существенно снизить урожайность и качество продукции [1]. Традиционные методы борьбы с вредителями, такие как применение пестицидов, часто приводят к негативным последствиям для экосистемы и здоровья человека [2]. В связи с этим возникает необходимость поиска инновационных решений, которые обеспечат эффективную защиту растений без ущерба для окружающей среды [3]. В данной статье рассматриваются современные подходы к борьбе с вредителями, включая биологические методы, интегрированные методы управления вредителями (IPM) и новые химические препараты [4].

Биологические методы борьбы с вредителями основаны на использовании естественных врагов вредителей, таких как хищники, паразиты и патогены [5]. Эти методы имеют несколько преимуществ:

Экологическая безопасность: Биологические методы снижают риск загрязнения окружающей среды и негативного воздействия на полезных насекомых [6].

Устойчивость: Вредители не могут развить устойчивость к естественным врагам, как это происходит с химическими пестицидами [7].

Одним из наиболее распространенных методов является использование хищных насекомых, таких как божьи коровки и наездники. Эти организмы способны контролировать популяции вредителей, таких как тля и кукурузный жук. Например, в Калифорнии успешно применяются наездники для борьбы с вредителями цитрусовых.

Микробные препараты, содержащие бактерии, грибы или вирусы, также находят широкое применение. Например, бактерия *Bacillus thuringiensis* (Bt) используется для борьбы с гусеницами. Эти препараты безопасны для человека и животных, что делает их привлекательными для использования в органическом сельском хозяйстве. Процесс ручного опрыскивания по борьбе с вредителями представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Процесс ручного опрыскивания по борьбе с вредителями

Интегрированные методы управления вредителями (IPM) представляют собой комплексный подход, который сочетает в себе различные методы борьбы с вредителями. Основные принципы IPM включают:

Мониторинг: Регулярное наблюдение за состоянием растений и популяциями вредителей.

Пороговые уровни: Установление пороговых уровней, при которых необходимо вмешательство.

Комбинация методов: Использование как биологических, так и химических методов в зависимости от ситуации.

IPM позволяет снизить использование химических пестицидов и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Например, в Нидерландах успешно применяется IPM для защиты овощных культур, что позволило значительно сократить применение химических средств.

Несмотря на рост популярности биологических методов, химические препараты продолжают играть важную роль в борьбе с вредителями. Однако современные химические средства разрабатываются с учетом экологической безопасности и минимизации негативного воздействия.

Селективные пестициды воздействуют только на определенные виды вредителей, не затрагивая полезные организмы. Это позволяет сохранить биоразнообразие и уменьшить риск развития устойчивости у вредителей.

Нанотехнологии открывают новые горизонты в разработке пестицидов. Наночастицы могут улучшить доставку активных веществ к целевым организмам, что повышает эффективность препаратов и снижает их количество, необходимое для обработки.

В различных странах мира внедряются инновационные методы борьбы с вредителями. Например, в Австралии используется программа управления вредителями, основанная на IPM, которая позволила снизить использование пестицидов на 30%. В Китае успешно применяются микробные препараты для защиты рисовых полей от вредителей, что способствовало увеличению урожайности.

Инновационные методы борьбы с вредителями, включая биологические подходы и интегрированные методы управления, играют ключевую роль в устойчивом развитии сельского хозяйства. Эти методы не только обеспечивают эффективную защиту растений, но и способствуют сохранению экосистемы и биоразнообразия. Будущее агропромышленного комплекса будет зависеть от способности интегрировать различные подходы к борьбе с

вредителями, что позволит минимизировать негативные последствия и повысить продуктивность сельского хозяйства. Важно продолжать исследования и разработки в этой области, чтобы обеспечить продовольственную безопасность и устойчивое развитие агросистем в условиях глобальных вызовов.

Библиографический список

1. Evgrafov, A. Experimental studies of temperature-dynamic properties of peat soils in agricultural lands / A. Evgrafov, A. Guzalov, D. Moskvichev // E3S Web of Conferences: XI International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development, Termez, Uzbekistan, 31 октября – 02 2024 года. – Termez, Uzbekistan: EDP Sciences, 2025. – P. 5003. – DOI 10.1051/e3sconf/202561305003. – EDN KQAYOQ.
2. Москвичев, Д. А. Особенности метода технического обслуживания модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2019. – № 2(48). – С. 17-19. – EDN DMTJFA.
3. Москвичев, Д. А. Оценка периодичности технического обслуживания модульного транспортного средства по наработке / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Вестник гражданских инженеров. – 2019. – № 4(75). – С. 134-137. – DOI 10.23968/1999-5571-2019-16-4-134-137. – EDN OMJYZF.
4. Москвичев, Д. А. Анализ эффективности модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Информационные технологии и инновации на транспорте: Материалы 5-ой Международной научно-практической конференции, Орёл, 22–23 мая 2019 года / Под общей редакцией А.Н. Новикова. – Орёл: Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, 2020. – С. 283-287. – EDN XBSAOT.
5. Москвичев, Д. А. Влияние критериев надежности при техническом обслуживании модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Мир транспорта и технологических машин. – 2021. – № 4(75). – С. 27-32. – DOI 10.33979/2073-7432-2021-75-4-27-32. – EDN STHKWF.
6. Москвичев, Д. А. Методика определения периодичности технического обслуживания перспективных автотранспортных средств сельскохозяйственного назначения / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4(64). – С. 112-117. – DOI 10.31563/1684-7628-2022-64-4-112-117. – EDN QVBUEW.
7. Москвичев, Д. А. Развитие модульного транспорта в сельском хозяйстве / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Управление рисками в АПК. – 2016. – № 1. – С. 28-34. – EDN VUYPRH.

Хабарина Диана Сергеевна, студентка магистратуры Д-М 227 группы ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, dkhabarina@gmail.com

Аннотация: *Современные технологии орошения играют ключевую роль в повышении продуктивности сельского хозяйства, особенно в условиях изменения климата и растущего спроса на продовольствие. Умные системы управления орошением представляют собой интеграцию датчиков, программного обеспечения и автоматизированных технологий, которые оптимизируют процесс орошения. Эта статья рассматривает принципы работы умных систем орошения, их преимущества и недостатки, а также их влияние на устойчивое сельское хозяйство.*

Ключевые слова: *Умные системы орошения, автоматизация, сельское хозяйство, устойчивое развитие, технологии, датчики, управление водными ресурсами.*

Сельское хозяйство сталкивается с множеством вызовов, включая изменение климата, истощение водных ресурсов и необходимость повышения продуктивности [1]. В условиях глобального потепления и увеличения населения мира, эффективное использование воды становится критически важным [2]. Умные системы управления орошением (УСУО) предлагают инновационные решения для оптимизации водопользования и повышения урожайности [3]. Они позволяют агрономам и фермерам более точно контролировать уровень влаги в почве, сокращая перерасход воды и минимизируя негативное воздействие на окружающую среду [4].

Принципы работы умных систем управления орошением.

Умные системы управления орошением основаны на использовании различных технологий и датчиков, которые собирают данные о состоянии почвы, погодных условиях и потребностях растений [5]. Основные компоненты таких систем включают:

Датчики влажности почвы: Эти устройства устанавливаются в почву и измеряют уровень влаги [6]. Они помогают определить, когда растения нуждаются в орошении, что позволяет избежать как недостатка, так и избытка воды [7].

Метеостанции: Установленные на полях метеостанции собирают данные о температуре, влажности воздуха, скорости ветра и уровне осадков. Эти данные помогают прогнозировать потребности в воде и оптимизировать график орошения.

Автоматизированные системы управления: Программное обеспечение, которое обрабатывает данные от датчиков и метеостанций, позволяет автоматически регулировать систему орошения. Это может включать включение и выключение насосов, регулировку расхода воды и управление временем орошения.

Интерфейсы для пользователей: Современные УСУО часто имеют пользовательские интерфейсы, доступные через мобильные приложения или веб-платформы, что позволяет фермерам контролировать и управлять системами орошения удаленно. Схема управления поливом представлена на рисунке 1.

Преимущества умных систем управления орошением

Умные системы управления орошением предлагают множество преимуществ:

Экономия воды: За счет точного контроля уровня влаги в почве и автоматизации процесса орошения, фермеры могут значительно сократить потребление воды. Это особенно важно в регионах с ограниченными водными ресурсами.

Повышение урожайности: Оптимальное орошение способствует улучшению здоровья растений и повышению их продуктивности. Умные системы помогают избежать стрессов, связанных с нехваткой или избытком влаги.

Снижение затрат: Автоматизация процессов орошения позволяет сократить трудозатраты и уменьшить расходы на электроэнергию, так как системы работают более

эффективно.

Устойчивое сельское хозяйство: Умные системы управления орошением способствуют более устойчивому использованию водных ресурсов, что важно для защиты окружающей среды и сохранения экосистем.

Недостатки и вызовы



Рис.1. Схема управления поливом

Несмотря на множество преимуществ, внедрение умных систем управления орошением также сталкивается с определенными вызовами:

Высокие первоначальные затраты: Установка умных систем может потребовать значительных инвестиций, что может быть проблемой для небольших фермерских хозяйств.

Необходимость технического обслуживания: Датчики и оборудование требуют регулярного обслуживания и калибровки, что может увеличить затраты на эксплуатацию.

Зависимость от технологий: Умные системы полагаются на доступ к электроэнергии и интернет-соединению, что может быть проблематично в удаленных районах.

Обучение и адаптация: Фермерам может потребоваться обучение для эффективного использования новых технологий, что может занять время и ресурсы.

Умные системы управления орошением представляют собой важный шаг вперед в области сельского хозяйства, позволяя фермерам более эффективно использовать водные ресурсы и повышать урожайность. Несмотря на некоторые недостатки и вызовы, их преимущества делают их привлекательным решением для многих агрономов. В условиях глобальных изменений климата и растущего населения, внедрение таких технологий становится не только целесообразным, но и необходимым для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого развития сельского хозяйства.

Инвестирование в умные системы управления орошением может стать ключевым фактором для достижения устойчивого сельского хозяйства, способного справиться с вызовами современности.

Библиографический список

1. Москвичев, Д. А. Эффективность модернизации сельскохозяйственной техники путем использования модульного транспорта / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального

образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2018. – № 2(84). – С. 33-36. – DOI 10.26897/1728-7936-2018-2-33-36. – EDN YWRDIX.

2. Грибов, И. В. Оценка функциональных характеристик тракторов NEWHOLLAND по использованию энергоресурсов / И. В. Грибов, Н. В. Перевозчикова, Д. А. Москвичев // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 1(22). – С. 191-195. – EDN ZDOYDZ.

3. Москвичев, Д. А. Развитие модульного транспорта в сельском хозяйстве / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Управление рисками в АПК. – 2016. – № 1. – С. 28-34. – EDN VUYPRH.

4. Москвичев, Д. А. Оптимизация производства схемами поставок модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Грузовик. – 2018. – № 4. – С. 21-23. – EDN RUYOBN.

5. Evgrafov, A. Experimental studies of temperature-dynamic properties of peat soils in agricultural lands / A. Evgrafov, A. Guzalov, D. Moskvichev // E3S Web of Conferences: XI International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development, Termez, Uzbekistan, 31 октября – 02 2024 года. – Termez, Uzbekistan: EDP Sciences, 2025. – P. 5003. – DOI 10.1051/e3sconf/202561305003. – EDN KQAYOQ.

6. Москвичев, Д. А. Развитие технологий технического обслуживания модульных сельскохозяйственных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства и сельских территорий : Сборник статей V Международной научно-практической конференции, Саратов, 18 марта 2016 года. – Саратов: Техно-Декор, 2016. – С. 76-79. – EDN VOALCB.

7. Москвичев, Д. А. Анализ модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Наука молодых - агропромышленному комплексу : Сборник статей Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, Москва, 01–03 июня 2016 года / Редакционная коллегия: А.В. Голубев, Р.А. Мигунов, Н.Е. Арестова, Н.А. Милюкова, Е.В. Пронина, А.В. Байдина, А.В. Бочкарев, Д.В. Котусов, Д.Д. Постникова, Е.Ф. Малыха, А.А. Волков, В.И. Горностаев. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – С. 169-171. – EDN YXPVJZ.

UDK УДК 636.085.62 : 636.085.622 : 636.085.64 : 636.085.65 : 636.085.66(574)

METHODS AND TECHNOLOGICAL SCHEMES OF FEED PREPARATION

Didmanidze Otari Nazovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences,

Pulyaev Nikolay Nikolaevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Mustayapova Asem Bauyrzhanovna, Goryachkin Institute of Mechanics and Power Engineering, Candidate of the Department of Tractors and Automobiles

Annotation: The article describes the methods of feed preparation and their technological schemes. Biological methods of coarse feed preparation, chemical processing methods, and a scheme for the preparation of feed mixtures in feed mills and feed mills, where granulation is often the final operation, are given.

Keywords: feed quality, nutritional value of feed, crusher, shredder, concentrated feed, compound feed.

Coarse feed is ground, steamed, mixed with other feeds or subjected to biological or biochemical treatment and fed to cattle.

Grinding is carried out on straw cutters and shredders, and steaming is carried out in vats and boxes, pre—wetting the cutting with hot water (200 liters of water per 1 kg of cutting) to improve the steaming process. Steam is supplied to the vessel with cutting until condensation stops, which is observed when steam exits the signal tubes. Steamed food is kept in a container for up to 12 hours and fed warm. Sometimes straw cutting is steamed simultaneously in a mixture with chopped root vegetables and crushed cake.

Biological methods of preparing coarse feeds — self—heating and yeast - require the creation of favorable conditions for the vital activity of microorganisms (lactic acid bacteria and yeast), as a result of which the nutritional value of coarse feeds increases and they are readily eaten by animals [1].

The yeast is produced in yeast vats. The cutting is moistened with hot water at the rate of 120-150 liters per 1 kg of straw, cooled to a temperature of 32-35 ° and, while stirring, the prepared yeast starter is added to it. During the fermentation process, air necessary for the vital activity of the yeast is periodically blown through the mass.

For the starter, take 300 g of dry baker's yeast per 5 liters of warm water and mix with raw grated root vegetables (2 kg of baking soda per 150 liters of water), which is soaked in 1 tsp.

Chemical treatment increases the nutritional value of coarse feed by 1.5 – 2 times, the feed is treated with lime, alkali, hydrochloric acid, etc. Straw cutting treated with hydrochloric acid is sometimes subjected to yeast using a combined method [2].

For liming 1 c of cutting, take a solution made from 3 kg of quicklime (9 kg of lime dough, or 4.5 kg of lime powder) and 250 liters of water. For better eating, salt (1 kg) is added to the solution. The cutting in the vat is moistened with the solution gradually until it is completely used up. After 3-4 hours, the cutting is rammed and maintained for 24 hours.

Calcination is performed with a solution of soda ash (2 kg of soda per 150 liters of water), which is soaked in 1 tsp. It is fed a day after cooking. In order to improve the taste, salt is added to the cutting.

To neutralize the alkali, the cutting is moistened with a 0.1% hydrochloric acid solution. This method is called an alkaline acid method: 4-6 kg of caustic soda is dissolved in 200 liters of water per 1 kg of cutting. The wetted cutting is kept for 5-6 hours, and then treated with a 0.1% hydrochloric acid solution.

Other chemical treatment methods are also used, for example, straw is treated with ammonia water (at the rate of 12 liters of 25% solution per 1 kg of cutting).

The treatment of straw cutting with ammonia water improves the living conditions of bacteria that decompose indigestible fiber and increase its nutritional value [3, 4].

Root crops are mainly fed crushed in raw and boiled form to all types of animals and poultry. Approximate technological schemes: washing — grinding; washing — grinding — mixing; washing — steaming — kneading — mixing.

Concentrated feeds and compound feeds are prepared according to the following technological schemes: purification from impurities — crushing — mixing with other feeds; purification — crushing - salting (yeast) — mixing; purification — crushing — steaming — mixing. The first scheme is used for the preparation of feed mixtures in feed mills and feed mills, where the final operation is often granulation. The remaining schemes are used in feed shops and feed kitchens.

Green top dressing for vitamin supplementation of young animals is obtained according to the scheme: purification — germination.

Legumes are soaked before feeding. Grain feeds, as well as feeds rich in fats, and cakes in crushed form quickly burn in the air, so they are crushed shortly before use [5].

The desalination of crushed grain is carried out by scalding it with boiling water taken in two or three times the grain weight. Salt, chalk, meat and bone meal are added to the resulting mass. The mixture is fed 3-4 hours after exposure at a temperature of 55-60 °. The yeast of crushed grain or bran is carried out according to the following technology: a sponge is prepared based on 40 liters of warm water and 1 kg of baking yeast (3-4 kg of feed yeast) per 1 c of crushed grain. But first

they take 20 kg of crushed grain. The mass is stirred for 4-6 hours every 30 minutes. 200 liters of warm water and the rest of the grain are added to the finished dough while stirring. The yeast lasts 7 to 9 hours with hourly stirring of the yeast mass.

The safe way is to mix the crushed grain in water with yeast mixed in it. 200 liters of warm water and 1 kg of baking yeast are taken for 1 c of grain. The mass is stirred hourly for 7-8 hours.

Food industry waste (dry bard, pulp, beer pellets) is fed soaked or steamed mixed with other feeds.

Animals receive meat and fish meal as a protein supplement mixed with coarse and grain feeds.

Slaughterhouse and fish waste and waste from public catering enterprises are steamed before feeding.

Milk and dairy products are used in fresh, pasteurized or fermented form. Acidophilus is prepared on farms where young animals are raised.

Mineral fertilizers in the form of salt briquettes, ground and added to the main feed, ensure the cultivation of healthy animals.

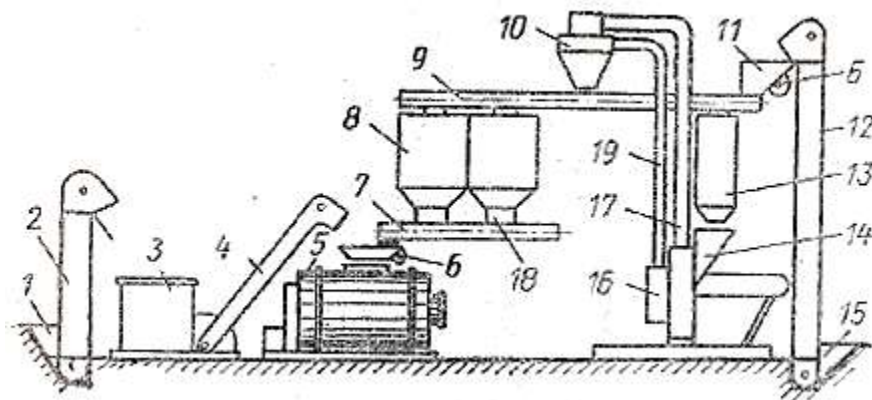
In order to evenly distribute trace elements in the feed, a mixture (feed salt) is prepared: 1 kg of trace element salts per 200 kg of table salt.

Vitamin supplements, which are necessary especially in winter, are obtained by animals in the form of grass flour, sprouted grains, vitamins, and premixes.

Equally important are antibiotics: cormogrizin, feed biomycin, terramycin and others. Added to the main feed, they produce a therapeutic effect, improve the condition of animals, and increase their productivity. However, the use of antibiotics should be under the supervision of specialists [6].

The sequence of operations during feed preparation is set by a technological scheme, which also serves to develop working production schemes necessary for the selection of equipment for feed shops and factories, as well as for the development of feed preparation units — machines that combine two or more technological operations in one design [7].

An approximate working scheme for preparing the feed mixture: receiving and weighing feed — loading into receiving devices — transportation to cleaning devices — cleaning feed from impurities — transportation to the loading hopper — transportation to the crusher — crushing — transportation to storage bins — dosing (measuring or weighing) — mixing with other components — transportation to the hopper of the finished feed mixture — delivery of ready-made feed.



Draw. 1 Approximate working scheme of feed preparation

1 — filling pit; 2 — vegetable burrow; 3 — root-cutter sink; 4 — sink conveyor; 5 — steamer; 6 — magnetic separator; 7 — auger; 8 — hopper; 9 — auger; 10 — cyclone; 11 — ladle; 12 — grain storage; 13 — receiving hopper; 14 — crusher; 15 — loading bucket; 16 — crusher fan; 17 — return air duct; 18 — dispensers; 19 — crusher crust pipeline

Such schemes are made for all types of feed. Figure 22 shows an approximate working scheme for the preparation of concentrated feeds and root crops. Root crops enter the steamer mixer 5, having previously passed through the loading hopper 1, noria 2, and the root grinder 3.

Concentrated feed passes to the steamer 5 from the loading bucket 15 the following way: noria 12, auger receiver 11, magnetic separator 6, auger 9, hopper 13, crusher 14, cyclone 10. Then the auger feeds the crushed concentrate into hopper 8, from where, through dispensers 18, the feed enters the steamer mixer for mixing with raw or steamed root crops. The above scheme is suitable for pig farms and cattle farms. The finished mixture is sent to transport and transfer devices.

Bibliographic list

1. Efficient pelletizing systems of Münch-Edelstahl GmbH [Electronic resource]. URL: <https://www.muench-edelstahlgmbh.de/produkt/rmp-ringmatrizenpresse> / (date of reference: 04/04/2020).
2. Complete feed mills, installations and machines / Inform. mater. the company «Amandus Kahl GmbH & Co. KG.», Moscow, 2020, 11 p.
3. Technological equipment for feed mills of JSC NPC VNIKP. – Voronezh, 2020. – 27 p.
4. Modular installation for the production of therapeutic mixed fodders and premixes in farms / V. I. Syrovatka, O. N. Didmanidze, E. P. Parlyuk [et al.] // Bulletin of Kazan State Agrarian University. - 2021. - T. 16, № 1(61). - С. 96-103. - DOI 10.12737/2073/2073-0462-2021-96-103.
5. Farnet technologies – the way to high-quality feed. Feed for: cattle, pigs, poultry, fish, pets / Prospect of the company «Farmeta.s.» from the exhibition «Grain. Compound feed-2020». – М., 2020. – 4 p.
6. Extrusion technologies in the production of food and animal feed / Prospect of the company «Setrem» from the exhibition «Grain. Compound feed-2020». – М., 2020. – 6 p.
7. Scientific bases of the process of mixing therapeutic preparations, vitamin and mineral additives with filler in the technology of mixed fodder production / V. I. Syrovatka, N. V. Zhdanova, O. N. Didmanidze, A. D. Obukhov // International technical and economic journal. - 2020. - № 3. - С. 7-16. - DOI 10.34286/1995-4646-2020-72-3-7-16.

УДК 621.436

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ

*Заикин Егор Андреевич, магистр кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Повышение эффективности дизельных двигателей представляет собой одно из ключевых направлений развития современного машиностроения. Совершенствование топливных систем является наиболее перспективным способом улучшения экономических, экологических и мощностных показателей дизелей. В данной статье представлен комплексный анализ современных топливных систем и методов их оптимизации, а также предложен интегрированный подход к адаптивному управлению параметрами топливоподачи, учитывающий различные условия эксплуатации и виды используемого топлива.*

***Ключевые слова:** топливные системы, условия эксплуатации, параметрами топливоподачи.*

Введение. Поршневой двигатель внутреннего сгорания (ДВС) в настоящее время и в ближайшем будущем остается одним из основных типов энергетических установок [1]. Эффективность работы дизельного двигателя во многом определяется конструкцией и качеством функционирования его топливной системы, которая оказывает непосредственное влияние на экономичность, экологичность и надежность работы.

Процессы впрыскивания топлива, его распыливание и, вследствие этого, качество смесеобразования, определяют эффективность рабочего процесса дизеля, его мощностные, экономические и экологические показатели [1]. Современные условия эксплуатации дизельных двигателей характеризуются ужесточением экологических требований, повышением стоимости топлива, а также необходимостью работы в различных климатических условиях.

Актуальность совершенствования топливных систем дизельных двигателей обусловлена также расширением использования альтернативных видов топлива, что требует адаптации систем топливоподачи к новым условиям работы. Как показывают исследования, использование альтернативных видов топлива в дизельных двигателях требует комплексного подхода к модификации топливных систем [2].

Современные топливные системы дизельных двигателей

Среди современных топливных систем дизельных двигателей наибольшее распространение получила система Common Rail (CR). Эта система впрыска топлива основана на принципе разделения процессов создания высокого давления и впрыскивания топлива в цилиндры двигателя [3]. В системе Common Rail топливо под высоким давлением накапливается в общей магистрали (рампе), откуда затем распределяется по форсункам с электронным управлением.

Система впрыска Common Rail имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с традиционными системами топливоподачи:

- возможность точного регулирования давления впрыскивания в широком диапазоне независимо от режима работы двигателя;
- гибкое управление моментом начала впрыска и его продолжительностью;
- возможность реализации многофазного впрыска (предварительного, основного и дополнительного);
- снижение шума и вибрации двигателя;
- уменьшение выбросов вредных веществ в атмосферу;
- повышение экономичности и мощностных показателей.

Наряду с системой Common Rail, в современных дизельных двигателях применяются и другие типы топливных систем. Одной из перспективных разработок являются насос-форсунки с независимым управлением давлением и иглой [3]. Эта система представляет собой объединенные в один узел насосную секцию высокого давления и форсунку, что позволяет обеспечить высокое давление впрыска без использования длинных топливопроводов высокого давления.

Для насос-форсунок разработана математическая модель впрыскивания топлива, которая позволяет оптимизировать параметры топливоподачи для различных режимов работы двигателя [3]. Преимуществом данной системы является возможность независимого управления давлением впрыскивания и открытием иглы форсунки, что обеспечивает высокую гибкость в формировании характеристики впрыска.

Однако, независимо от типа топливной системы, ключевым фактором повышения эффективности работы дизельного двигателя является оптимизация параметров топливоподачи.

Эффективность работы дизельного двигателя во многом определяется качеством процессов смесеобразования и сгорания, которые, в свою очередь, зависят от параметров топливоподачи. К основным параметрам топливоподачи, оказывающим влияние на работу дизеля, относятся:

- давление впрыска топлива;
- характеристики распылителей форсунок (количество, диаметр и геометрия сопловых отверстий);
- закон подачи топлива (скорость нарастания давления, продолжительность и фазирование впрыска);
- цикловая подача топлива и связанный с ней коэффициент избытка воздуха.

Согласно статистике, изменение давления начала впрыскивания топлива оказывает существенное влияние на параметры процесса сгорания и показатели рабочего цикла дизеля [1, 3]. Повышение давления впрыска способствует лучшему распыливанию топлива, более интенсивному смесеобразованию и, как следствие, более полному сгоранию топливовоздушной смеси.

Использование альтернативных видов топлива

В условиях истощения запасов традиционных энергоресурсов и ужесточения экологических требований все большее значение приобретает использование альтернативных видов топлива в дизельных двигателях. К таким топливам относятся биодизель, диметиловый эфир, спирты, газовое топливо и их смеси с традиционным дизельным топливом.

Использование альтернативных видов топлива в дизельных двигателях требует адаптации их топливных систем с учетом физико-химических свойств этих топлив [4]. Основные проблемы, возникающие при использовании альтернативных топлив, связаны с их отличиями от традиционного дизельного топлива по плотности, вязкости, сжимаемости, смазывающей способности и теплотворной способности.

При использовании альтернативных топлив с различной теплотворной способностью необходимо проводить оптимизацию индикаторных показателей рабочего цикла дизеля [4, 5].

Для адаптации топливных систем к использованию альтернативных видов топлива могут применяться следующие методы:

1. Модификация конструкции элементов топливной системы (насосов, форсунок, фильтров) с учетом свойств используемого топлива;
2. Корректировка параметров топливоподачи (давления впрыска, продолжительности и фазирования впрыска);
3. Изменение алгоритмов управления топливной системой;
4. Применение двухтопливных систем, позволяющих работать как на традиционном, так и на альтернативном топливе;
5. Использование присадок, улучшающих свойства альтернативных топлив [5].

При использовании альтернативных топлив наиболее эффективно комбинированное форсирование дизеля по среднему индикаторному давлению и частоте вращения, которые дают большее повышение мощности и одновременное увеличение индикаторного КПД [6].

Интегрированный подход к оптимизации топливной системы

На основе проведенного анализа предлагается комплексный подход к оптимизации топливной системы дизельного двигателя, обеспечивающий повышение эффективности его работы в различных условиях эксплуатации и при использовании различных видов топлива.

Предлагаемый подход основан на разработке интегрированной системы управления параметрами топливоподачи, которая обеспечивает адаптивное регулирование этих параметров в зависимости от:

- режима работы двигателя (частоты вращения и нагрузки);
- внешних условий (температуры, давления и влажности окружающего воздуха);
- типа используемого топлива и его характеристик;
- технического состояния двигателя и топливной системы.

Научная новизна предлагаемого подхода заключается в разработке алгоритма адаптивного регулирования параметров топливоподачи, который оптимизирует эти параметры в реальном времени с учетом комплексного критерия эффективности, включающего показатели экономичности, экологичности и надежности работы двигателя.

Предлагаемый алгоритм адаптивного регулирования параметров топливоподачи включает следующие основные этапы:

1. Определение текущего режима работы двигателя (по частоте вращения и положению органов управления);

2. Измерение текущих значений внешних условий (температуры, давления и влажности окружающего воздуха);
3. Определение типа используемого топлива (по сигналам от датчиков или по заданным параметрам);
4. Оценка текущего технического состояния двигателя и топливной системы;
5. Расчет оптимальных значений параметров топливоподачи с использованием математических моделей рабочего процесса дизеля;
6. Формирование управляющих сигналов для исполнительных механизмов топливной системы;
7. Контроль результатов регулирования и корректировка параметров по обратной связи.

Особенностью предлагаемого алгоритма является использование метода оптимизации по комплексному критерию, учитывающему как текущий режим работы двигателя, так и изменяющиеся внешние условия. Для различных условий эксплуатации и типов топлива задаются весовые коэффициенты, определяющие приоритеты оптимизации (экономичность, экологичность или надежность).

Выводы.

В ходе работы проведен комплексный анализ современных топливных систем дизельных двигателей, включая систему Common Rail и насос-форсунки, с акцентом на их адаптацию к альтернативным видам топлива и экстремальным условиям эксплуатации¹. Предложен алгоритм адаптивного управления параметрами топливоподачи, который в реальном времени оптимизирует давление впрыска, фазирование и продолжительность подачи топлива с учетом режима работы двигателя, внешних условий и типа топлива.

Библиографический список

1. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – Москва : ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с. – ISBN 978-5-6049928-2-1. – EDN RSFSFK.
2. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024624348 Российская Федерация. Научное обоснование блочно-модульной системы охлаждения : № 2024624050 : заявл. 27.09.2024 : опублик. 14.10.2024 / О. Н. Дидманидзе, О. П. Андреев, А. С. Гузалов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева». – EDN MHJPWW.
3. Федоткин, Р. С. Встречно-поршневой двигатель пониженного трения для средств малой механизации / Р. С. Федоткин, Д. В. Анашин, Д. М. Дудин // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2024. – № 12. – С. 34-39. – DOI 10.33920/sel-10-2412-02. – EDN UELSUM.
4. Дидманидзе, О. Н. Использование водорода для питания мобильных двигателей / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, М. А. Занько // Чтения академика В. Н. Болтинского, Москва, 25–26 января 2022 года. Том Часть 2. – Москва: ООО «Сам полиграфист», 2022. – С. 83-88. – EDN THAZRG.
5. Москвичев, Д. А. Оптимизация производства схемами поставок модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Грузовик. – 2018. – № 4. – С. 21-23. – EDN RUYOVN.
6. Москвичев, Д. А. Эффективность модернизации сельскохозяйственной техники путем использования модульного транспорта / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2018. – № 2(84). – С. 33-36. – DOI 10.26897/1728-7936-2018-2-33-36. – EDN YWRDIX.
7. Москвичев, Д. А. Влияние технологии технического обслуживания и ремонта на коэффициент технической готовности модульных грузовых автомобилей / Д. А. Москвичев,

О. В. Виноградов // Мир транспорта и технологических машин. – 2019. – № 3(66). – С. 3-8. – EDN QYJTCI.

СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ: СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ И МЕТОДЫ

Заикин Егор Андреевич, магистр кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация. Дизельные двигатели продолжают преобладать в сфере коммерческого транспорта и энергетики благодаря высокой топливной эффективности и надёжности. Однако ужесточение экологических стандартов требует разработки и внедрения эффективных технологий снижения вредных выбросов. Основными загрязняющими веществами в отработавших газах дизельных двигателей являются оксиды азота (NOx), твёрдые частицы (PM), монооксид углерода (CO) и углеводороды (HC). Настоящая статья представляет комплексный анализ современных методов снижения выбросов дизельных двигателей, включая системы рециркуляции отработавших газов (EGR), селективного каталитического восстановления (SCR), сажевые фильтры (DPF) и альтернативные топливные композиции.

Ключевые слова: выбросы дизельных двигателей, системы рециркуляции отработавших газов, сажевые фильтры, альтернативные топливные композиции.

Введение. Актуальность исследования методов снижения выбросов дизельных двигателей обусловлена несколькими факторами. Во-первых, на автотранспорт приходится около 20% мировых выбросов парниковых газов. Во-вторых, дизельные двигатели, несмотря на более высокую топливную эффективность по сравнению с бензиновыми, производят значительные количества оксидов азота и твёрдых частиц, наносящих существенный вред окружающей среде и здоровью человека. В-третьих, объём производства дизельного топлива в России увеличивается в среднем на 6,5% ежегодно, что подчёркивает важность разработки экологически чистых технологий для этого сектора [1].

Современные экологические нормы требуют кардинального сокращения выбросов вредных веществ. Европейские стандарты Euro 6 устанавливают жёсткие ограничения на содержание NOx и твёрдых частиц в отработавших газах. Достижение этих показателей невозможно без применения комплексных технических решений, включающих как модификацию рабочего процесса двигателя, так и системы очистки отработавших газов. В связи с чем, разработка и совершенствование методов снижения токсичности выбросов дизельных двигателей представляет собой критически важную научно-техническую задачу.

Основные методы снижения выбросов дизельных двигателей

Система рециркуляции отработавших газов (EGR)

Система EGR является одним из наиболее распространённых методов снижения выбросов оксидов азота в дизельных двигателях. Принцип работы основан на возврате части отработавших газов во впускной коллектор, что приводит к снижению температуры горения и, соответственно, к уменьшению образования NOx. Экспериментальные исследования показывают, что рециркуляция выпускных газов в диапазоне 4,7-18,8% обеспечивает снижение концентрации оксидов азота в выпускных газах на 19,5-48,8% [1,2].

Эффективность системы EGR зависит от режима работы двигателя. Наиболее высокие значения снижения NOx соответствуют режимам работы дизеля на 77-83% нагрузки. Исследования морских дизельных двигателей с использованием вентури-трубки показали максимальное снижение выбросов NOx на 30,6%. Однако применение EGR сопровождается увеличением удельного эффективного расхода топлива на 0,85-2,01%, что необходимо учитывать при оптимизации параметров системы [3].

Основным недостатком системы EGR является склонность к заклиниванию клапана из-за накопления сажи. Эта проблема особенно актуальна при использовании топлива низкого качества или при наличии неисправностей в двигателе, приводящих к увеличению

дымности выхлопа. Для повышения надёжности системы требуется регулярное техническое обслуживание и применение качественных горюче-смазочных материалов.

Селективное каталитическое восстановление (SCR)

Система SCR представляет собой наиболее эффективную технологию снижения выбросов оксидов азота в дизельных двигателях. Принцип действия основан на восстановлении NOx до безвредных азота и водяного пара с использованием восстановителя - раствора AdBlue (мочевины). Система SCR позволяет сократить выбросы NOx более чем на 80% на любом типе двигателя.

Процесс селективного каталитического восстановления протекает в несколько стадий. Раствор AdBlue впрыскивается в отработавшие газы перед прохождением через каталитический нейтрализатор. Под воздействием высокой температуры раствор распадается на аммиак и угольную кислоту, после чего аммиак реагирует с оксидами азота в катализаторе. Преимуществом системы SCR является возможность её установки без изменений основной конструкции двигателя, что позволяет использовать технологию на двигателях любого производителя [3, 4].

Эффективность системы SCR зависит от температурного режима работы и качества катализатора. Исследования показывают, что система хорошо зарекомендовала себя в составе систем очистки отработавших газов автотранспортных средств, обеспечивая стабильно высокую степень очистки при соблюдении эксплуатационных требований.

Сажевые фильтры (DPF)

Фильтр твёрдых частиц DPF предназначен для улавливания и сжигания сажевых частиц, образующихся при сгорании дизельного топлива. Конструктивно фильтр представляет собой керамическую матрицу из карбида кремния с ячеистой структурой, пронизанной множеством параллельных каналов малого сечения. Каналы закрыты попеременно с одной или другой стороны, что заставляет отработавшие газы проходить через пористые стенки, где задерживаются частицы сажи [5].

Фильтрующие стенки покрыты смесью оксидов алюминия и церия, выполняющих функцию подложки для катализатора на основе платины. Это обеспечивает каталитическое сжигание накопленной сажи при достижении определённой температуры отработавших газов. Система DPF эффективно снижает выбросы твёрдых частиц, но требует специальных моторных масел с низким содержанием золы для предотвращения засорения фильтра.

Комбинированные системы EGR и SCR

Совместное применение систем EGR и SCR демонстрирует синергетический эффект в снижении выбросов NOx. Экспериментальные исследования показывают, что комбинированная система обеспечивает значительно более высокую эффективность по сравнению с отдельным применением каждой технологии. При работе дизельного двигателя на 75% нагрузки и различных сочетаниях параметров EGR и SCR достигается снижение NOx от 59,8% до 94,5% [5, 6].

Исследования влияния скорости вращения двигателя показывают, что эффективность снижения NOx увеличивается с ростом частоты вращения. При частоте вращения 1885 об/мин и оптимальных параметрах системы достигается снижение выбросов NOx на 94,5%. Комбинированная система EGR+SCR также эффективно снижает выбросы NO₂, особенно при высоких нагрузках двигателя.

Альтернативные топливные композиции

Модификация состава дизельного топлива с помощью биодобавок представляет собой перспективный метод снижения токсичности отработавших газов. Введение биодобавок на основе растительных масел в гидроочищенное дизельное топливо в количестве 5% масс. приводит к снижению выбросов оксидов углерода и углеводородов на 3-5% масс., дисперсных частиц и летучих органических соединений на 5-7% масс [7].

Экспериментальные исследования с добавлением 5% растительного масла в топливо для двигателей малой мощности показали снижение выбросов углеводородов на 10-56%, монооксида углерода на 10-43%, CO₂ и сажи на 50-55%. Важным преимуществом

растительных масел является низкое содержание серы (0,002% против 0,2% в дизельном топливе) и отсутствие канцерогенных веществ.

Перспективным направлением является использование кислородсодержащих модификаторов, таких как солкеталь. Исследования показывают, что солкеталь эффективно снижает выбросы СО и углеводородов от дизельных двигателей, хотя может несколько увеличивать выбросы NOx. Оптимальная концентрация биодобавок в дизельном топливе не должна превышать 10% масс. для обеспечения стабильной работы двигателя [1,4,7].

Таблица

Сравнительный анализ методов снижения выбросов

Метод	Основное воздействие	Эффективность снижения	Недостатки
EGR	Снижение NOx	19,5-48,8%	Увеличение расхода топлива на 0,85-2,01%, засорение сажей
SCR	Снижение NOx	>80%	Необходимость дозаправки AdBlue, сложность системы
DPF	Снижение твёрдых частиц	>90%	Требует специальные масла, регенерация фильтра
EGR+SCR	Комплексное снижение NOx	До 94,5%	Высокая стоимость, сложность управления
Биодобавки	Снижение СО, HC, PM	СО: 10-43%, HC: 10-56%	Ограниченная эффективность по NOx

Выводы

Проведённый анализ современных методов снижения выбросов отработавших газов дизельных двигателей позволяет сделать следующие выводы:

1. Система SCR демонстрирует наивысшую эффективность снижения выбросов NOx (более 80%), что делает её обязательным элементом современных систем очистки отработавших газов.
2. Комбинированное применение систем EGR и SCR обеспечивает синергетический эффект, позволяя достичь снижения выбросов NOx до 94,5% при оптимальных параметрах настройки.
3. Система EGR, несмотря на ограниченную эффективность (до 48,8%), остаётся важным компонентом системы снижения выбросов благодаря относительной простоте и низкой стоимости.
4. Сажевые фильтры DPF являются необходимым элементом для снижения выбросов твёрдых частиц, но требуют специального технического обслуживания и использования малозольных моторных масел.
5. Биодобавки к дизельному топливу показывают хорошую эффективность в снижении выбросов СО и углеводородов, но имеют ограниченное воздействие на NOx.

Библиографический список

1. Энергоэффективность газового ДВС в агропромышленном комплексе / М. Н. Ерохин, О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Р. Т. Хакимов // Чтения академика В. Н. Болтинского : семинар : сборник статей, Москва, 22–24 января 2020 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2020. – С. 38-50. – EDN VECMLF.

2. Федоткина, Д. С. Модернизация системы нейтрализации отработавших газов / Д. С. Федоткина // Научный форум: Экономика, управление и цифровые технологии в АПК-2024 : СБОРНИК ТРУДОВ, приуроченных к Международной научно-практической студенческой конференции, Москва, 20 ноября 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2024. – С. 327-331. – EDN NYJYMY.
3. Дидманидзе, О. Н. Метановое число природного газа и его влияние на эффективность рабочего процесса газового двигателя / О. Н. Дидманидзе, А. С. Афанасьев, Р. Т. Хакимов // Записки Горного института. – 2021. – Т. 251. – С. 730-737. – DOI 10.31897/PMI.2021.5.12. – EDN IHICIO.
4. Москвичев, Д. А. Развитие модульного транспорта в сельском хозяйстве / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Управление рисками в АПК. – 2016. – № 1. – С. 28-34. – EDN VUYPRH.
5. Москвичев, Д. А. Развитие технологий технического обслуживания модульных сельскохозяйственных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства и сельских территорий: Сборник статей V Международной научно-практической конференции, Саратов, 18 марта 2016 года. – Саратов: Техно-Декор, 2016. – С. 76-79. – EDN VOALCB.
6. Москвичев, Д. А. Анализ модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Наука молодых - агропромышленному комплексу: Сборник статей Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, Москва, 01–03 июня 2016 года / Редакционная коллегия: А.В. Голубев, Р.А. Мигунов, Н.Е. Арестова, Н.А. Милукова, Е.В. Пронина, А.В. Байдина, А.В. Бочкарев, Д.В. Котусов, Д.Д. Постникова, Е.Ф. Малыха, А.А. Волков, В.И. Горностаев. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – С. 169-171. – EDN YXRPVJZ.
7. Грибов, И. В. Оценка функциональных характеристик тракторов NEWHOLLAND по использованию энергоресурсов / И. В. Грибов, Н. В. Перевозчикова, Д. А. Москвичев // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 1(22). – С. 191-195. – EDN ZDOYDZ.

УДК 621.33

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ БУКСОВАНИЯ КОЛЕС ТРАКТОРА

Кривых Николай Сергеевич, аспирант кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева, e-mail: krivyh05@gmail.com

Аннотация: В статье рассмотрена математическая модель, описывающая такой параметр, как буксование через тяговое усилие трактора. Данная модель позволит разработать математическую модель, которая ляжет в основу управления индивидуальным приводом колес трактора.

Ключевые слова: буксование, циркуляция мощности, индивидуальный привод, управление приводом колеса

Улучшение тягово-сцепных характеристик посредством оснащения каждым ведущим колесом отдельного привода и индивидуальной регулировки остается недостаточно распространенным решением. Пока имеются лишь прототипы и ограниченные исследовательские проекты, финального практичного варианта такой системы ещё не разработано.

Возрастание уровня буксования уменьшает эффективный коэффициент полезного действия транспортного средства. Помимо основной движущей силы, значительная доля энергии затрачивается на преодоление сопротивления качению и деформирование шины с опорной поверхностью. Современные разработки предлагают внедрить независимое

управление ведущими колесами через электрический привод, что позволит исключить необходимость использования дифференциала и существенно уменьшить риск пробуксовки благодаря точной регулировке давления на каждое колесо.

Сегодня существует ряд методик, применяемых для вычисления степени буксования. Одна из распространенных техник заключается в измерении кратковременного ускорения вращения колеса и расчете факторов влияния момента инерции на сцепные качества дорожного покрытия. Благодаря этому выявляется характер поведения колеса при разных уровнях сцепления, что служит основой для последующего выявления коэффициентов буксования.

Практически, при реальной работе машины степень буксования практически всегда положительна и возрастает пропорционально увеличению нагрузки вплоть до достижения предельной способности передавать усилие. Превысив этот предел, начинается разрушение структуры грунта либо резиновая поверхность покрывки переходит в режим трения скольжения.

Следовательно, процесс формирования буксования можно представить как совокупность двух этапов: один характеризуется плавным ростом буксования согласно параболическому закону, другой же отражает резкое увеличение буксования с использованием гиперболической функции. В результате характеристика буксования будет иметь следующий вид:

$$\delta = a_p P_{кр} + b_p P_{кр}^2 + \frac{R}{P_{крп} - P_{кр}} - \frac{R}{P_{крп}} \quad (1)$$

где: a_p и b_p – расчётные коэффициенты, зависящие от условий буксования (почвенный фон, износ протектора и т.д.); R – коэффициент плавности перехода от силы трения покоя к силе трения скольжения; $P_{кр}$ – усилие трактора на крюке; $P_{крп}$ – предельное усилие трактора на крюке при неизменных условиях тягово-сцепных свойств.

В свою очередь, предельная сила на крюке, определяемая переходом от силы трения покоя к силе трения качения, которая в реальных условиях соответствует силе при срыве пласта почвы, упрощённо определяется по следующей зависимости:

$$P_{крп} = \sqrt{\frac{\delta_{пр}}{a_p} + \left(\frac{b_p}{2a_p}\right)^2} - \frac{b_p}{2a_p}, \quad (2)$$

где: $\delta_{пр}$ – буксование при предельной силе тяги на крюке трактора.

Характеристика буксования трактора обычно определяется для неизменных условиях работы, которые в приведенном уравнении описываются коэффициентами a_p и b_p . Для определения буксования при изменении других факторов удобно использовать зависимость, которая будет характеризовать тенденцию изменения линии буксования. Для этого необходимо задать параметр, который связан со значением буксования при определенном режиме работы. Условно этот параметр был назван фактором буксования F_6 , который определяет условия изменения коэффициентов $a_p = f(F_6)$ и $b_p = f(F_6)$.

Коэффициенты a_p и b_p получают опытным путем при выполнении различных операций трактором, после чего используют их для построения графика зависимости буксования. Данные коэффициенты зависят от ряда переменных, среди которых структура почвы, форма протекторов, геометрия колес, показатели влажности и плотности грунта. Тем не менее, для конкретной комбинации поля, используемого трактора и внешних условий коэффициенты остаются почти неизменными, что упрощает работу с ними в практических ситуациях.

Во время первых фаз рабочего процесса электронная система самостоятельно определяет необходимые коэффициенты и управляет работой колес согласно заложенному алгоритму. Информация, собранная с нескольких колес одновременно, увеличивает точность измерений и обеспечивает надежное выявление искомых параметров.

При анализе экспериментальных характеристик буксования трактора МТЗ-82.1 на различных агрофонах были получены коэффициенты a_p и b_p . Из полученных характеристик видно, что с повышением мягкости агрофона, а, следовательно, с уменьшением фактора F_b , коэффициенты a_p и b_p увеличиваются. Предельная сила тяги на крюке также может изменяться при различных условиях сцепления колеса с поверхностью и может определяться по зависимости по соответствующему буксованию.

Фактор буксования удобно привязать к допустимому буксованию при номинальном тяговом усилии, так как этот параметр для тракторов регламентируется. Фактор буксования можно определить как отношение тягового усилия, при котором буксование соответствует допустимому значению, к номинальному тяговому усилию трактора на крюке: $F_b = P_{кб}/P_{кр}$ (Рисунок 1).

Поэтому, если $F_b = 1$, это говорит о том, что на текущей характеристике буксования при достижении тягового усилия, соответствующего номинальному, буксование станет равным допустимому значению. По существующим характеристикам аппроксимацией получены зависимости коэффициентов $a_p = 0,0374F_b^{-1,578}$ и $b_p = 0,5354F_b^{-1,428}$, при постоянном значении коэффициента $R=10=const$. Как показывает расчётное исследование параметр R в данной ситуации не изменяется при смене агрофона, не смотря на то что определяет диапазон крюкового усилия при условном переходе от силы трения покоя колеса к силе трения скольжения. Из полученных зависимостей видно, что каждый тип агрофона соответствует фактору буксования, которым они характеризуются, и точность совпадения характеристик в рабочем диапазоне трактора сравнимо высока, при среднем коэффициенте детерминации 0,98.

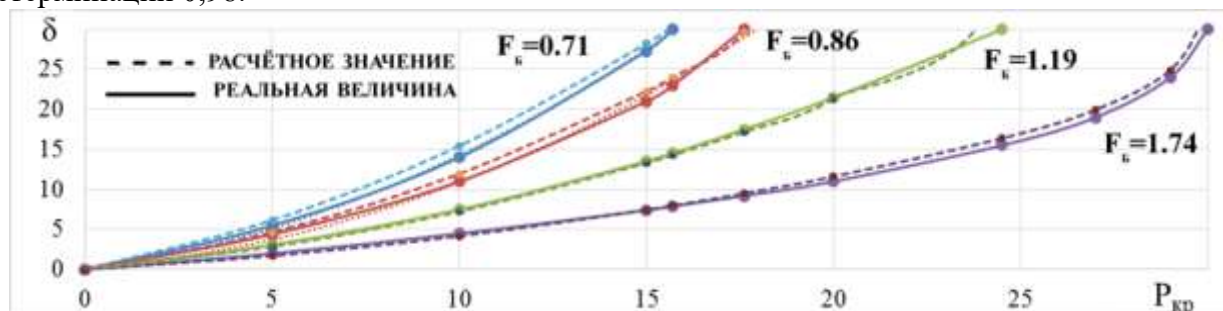


Рис. 1– Реальная и расчётная тяговые характеристики трактора МТЗ-80 по буксованию на различных агрофонах. Где: F_b –фактор буксования, при $F_b=0,71$ фон – поле под посев, при $F_b=0,86$ фон – стерня, при $F_b=1,19$ фон – залежь, при $F_b=1,74$ фон – асфальтовая дорога.

Предложенная математическая модель позволяет оценить характеристики буксования трактора при любых других условиях, опираясь на существующие зависимости. По опытным данным с помощью разработанной установки для трактора МТЗ-82.1 определён фактор буксования для различных агрофонов при прочих равных условиях и составляет: 0,71 для поля под посев, 0,86 для стерни, 1,19 для залежи и 1,74 для асфальтового покрытия.

Диапазон действия модели ограничивается предельной силой тяги на крюке, в данном случае это сила, соответствующая буксованию 30%, что актуально для определения параметров работы тракторов.

При управлении колесом с индивидуальным приводом такая модель может быть заложена для определения его тягово-сцепных свойств. Определение параметра по многофакторной характеристике позволит составить программу адаптивных условий работы для повышения эффективности работы тракторного колеса.

Библиографический список

1. Кутьков Г.М., Соловейчик А.А., Сидоров М. В. Теория и расчет полноприводного трактора // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2014. Т. 8. №2. С. 8-14.
2. Бижаев, А. В. Исследование параметров трактора с электроприводным силовым агрегатом / А. В. Бижаев // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2020. – Т. 14, № 4. – С. 33-42. – DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-4-33-42.
3. Горшков Ю. Г., Калугин А.А., Золотых С.В. Средняя вероятностная оценка проходимости сельскохозяйственной техники в условиях деформируемых грунтов // Научная жизнь. – 2018. – № 3. – С. 67-74.
4. А. Б. Иванов, В. Е. Таркинский, В. Ю. Ревенко К вопросу определения буксования сельскохозяйственных тракторов // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 3(285). – С. 14-19. – DOI 10.33267/2072-9642-2021-3-14-18.

УДК 621.33

ВЛИЯНИЕ ШИРИНЫ ОТВАЛА МТЗ 82.1 НА СКОРОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ УБОРОЧНЫХ ПРОЦЕССАХ В ГОРОДСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Ерофеев Иван Александрович, студент магистратуры направления «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Аннотация: В данной статье рассматриваются существующие методы очистки дорог и парковочных зон городского хозяйства с применением боковых отвалов на примере трактора МТЗ 82.1.

Ключевые слова: чистка снега, потребитель, оптимальный вариант.

В России каждую зиму актуален вопрос обслуживания и чистки автомобильных дорог от снега. В связи с этим, с каждым годом обновляется автопарк специализированной дорожной техники. В сфере дорожного хозяйства экономически не выгодно содержать одну машину под одну конкретную задачу, так как затраты на расширение и обслуживание автопарка будут чрезмерно высоки. Поэтому производители начали совмещать рабочие агрегаты на базе одной машины для увеличения энерговооруженности специализированной техники.

Для спецтехники обслуживающей города «Минский тракторный завод» начал оснащать свою продукцию гидроповоротными отвалами, фронтальными погрузчиками и дорожными щетками. В данной работе будет приведено сравнение навесного рабочего оборудования отвал/дорожная щетка и отвал/ боковой отвал.

Для сравнения используется отвал «Стандарт» на трактор МТЗ 80/82 (с пружинами) шириной 2500 мм рис.1, щетка дорожная МТЗ-80-82 с шириной захвата 1730 мм (в рабочем положении при угле 30°) и боковой отвал шириной 2200 мм (отвал крепиться к задней навеске трактора и выдвигается по ходу движения).



Рис.1. Отвал «Стандарт» на трактор МТЗ 80/82

В данном сравнении главным фактором будет время затрачиваемое на очистку 100 м² от снега.

Таким образом, получается уравнение:

$$t_{\text{раб}} = S/V, \text{ сек}$$

Где:

$t_{\text{раб}}$ - время, затрачиваемое на работу;

S - общий путь пройденный трактором при выполнении работы;

V - скорость трактора при выполнении работы, считать равной 2км/ч (0,5м/с).

Чтобы определить общий путь пройденный трактором при выполнении работы необходимо:

$$S = \frac{E}{B} * W, \text{ м}$$

Где:

E - ширина рабочего участка 10 м;

B - ширина отвала трактора;

W - длина рабочего участка 10 м.

По данным из таблицы №1 становится ясно, что преимущество по времени за трактором с двумя отвалами. На практике разница во времени ощущается нагляднее, что подтверждает спрос на технику с боковым отвалом.

Таблица 1

Сравнительная таблица навесного оборудования МТЗ 82.1

	Отвал/дорожная щетка	Отвал/ боковой отвал
Ширина отвала	2,5 м	3,7 м
Общий путь пройденный трактором при выполнении работы, S	$S = \frac{10}{2,5} * 10 = 40 \text{ м}$	$S = \frac{10}{3,7} * 10 = 27,02 \text{ м}$
Время, затрачиваемое на работу, t	$t_{\text{раб}} = 40/0,5 = 80 \text{ сек}$	$t_{\text{раб}} = 27,02/0,5 = 54,04 \text{ сек}$

В заключении можно отметить, что проведенное исследование влияния ширины отвала трактора МТЗ 82.1 на скорость уборочных процессов в городском хозяйстве подтверждает значимость выбора оптимального навесного оборудования для повышения эффективности работы специализированной техники. Результаты сравнительного анализа различных стилей оборудования, включая стандартный отвал и боковой отвал, показывают, что использование бокового отвала обеспечивает значительно меньшее время, затрачиваемое на очистку площади, по сравнению с традиционными методами.

В частности, данные расчетов свидетельствуют о том, что при уборке площади в 100 м² время работы трактора с боковым отвалом составляет всего 54,04 секунды, в то время как с использованием стандартного отвала и дорожной щетки это время увеличивается до 80 секунд. Это различие указывает на явное преимущество более широких и специализированных отвалов в условиях городского хозяйства, где скорость и эффективность уборочных процессов имеют первостепенное значение.

Таким образом, результаты исследования подчеркивают необходимость внедрения в практику более современных и оптимизированных решений для уборки снега. Применение техники, обладающей боковыми отвальными возможностями, не только сокращает время работы, но и способствует более экономичному расходованию ресурсов, что в условиях урбанизации и роста потребностей городского населения является актуальной проблемой

Библиографический список

1. Мамаев Я. И., Закиров М. Ф. Инновации в области зимнего содержания автомобильных дорог //Инновационное развитие техники и технологий наземного транспорта-2020.—Екатеринбург, 2021. – 2021. – С. 50-52.
2. Разработка конструкции отвала снегоуборочной машины для городских условий / Ш. М. Мерданов, В. В. Конев, Д. В. Райшев, А. В. Балин // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 4(38). – С. 116.

3. Сахапов, Р. Л. Обзор исследований по взаимодействию снежного покрова с различными рабочими органами коммунальных машин / Р. Л. Сахапов, М. М. Махмутов, М. М. Махмутов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18, № 1-2. – С. 432-434.

УДК 631.362.3

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ И СОРТИРОВКИ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В КИТАЕ

Чжан Сяньлэй, аспирант кафедры высшей математики и физики УО БГСХА, г. Горки, Республика Беларусь, xianleizhang123@gmail.com

Аннотация: В современном сельском хозяйстве очистка и сортировка семян позволяет повысить их чистоту и всхожесть, улучшить качество семян, способствует последующему механизированному посеву, повышая эффективность работ по уходу за растениями и их урожайность. Рынок семенной продукции Китая занимает второе место в мире по объему и обладает огромным потенциалом развития, однако уровень специализации, интеллектуализации и стандартизации оборудования для очистки и сортировки семян относительно отстает от стран Европы и Америки. С учетом основных типов оборудования, распространенных на рынке Китая в представленной работе систематизируются и анализируются основные существующие проблемы оборудования для очистки и селективной сортировки семенного материала, а также предлагаются пути его совершенствования.

Ключевые слова: Китай, оборудование для очистки и сортировки семян, технические характеристики, пути оптимизации.

Обязательной подготовительной операцией перед посевом семенного материала является его очистка и селективная сортировка. Эти технологические операции позволяют повысить чистоту и всхожесть семян, улучшить их качество, способствуют последующему механизированному посеву, повышению эффективности работ по уходу за растениями и их урожайности.

Рынок семенной продукции Китая занимает второе место в мире по объему и обладает огромным потенциалом развития, однако уровень специализации, интеллектуализации и стандартизации оборудования для очистки и сортировки семян относительно отстает от стран Европы и Америки [1, 2].

Целью материалов, представленных в данной работе, является систематизация преимуществ и недостатков основных типов оборудования для очистки и сортировки семян, используемых в Китае, и выработка рекомендаций по его совершенствованию с учетом требований рынка семенной продукции Китая.

Результаты исследования и их обсуждение.

В Китае для первичной очистки и сортировки семенного материала используется различные типы оборудования:

1. Воздушно-ситовая машина для очистки. *Преимущества:* занимает более половины рынка семенной продукции Китая, широко применяется для первичной обработки семян сельскохозяйственных культур, имеет простую конструкцию и низкую стоимость, подходит для массовых культур, таких как пшеница и рис, обеспечивает высокие показатели чистоты [3]. *Недостатки:* ограниченная способность различать примеси семян с похожей формой, существует определённый уровень «прохода» дефектных семян, требуется вторичная «тонкая» сортировка, зависит от ручной регулировки объема воздуха.

2. Сортировщик по удельному весу. *Преимущества*: эффективно отделяет дефектные семена с заболеваниями, повреждениями насекомыми, а также посторонние примеси, такие как песок и комки земли, основываясь на разнице плотности для высокоэффективной сортировки; подходит для крупнозернистых семян, таких как кукуруза и соя [4]. Применение соответствующих полевых агротехнических мероприятий может повысить массу тысячи семян и всхожесть. *Недостатки*: высокое энергопотребление, строгие требования к однородности материала, высокая сложность эксплуатации для мелких фермерских хозяйств.

3. Цилиндрический очиститель с гнездовыми отверстиями. *Преимущества*: может использоваться как оборудование для сортировки семян, отделяя длинные и короткие примеси, а также как устройство для классификации семян, обладает хорошей универсальностью. *Недостатки*: низкая производительность, мало высококачественного специализированного оборудования, качество работы трудно гарантировать.

4. Оптико-электронное сортировочное оборудование. *Преимущества*: реализует точную сортировку с помощью распознавания цвета и формы, обладает высокой степенью удаления дефектных семян и примесей, таких как заплесневелые семена, которые по удельному весу и размеру схожи с нормальными, но отличаются по цвету; подходит для разнообразных сельскохозяйственных культур, эффективность сортировки превышает ручной отбор более чем в 10 раз [5]. *Недостатки*: высокая стоимость оборудования, значительная зависимость от импортного оборудования, низкий уровень локализации высокопроизводительных ключевых сенсорных технологий [6].

Анализ существующих проблем отраслевой технологии позволяет выявить:

1. Отсутствие специализированного оборудования.

В настоящее время в Китае оборудование для очистки и сортировки семян преимущественно универсальное, специализированное оборудование встречается относительно редко. В связи с существенными различиями в структурных характеристиках различных семян универсальное оборудование обладает низкой адаптивностью и испытывает трудности с обеспечением качества работы. Для достижения высокой эффективности очистки и сортировки необходимо разрабатывать специализированное оборудование, ориентированное на конкретные виды семян сельскохозяйственных культур.

2. Недостаточный уровень интеллектуализации.

Основное оборудование в Китае по-прежнему сильно зависит от традиционных технологий механической сортировки и недостаточно использует передовые интеллектуальные технологии, что приводит к частому вмешательству оператора и недостаточно точной и оперативной настройке параметров. Ключевые компоненты и алгоритмы зависят от импорта, а отечественное оборудование значительно уступает импортному по стабильности и уровню отказов.

3. Низкий уровень стандартизации и серийности.

Основные рабочие компоненты оборудования для очистки и сортировки семян в Китае не могут быть адаптированы к различным требованиям операций с использованием подходящих конструктивных форм. Уровень стандартизации и серийности продукции низок, отсутствует накопление данных и технологий, а общие эксплуатационные характеристики оборудования пока не соответствуют требованиям высококачественной очистки семян. В аспектах технологического процесса, выбора материалов и уровня производства необходимы дальнейшие улучшения.

Поэтому совершенствование семеноводческой отрасли Китая и ее технической составляющей видится в следующих аспектах:

1) Усиление исследований в направлении разработок специализированного оборудования, учитывающих индивидуальные особенности семян различных культур. Для этого необходимо разрабатывать ключевые компоненты и специализированное оборудование с высокой адаптивностью и качеством работы. Это должно способствовать

повышению эффективности сортировки и очистки семян, снижению уровня их повреждений и увеличению сельскохозяйственной продукции.

2) Интеграция интеллектуальных технологий в отрасль. Следует активизировать применение передовых технологий, таких как сенсорные системы, спектральное изображение и алгоритмы глубокого обучения, в оборудовании для очистки и сортировки семян, повысить уровень интеллектуализации оборудования, улучшить точность распознавания повреждённых семян, снизить содержание примесей, создать облачную платформу мониторинга состояния работы оборудования, интегрировать вибрационные датчики и систему обратной связи по скорости воздуха, а также сократить время реагирования на предупреждения о неисправностях.

3) Ускорение процессов стандартизации и серийности. Усиление исследований конструктивной формы, параметров, материалов и технологий ключевых компонентов оборудования для очистки и сортировки семян в Китае позволит диверсифицировать типы оборудования, накопить лабораторные и полевые экспериментальные данные, ускорить процессы стандартизации и серийности, а также повысить качество и надежность работы оборудования.

Анализ текущего состояния технологий оборудования для очистки и сортировки семян в Китае и путей его совершенствования показывает, что оборудование должно трансформироваться от однозначных функций к специализированным, интеллектуальным и стандартизированным системам, сокращая разрыв с международными передовыми образцами за счёт интеграции передовых технологий и усиления научно-исследовательской деятельности.

Библиографический список

1.Ли Юнлей. Конструирование и испытания электромагнитного переменного частотного вибрирующего устройства для очистки семян / Ли Юнлей, Сю Цэсинь, Вань Ли Пэньцэн и др.// Журнал сельскохозяйственных машин. – 2023. – № 7. – С. 123 – 133.

2.Чжао Гофор. Технологический процесс очистки и переработки семян и расположение // Современная сельскохозяйственная промышленность. – 2025. – № 2. – С. 94 – 96.

3.Жэнь Цзяю. Обзор вентильно-щетинных установок для очистки семян // Современная сельскохозяйственная промышленность. – 2023. – № 8. – С. 94 – 96.

4.Чжоу Цзиньгэ. Исследование и оптимизированное проектирование сортировочного устройства семян *Astragalus sinicus* : дис. ... канд. с.-х. наук. – Китайская академия сельскохозяйственных наук, 2024. – 78 с.

5.Мэнь Фаньцзя. Конструирование и испытания системы реального времени обнаружения и сортировки семян кукурузы /Мэнь Фаньцзя, Ло Ши, Сунь Хун и др.// Журнал сельскохозяйственных машин. – 2021. – № 3. – С. 153–159.

6.Тянь Цзэнхой. Конструирование системы связи и управления для колориметрических сортировочных машин семян : диплом. работа. — Сианьский университет технологий, 2024. –79 с.

УДК: 621.33

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ИЗМЕРЕНИЙ МНОГОФАЗНОГО ПОТОКА, РАСХОДОМЕРЫ МНОГОФАЗНЫЕ

Васильевых Данил Константинович, студентка 2 курса магистратуры кафедры цифровых инженерных технологий ФГБОУ ВО УдГУ, vasilyevykh@mail.ru

Владыкин Иван Ревович, профессор кафедры инженерных технологий ФГБОУ ВО УдГУ.

Аннотация: Проанализированы существующие способы измерения многофазного нефтегазового потока.

Ключевые слова: многофазный, расходомер, точность, погрешность

При автоматизированном управлении производственными процессами особое значение имеют точные и надежные расхода различных жидких и газообразных веществ в напорных потоках. Этот вид измерений используются практически во всех отраслях народного хозяйства при определении производительности и коэффициента полезного действия энергетических установок, регулировании технологических процессов, при учетных операциях, приемке, отпуске и хранении различных жидкостей и газов. Вследствие этого проблема обеспечения единства и достоверности измерений расхода имеет важное народнохозяйственное значение.

Многофазный расходомер предназначен для одновременного без сепарационного измерения потока трехфазной водогазонефтяной эмульсии, добываемой из нефтяных скважин. Так же данные приборы используются при добыче газа, поскольку извлечения газожидкостной смеси из недр всегда связано с необходимостью замера в ней жидких фаз – примесей нефти, воды и пр.

Многофазные расходомеры применяются для решения следующих задач:

1. Контроль качества сырья;
2. Контроль объемов;
3. Замер дебита нефти, газа и воды;
4. Оптимизация частоты работы насосов;
5. Определение выброса воды, прорыва газа или другие проблемы с месторождением;
6. Выявление потенциальных препятствий в системе добычи;
7. Распределение продукции по классам качества (более высокие требования с точки зрения точности);
8. Увеличение времени жизни скважин из-за лучшего изучения месторождения и рационального использования ресурсов.

Основными потребителями многофазных расходомеров являются нефте и газодобывающие компании, в том числе и внутренние интегрированные в них компании, которые представлены дочерними предприятиями и сервисными подразделениями.

На сегодняшний день, основным потребителем многофазных расходомеров является НК «Роснефть» и ее подразделения. Данная компания владеет более 35% парка (а по оценкам некоторых экспертов рынка данная доля может достигать 50%). Основную долю многофазных расходомеров компании эксплуатирует газовое подразделение НК «Роснефть» – Роспан.

На втором месте по численности многофазных расходомеров в парке НК «Лукойл» и его подразделения. Данная компания владеет более 14% рынка. В ходе экспертных интервью было выявлено, что основными ВИНКАми, эксплуатирующими многофазные расходомеры является «Лукойл-Коми» и «Лукойл-Пермь».

На третьем месте НК «Газпром», которая эксплуатирует более 11% многофазных расходомеров от общего парка данных приборов в России.

Остальная часть парка распределена между прочими нефтяными и газовыми компаниями, а также независимыми сервисными компаниями, оказывающими услуги замера дебита скважин и наладки скважинного оборудования на этапе начала эксплуатации.

Существует несколько видов многофазных расходомеров которые основываться на разных технологиях определения расхода фазы и на разных принципах работы.

Механические расходомеры представляют собой механические элементы, такие как турбины или крыльчатки, которые вращаться под воздействием потока. Из положительных

сторон можно отметить низкую стоимость и простую контракцию, так что проблем с ремонтпригодностью или взаимозаменяемостью таких приборов быть не должно. Но в свою очередь прибор получается очень чувствителен к вязкости жидкости и плотности смеси, а также при большой концентрации газовой фазы будет ощутимая погрешность, так как газ движется в потоке быстрее жидкой фазы[5].

Электромагнитный расходомер, основывается на законе фарадея, где проводимость жидкости и магнитное поле используются для измерения скорости потока смеси. Из преимуществ, высокая точность прибора, а также уменьшается зависимость точности прибора от вязкости среды, которая проходит по ней. Из недостатков можно отметить не способность прибора определять газовую фазу, требуется наличие токопроводящей жидкости. Так же стоимость прибора, так как при высоких давлениях на месте добычи должна быть подобрана соответствующая футеровка, которая ограждает электроды от проходящей смеси [2][5].

Ультразвуковые расходомеры. Базируется на принципе измерения времени, необходимое для прохождения ультразвуковых импульсов через идущую в потоке среду, что в свою очередь позволяет определить скорость жидкости. Обеспечивает высокую точность при работе с разными фазами имеет одну из самых высоких точностей на рынке. Но в свою очередь является очень требовательный по условиям эксплуатации, в частности прибор очень чувствительный к изменению температуры и давлению, а также к колебаниям и вибрациям. Так же прибор очень сложен в настройке и, по сути, каждый прибор имеет уникальную настройку, поэтому ремонтпригодность ограничена, что в свою очередь скажется на стоимости и обслуживании расходомера[3][4].

Корреляционные расходомеры. В основе принципа работы используется коррекция между изменениями давления в потоке и скорости потока для определения расхода[5].

Достоинства считается возможность применения для измерения загрязнённых сред, многофазных потоков, так же отсутствуют потери давления и нет контакта с измеряемым потоком. Из конструкции исключён источник радиоактивного излучения. Из-за отсутствия подвижных и выступающих во внутреннюю часть трубопровода частей расходомер наименее подвержен воздействию твердых и жидких примесей в учитываемом газе. Многофазные Расходомеры могут быть применены на трубопроводах больших диаметров без потери качества измерений и динамического диапазона. Отсутствует влияние частей прибора на поток, нет потерь давления. Высокая точность измерения. Минимальные требования к обслуживанию и низкие затраты на сервис в связи с отсутствием движущихся частей. Межповерочный интервал 3 года. Измерение усредненной скорости по всему диаметру газотока.

Недостатком является длительность процесса измерения, так как с уменьшением времени измерения погрешность возрастает, а также достаточно низкая погрешность по сравнению с аналогами, может достигать 1.5–2%. Так же может случиться проблема, с захлёбыванием данного расходомера, что приведет к некорректным показаниям и придется произвести остановку процесса измерений для очистки расходомера. Так же расходомер считается достаточно громоздким, по сравнению с аналогами, так перед самим расходомером нужно организовать прямой участок трубы (длина такой трубы должна быть не менее 5–10 диаметров трубы), а также учесть размер самого кожуха от расходомера.

Инновации, положенные в основу создания многофазного расходомера МР производства АО «Ижевский Мотозавод «Аксион-холдинг» — это способ измерения плотности газожидкостного потока панорамными измерителями амплитудно-частотных характеристик.

Блок ЭВК (Электронно-вычислительный комплекс). Непрерывный синусоидальный сигнал с генераторов поступает на резонаторы 1 и 2, через которые проходит газожидкостная смесь. АЧХ (амплитудно-частотная характеристика) резонаторов изменяется в зависимости

от плотности и состава потока, регистрация АЧХ производится в автоматическом режиме. Зная заранее (проведя исследования) какая резонансная частота соответствует, какой плотности и составу потока, программа выдает состав и плотность потока на экран монитора[1].

С помощью Антенны Доплера также производится замер скорости потока, так сказать дублирующий элемент измерения скорости.

Корреляционный метод измерения расхода многофазной среды даёт прибору следующие преимущества:

- Из-за отсутствия подвижных и выступающих во внутреннюю часть трубопровода частей расходомер наименее подвержен воздействию твердых и жидких примесей в учитываемом газе. Многофазные Расходомеры могут быть применены на трубопроводах больших диаметров без потери качества измерений и динамического диапазона.

- Результат измерений не зависит от давления, температуры.
- Отсутствует влияние частот прибора на поток, нет потерь давления.
- Высокая точность измерения.
- Минимальные требования к обслуживанию и низкие затраты на сервис в связи с отсутствием движущихся частей.

- Межповерочный интервал 3 года.

- Измерение усредненной скорости по всему диаметру газотока.

- Из конструкции исключён источник радиоактивного излучения

Выводы. Выбор конкретного типа расходомера зависит от условий эксплуатации, состава смеси и требования к точности измерений. Установка многофазных расходомеров на каждую месторождение поможет нефтегазовой отрасли и государству в частности, оптимизировать процессы контроля и учета добычи полезных ископаемых, а именно правильному расчёту налоговой базы, а так же установки справедливой цены и качество топлива. Расходомеры необходимы для учета природных ресурсов, а это вода, кроме того, на балансе некоторых колхозов, например, СПК "Удмуртия" Глазовского района УР имеются собственные АЗС. Поэтому применение расходомеров в АПК также актуально.

Библиографический список

1. Патент РФ №2289808 от 28.02.2025 г. Способ и устройство определения объемных долей жидкого углеводородного конденсата и воды в потоке газожидкостной смеси природного газа. Авторы: Вышиваный И.Г., Костюков В.Е., Москалев И.Н., Орехов Ю.И., Тихонов А.Б., Беляев В.Б.

2. Владыкин, Д. И. Повышение безопасности и надежности работы электропривода расположения солнечных элементов шаговым двигателем / Д. И. Владыкин, И. Р. Владыкин // Безопасность в техносфере : Труды XVII Международной научно-практической конференции, Ижевск, 24 октября 2024 года. – Ижевск: Издательский дом "Удмуртский университет", 2024. – С. 156-164. – EDN XNJBWE.

3. Владыкин, И. Р. Автоматизированный комплекс регулирования содержания CO₂ в сооружениях защищенного грунта / И. Р. Владыкин, М. А. Иванов // Актуальные проблемы энергетики АПК в современной реальности : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной основателю факультета энергетики и электрификации Валентину Васильевичу Фокину, Ижевск, 15 мая 2024 года. – Ижевск: Удмуртский государственный аграрный университет, 2024. – С. 95-100. – EDN FSIFVT.

4. Проектирование систем автоматизации : Учебное пособие по выполнению курсовой работы по дисциплине «Проектирование систем автоматизации» для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Агроинженерия» профиль «Автоматизация технологических процессов» (квалификация бакалавр) / Н. П. Кондратьева, С. И. Юран, И. Р.

Владыкин [и др.]. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Ижевск : Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – 76 с. – EDN ORYJTR.

5. Сервис технических средств автоматики / Н. П. Кондратьева, С. И. Юран, И. Р. Владыкин [и др.] ; Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Ижевск : Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – 112 с. – EDN DQGGHH.

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДРОНОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АГРОПРОМЫШЕННОЙ СФЕРЫ

Ланин Дмитрий Васильевич, доцент АНО ВО «Институт международных экономических связей», кандидат социологических наук, dmitry.l@group-ti.ru

Исмаилов Азат Камильевич, руководитель департамента стратегического планирования и организации проектной деятельности ООО «ГТИ» azat.k@group-ti.ru

Ранна Кирилл Иосифович, генеральный директор ООО «ГТИ», kirill.r@group-ti.ru

Измайлов Дамир Рафикович, инженер конструктор ООО «ГТИ», izmailov.d@group-ti.ru

Ушатов Максим Дмитриевич, инженер конструктор ООО «ГТИ», maxim.y@group-ti.ru

Аннотация: представлен материал исследованию роли беспилотных летательных аппаратов в решении глобальной проблемы продовольственной безопасности на фоне роста населения планеты. Анализируются ключевые преимущества дронов в сельском хозяйстве: мониторинг полей, точное внесение удобрений и средств защиты растений, создание цифровых карт. Особое внимание уделено отечественному опыту и перспективам внедрения дронов, учитывая масштабы сельхозугодий страны. Рассмотрены основные технологические и нормативные барьеры, включая ограниченную грузоподъемность, зависимость от погодных условий и нехватку квалифицированных операторов. Отмечена разработка российских ученых в области навигации без спутника. Подчеркивается необходимость комплексного подхода для успешной интеграции дронов в агропромышленный комплекс как важного элемента цифровой трансформации отрасли.

Ключевые слова: дроны, беспилотные летательные аппараты, агропромышленный комплекс, беспилотные авиационные системы, инновации

Существующие демографические прогнозы говорят о перманентном дисбалансе между растущим населением планеты (прогнозируемый показатель к 2070 году – более 10 млрд человек согласно данным ООН) и необходимостью обеспечения соответствующими объемами производства продукции агропромышленного комплекса [4]. Следовательно, ключевой задачей агропромышленного комплекса ойкумены в сложившихся условиях становится двукратное увеличение производительности при одновременном снижении издержек. Данная дилемма требует комплексного подхода, сочетающего традиционные агротехнологии с инновационными цифровыми решениями, среди которых особое место занимают беспилотные летательные аппараты, или на языке повседневности дроны. «Дроны обладают рядом преимуществ перед традиционными транспортными средствами, такими как самолеты и вертолеты. Они более экономичны, мобильны, безопасны и экологичны» [1].

Эволюция агропромышленного комплекса в XX веке базировалась на механизации, селекции высокопродуктивных сортов и оптимизации агрохимических методов. Однако потенциал этих подходов близок к исчерпанию, поскольку они не учитывают растущие требования к экологичности и ресурсоэффективности. Данное обстоятельство актуализирует внедрение передовых технологий, в фокусе точное земледелие. В обозначенном контексте дроны представляют собой полифункциональный инструмент, обеспечивающий оперативный мониторинг сельхозугодий, дифференцированное внесение удобрений и средств защиты растений, а также контроль состояния посевов.

В данной статье мы придерживаемся позицией, высказанной учеными А. Менлиева,

Е. Гульджашов, С. Гурбагов, что «роботизация сельского хозяйства — это не только вопрос внедрения новых технологий, но и важный шаг на пути к более устойчивому и эффективному агробизнесу [4].

Мировой опыт (США, ЕС, КНР, Австралия и др.) демонстрирует эффективность применения дронов в агропромышленном комплексе: по прогнозам ООН, к 2029 году до 65 процентов коммерческого использования дронов будет сосредоточено в агропромышленном комплексе. Наряду с этим, для Российской Федерации с её обширными площадями сельхозземель данная технология особенно актуальна, поскольку позволяет решать задачи инвентаризации, охраны территорий и оперативного реагирования на угрозы урожайности. В рамках системной государственной поддержки отечественные предприятия могут занять до 20–25 процентов мирового рынка аграрных дронов, что в денежном выражении составит свыше 330 млрд рублей в сегменте услуг и 35 млрд рублей в сфере производства.

Важно отметить, что на сегодняшний день приоритетные функциональные возможности дронов включают создание цифровых карт полей с высоким пространственным разрешением, мультиспектральный мониторинг состояния посевов и почв, прецизионное внесение агрохимикатов, а также контроль за здоровьем животных. Как верно, замечает, К.М. Клияненко, - «современные технологии позволяют дронам автоматически обнаруживать и классифицировать объекты на местности» [2]. Вместе с тем, масштабному внедрению данной технологии препятствуют системные ограничения. Технологические вызовы связаны с ограниченной грузоподъемностью (до 30 кг для большинства моделей), зависимостью от погодных условий и несовершенством алгоритмов обработки данных. Явный кадровый голод проявляется в нехватке квалифицированных операторов, способных не только управлять устройствами, но и интерпретировать получаемую информацию в верном отношении. Следовательно, нормативно-правовые барьеры, включая жёсткие требования Федерального закона №291-ФЗ, усложняют процесс сертификации и регистрации аппаратов, замедляя их применение в регионах. Финансово-экономические сложности обусловлены высокой стоимостью импортных решений и отсутствием конкурентоспособных отечественных аналогов.

Развитие дронов в агропромышленном секторе сталкивается с ключевой проблемой — ориентированием в пространстве без GPS/ГЛОНАСС. Актуальность этой задачи подчеркивается приближением эры, где дроны станут незаменимыми помощниками фермерам. Однако традиционные методы навигации, такие как Wi-Fi-маркеры, звуковые датчики или QR-коды, обладают ограниченной гибкостью и не подходят для динамичных сред. Инновационное решение, созданное учеными МФТИ, позволяет дронам ориентироваться по принципу человеческой памяти. Метод топологического картографирования «PRISM-ТороМар», созданный совместно учёными ФИЦ ИУ РАН, МФТИ, АИРИ, заключается в имитации человеческого восприятия: дроны анализируют окружение, идентифицируя знакомые объекты и определяют своё положение относительно них с помощью нейросетей, обученных для конкретных локаций.

Главное преимущество технологии — масштабируемость: однажды обученная система (на базе промышленного робота или дрона) тиражируется на неограниченное количество устройств. Это открывает возможности для массового внедрения в логистике (доставка внутри заводов, больниц), инспекции (мониторинг трубопроводов, энергообъектов) и спасательных операциях (поиск людей в задымлённых зонах). Однако остаются проблемы: недостаток реальных тестов (пока проводятся в виртуальной реальности) и необходимость доработки алгоритмов для работы в изменчивой среде, например, при перемещении товаров на складе.

Таким образом, беспилотные летательные аппараты представляют собой не просто инструмент оптимизации отдельных процессов, а ключевой элемент цифровой трансформации всего агропромышленного комплекса. Их внедрение требует междисциплинарного подхода, объединяющего усилия технологов, экономистов и правоведов для преодоления существующих барьеров. Успех будет зависеть от синхронизации государственных программ, развития отечественных технологий и создания экосистемы, поддерживающей инновации.

Библиографический список

1. Атдаева Б., Бахрамов Б., Абдылова Г. «Использование дронов в логистике: новые возможности и вызовы» IN SITU, №. 11, 2023, с. 73-75.
2. Клияненко К.М. «Использование дронов в точном земледелии: возможности и преимущества» Научный журнал молодых ученых, №. 3 (38), 2024, с. 62-66.
3. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р. «Долгосрочное демографическое прогнозирование в новых реалиях» Научные труды Вольного экономического общества России, вып. 235, №. 3, 2022, с. 85-94.
4. Менлиева А., Гульджашов Е., Гурбагов С. «Роботизация сельского хозяйства: дроны, тракторы и сенсоры» Вестник науки, вып. 3, №. 11 (80), 2024, с. 1326-1329.

УДК 623.437.42.032.1

ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ: ОТ БИОГАЗА ДО УДОБРЕНИЙ

Терехина Юлия Константиновна, студент 2 курса магистратуры, направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профиль «Цифровизация автомобильного хозяйства», terekhinajk@mail.ru

Аннотация: Сельскохозяйственные отходы представляют собой значительный ресурс, который при правильной переработке может быть использован для получения энергии, удобрений и других полезных продуктов. В статье рассмотрены современные методы утилизации органических отходов агропромышленного комплекса, включая анаэробное сбраживание с получением биогаза, компостирование, пиролиз и гидролиз. Особое внимание уделено экологическим и экономическим преимуществам переработки отходов, а также перспективным технологиям, способствующим устойчивому развитию сельского хозяйства.

Ключевые слова: сельскохозяйственные отходы, биогаз, анаэробное сбраживание, компостирование, пиролиз, гидролиз, органические удобрения, переработка отходов, возобновляемая энергетика, экологическое земледелие.

Сельское хозяйство является одним из ключевых секторов мировой экономики, обеспечивая продовольственную безопасность и сырье для промышленности. Однако вместе с ростом производства увеличивается и объем сельскохозяйственных отходов, которые представляют серьезную экологическую и экономическую проблему [1]. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO), ежегодно в мире образуется около 1,3 миллиарда тонн растительных отходов и сотни миллионов тонн навоза и помета. При неправильной утилизации эти отходы становятся источником загрязнения почвы, воды и воздуха, способствуют выбросам парниковых газов (метана, углекислого газа) и потере ценных органических ресурсов [2].

В последние десятилетия все большее внимание уделяется устойчивым методам переработки сельскохозяйственных отходов, позволяющим не только минимизировать их

негативное воздействие на окружающую среду, но и превратить их в полезные продукты [3]. Современные технологии предлагают широкий спектр решений – от производства биогаза и биоудобрений до получения биоэтанола и биоугля [4]. Эти методы способствуют:

- Снижению углеродного следа сельского хозяйства за счет сокращения выбросов метана.
- Энергетической автономии фермерских хозяйств благодаря использованию биогаза и других возобновляемых источников энергии.
- Повышению плодородия почв за счет внесения органических удобрений, полученных из отходов.
- Экономической выгоде – переработанные отходы могут стать дополнительным источником дохода.

В данной статье рассматриваются наиболее эффективные технологии утилизации сельскохозяйственных отходов, их преимущества и перспективы внедрения в агропромышленный комплекс [4]. Особый акцент сделан на практических примерах успешного применения этих методов в разных странах, а также на экономических и экологических выгодах для фермеров и государства [5].

Анализ современных подходов к переработке отходов позволяет сделать вывод, что их рациональное использование – это не только необходимость, но и ключевой фактор перехода к циклической (замкнутой) экономике в сельском хозяйстве [6]. Внедрение таких технологий требует, как государственной поддержки, так и повышения осведомленности аграриев о доступных решениях [7].

Основные методы утилизации сельскохозяйственных отходов.

Современные технологии переработки сельскохозяйственных отходов предлагают комплексный подход к решению экологических проблем и позволяют извлекать экономическую выгоду из того, что раньше считалось бесполезными отходами. Рассмотрим ключевые методы утилизации более подробно.

Компостирование остается наиболее доступным и широко распространенным методом переработки растительных остатков и твердой фракции навоза. В отличие от анаэробного сбраживания, этот процесс происходит с участием кислорода и включает несколько последовательных этапов: мезофильную стадию (25-40°C), термофильную фазу (до 70°C), когда происходит гибель патогенов и семян сорняков, и стадию созревания компоста. Современные технологии компостирования используют специальные барабанные установки или аэрируемые бурты, что позволяет сократить процесс с нескольких месяцев до 3-4 недель. Получаемый компост обладает высокой агрономической ценностью, улучшая структуру почвы, ее влагоудерживающую способность и обеспечивая растения доступными формами питательных веществ. В странах с развитым органическим земледелием, таких как Нидерланды и Дания, до 80% растительных отходов перерабатывается именно этим методом.

Термические методы переработки, включая пиролиз и газификацию, особенно эффективны для отходов с высоким содержанием лигноцеллюлозы (солома, шелуха, скорлупа орехов). Пиролиз, происходящий при температурах 400-800°C в бескислородной среде, позволяет получать три основных продукта: пиролизный газ (20-35%), жидкие продукты (30-50%) и твердый остаток - биоуголь (20-35%). Последний находит все более широкое применение в качестве почвоулучшителя (терра прета), способного накапливать углерод в почве на протяжении сотен лет. Газификация, осуществляемая при температурах 800-1200°C с ограниченным доступом кислорода, преимущественно производит синтез-газ (смесь CO и H₂), который может использоваться для генерации электроэнергии или как сырье для химической промышленности. В Японии и Южной Корее эти технологии активно внедряются для утилизации рисовой шелухи и других растительных остатков.

Гидролизные технологии особенно перспективны для переработки целлюлозосодержащих отходов. Ферментативный гидролиз с использованием

специализированных комплексов целлюлаз и ксиланаз позволяет расщеплять сложные полисахариды до простых сахаров, которые затем могут быть переработаны в биоэтанол, молочную кислоту или другие ценные химические продукты. Альтернативой является кислотный гидролиз, хотя он требует более сложного оборудования для нейтрализации кислоты после процесса. В последние годы особое внимание уделяется комбинированным методам, таким как AFEX (аммиачная обработка с последующим взрывным расширением), значительно повышающим эффективность переработки соломы и других лигноцеллюлозных материалов. Пилотные установки такого типа уже работают в США и Канаде, демонстрируя выход этанола до 250-300 литров из тонны сухой соломы.

Вермикомпостирование (переработка с использованием дождевых червей) занимает особое место среди методов утилизации, так как позволяет получать не только высококачественное органическое удобрение, но и ценную биомассу червей, используемую в качестве белковой добавки в кормах. Этот метод особенно эффективен для переработки навоза КРС и свиней, птичьего помета, а также растительных остатков. Современные вермифермы представляют собой многоярусные установки с автоматизированным поддержанием оптимальных параметров среды (влажность 70-80%, температура 18-25°C), где популяция червей может перерабатывать до 1 кг органики на 1 кг своей биомассы в сутки. Получаемый вермикомпост отличается высокой концентрацией гуминовых веществ и полезной микрофлоры, а его рыночная стоимость в 3-5 раз превышает стоимость обычного компоста.

Каждый из этих методов имеет свои оптимальные области применения, определяемые составом отходов, требуемыми продуктами переработки и экономическими условиями. Наиболее перспективным направлением развития является создание интегрированных систем, комбинирующих несколько технологий для максимально полной и рентабельной переработки всего объема образующихся сельскохозяйственных отходов.

Переработка сельскохозяйственных отходов приносит комплексную пользу как окружающей среде, так и экономике агропредприятий, создавая устойчивую модель замкнутого цикла производства. С экологической точки зрения, правильная утилизация органических отходов позволяет существенно снизить негативное антропогенное воздействие на все компоненты экосистемы. Прежде всего, это касается сокращения выбросов парниковых газов - метана и углекислого газа, которые образуются при естественном разложении навоза и растительных остатков на открытом воздухе. По данным ФАО, сельское хозяйство ответственно за 24% глобальных выбросов парниковых газов, и значительная часть этих выбросов связана именно с неправильным хранением и утилизацией отходов. Технологии анаэробного сбраживания позволяют улавливать до 90% метана, преобразуя его в полезный энергоноситель - биогаз. При этом углеродный след производства 1 кВт·ч электроэнергии из биогаза составляет всего 50-80 г CO₂-эквивалента, что в 10-15 раз меньше, чем при сжигании угля.

Не менее важным экологическим аспектом является предотвращение загрязнения водных ресурсов. Стоки с животноводческих ферм, содержащие азот и фосфор, вызывают эвтрофикацию водоемов, приводя к цветению воды и гибели водных экосистем. Современные системы переработки позволяют удерживать до 95% азота и 60-80% фосфора в составе органических удобрений, предотвращая их попадание в водоемы. Например, в Дании внедрение обязательной переработки навоза позволило сократить выбросы азота в Балтийское море на 40% за последние 20 лет. Дополнительным экологическим преимуществом является улучшение качества почв за счет внесения органических удобрений, полученных из отходов. Регулярное применение компоста и дигестата повышает содержание гумуса в почве на 0,5-1% ежегодно, улучшает ее структуру и влагоудерживающую способность, что особенно важно в условиях изменения климата.

С экономической точки зрения переработка сельскохозяйственных отходов создает несколько статей дохода для предприятий. Во-первых, это прямая экономия на закупке энергоносителей - биогазовые установки средней мощности (500 кВт) могут обеспечить до

80% энергопотребности типичной животноводческой фермы. Во-вторых, продажа излишков электроэнергии по "зеленым" тарифам, которые в странах ЕС составляют 0,15-0,25 евро за кВт·ч, обеспечивает стабильный дополнительный доход. В-третьих, органические удобрения, полученные в процессе переработки, либо используются для собственных нужд, сокращая затраты на минеральные удобрения, либо реализуются на рынке. Например, вермикомпост премиум-класса может стоить до 200-300 евро за тонну, а дигестат - 30-50 евро за тонну. В Германии некоторые фермерские хозяйства получают до 40% своего дохода именно от реализации продуктов переработки отходов.

Важным экономическим фактором является также сокращение экологических платежей и получение государственных субсидий на внедрение "зеленых" технологий. Во многих странах действуют программы поддержки биогазовых проектов, компенсирующие до 30-50% капитальных затрат. Дополнительную экономическую эффективность создает синергетический эффект от комбинирования нескольких технологий переработки. Например, сочетание анаэробного сбраживания жидкой фракции навоза с пиролизом твердых растительных остатков позволяет достичь практически безотходного производства с максимальной доходностью. По расчетам экономистов, срок окупаемости комплексных систем переработки сельхозотходов составляет 5-7 лет, а в условиях роста цен на энергоносители и минеральные удобрения - может сокращаться до 3-4 лет.

Перспективным направлением является также создание региональных кластеров по переработке отходов, объединяющих несколько фермерских хозяйств. Такие кластеры позволяют достичь эффекта масштаба, снижая удельные затраты на переработку и создавая новые рабочие места в сельской местности. В Нидерландах подобные кооперативы перерабатывают до 80% сельскохозяйственных отходов региона, обеспечивая энергией около 15% местного потребления. Таким образом, переработка сельскохозяйственных отходов трансформируется из затратной статьи в прибыльный бизнес, одновременно решая ключевые экологические проблемы современного агропромышленного комплекса.

Библиографический список

1. Evgrafov, A. Experimental studies of temperature-dynamic properties of peat soils in agricultural lands / A. Evgrafov, A. Guzalov, D. Moskvichev // E3S Web of Conferences : XI International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development, Termez, Uzbekistan, 31 октября – 02 2024 года. – Termez, Uzbekistan: EDP Sciences, 2025. – P. 5003. – DOI 10.1051/e3sconf/202561305003. – EDN KQAYOQ.
2. Москвичев, Д. А. Развитие модульного транспорта в сельском хозяйстве / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Управление рисками в АПК. – 2016. – № 1. – С. 28-34. – EDN VUYPRH.
3. Москвичев, Д. А. Актуальность применения модульных автомобилей / Д. А. Москвичев // Новая наука: Проблемы и перспективы. – 2016. – № 3-2(67). – С. 231-234. – EDN VONXZX.
4. Москвичев, Д. А. Применение технологий технического обслуживания модульных транспортных средств в агропромышленном комплексе / Д. А. Москвичев // Молодой ученый. – 2016. – № 6-5(110). – С. 9-10. – EDN VWLHNP.
5. Москвичев, Д. А. Развитие технологий технического обслуживания модульных сельскохозяйственных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства и сельских территорий: Сборник статей V Международной научно-практической конференции, Саратов, 18 марта 2016 года. – Саратов: Техно-Декор, 2016. – С. 76-79. – EDN VOALCB.
6. Москвичев, Д. А. Анализ модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Наука молодых - агропромышленному комплексу: Сборник статей Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, Москва, 01–03 июня 2016 года / Редакционная коллегия: А.В. Голубев, Р.А. Мигунов, Н.Е. Арестова, Н.А. Милюкова, Е.В. Пронина, А.В. Байдина, А.В. Бочкарев, Д.В. Котусов, Д.Д. Постникова, Е.Ф. Малыха, А.А.

Волков, В.И. Горностаев. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – С. 169-171. – EDN YXPVJZ.

7. Москвичев, Д. А. Развитие модульных автопоездов / Д. А. Москвичев // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. – 2017. – Т. 1, № 4. – С. 30-32. – EDN YJMUER.

УДК 623.437.42.032.1

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ: ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Шведов Виталий Викторович, студент 2 курса магистратуры, направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профиль «Цифровизация автомобильного хозяйства», vitshvedov@ozon.ru

Аннотация: Сельские территории играют ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности, сохранении экосистем и поддержании традиционного уклада жизни. Однако они сталкиваются с рядом вызовов, включая депопуляцию, деградацию природных ресурсов и низкий уровень экономического развития. В статье рассматриваются инновационные подходы и технологии, способствующие устойчивому развитию сельских территорий: цифровизация сельского хозяйства, внедрение возобновляемых источников энергии, развитие агро-экотуризма и умных деревень. Особое внимание уделяется государственным и частным инициативам, направленным на повышение качества жизни сельского населения и сохранение окружающей среды.

Ключевые слова: устойчивое развитие, сельские территории, инновации, цифровое сельское хозяйство, возобновляемая энергетика, агро-экотуризм, умные деревни, экологизация, государственная поддержка

Сельские территории составляют основу многих национальных экономик, обеспечивая продовольственную безопасность, сохранение природных ресурсов и культурного наследия. Однако в условиях глобализации и урбанизации они сталкиваются с комплексом проблем, угрожающих их устойчивому развитию. Среди ключевых вызовов – сокращение населения из-за миграции в города, старение сельских жителей, низкий уровень доходов, недостаточная инфраструктурная обеспеченность и растущая экологическая нагрузка на агроэкосистемы.

В последние десятилетия мировой опыт показывает, что традиционные подходы к развитию сельских территорий, основанные на экстенсивном сельском хозяйстве и государственных дотациях, не способны обеспечить долгосрочную устойчивость. В этой связи все большее значение приобретают инновационные технологии и стратегии, позволяющие:

- Повысить эффективность сельскохозяйственного производства за счет цифровизации;
- Диверсифицировать экономику сельских районов через развитие альтернативных видов деятельности (агротуризм, ВИЭ, переработка);
- Улучшить качество жизни населения благодаря современным инфраструктурным решениям;
- Минимизировать антропогенное воздействие на окружающую среду.

Особую актуальность эти вопросы приобретают в контексте Целей устойчивого развития ООН (ЦУР), в частности:

- ЦУР 2 – Ликвидация голода;
- ЦУР 7 – Доступная и чистая энергия;
- ЦУР 11 – Устойчивые города и сообщества;
- ЦУР 15 – Сохранение экосистем суши.

В данной статье рассматриваются перспективные направления трансформации сельских территорий, включая:

- Применение прецизионного земледелия (датчики, дроны, ИИ);
- Развитие распределенной энергетики (солнечные панели, биогазовые установки);
- Внедрение модели "умных деревень" (Smart Villages) с цифровыми сервисами;
- Поддержку круговой экономики и агроэкологии.

Анализ основан на кейсах успешных практик из ЕС (например, программы LEADER), Китая (проекты "эко-деревень") и России (пилотные инициативы в рамках госпрограмм). Особое внимание уделяется синергии между технологическими, социальными и управленческими инновациями.

Цель статьи – систематизировать современные подходы к устойчивому развитию сельских территорий и оценить потенциал их адаптации в различных регионах.

Сельские территории сталкиваются с комплексом взаимосвязанных проблем, которые тормозят их социально-экономическое развитие и угрожают долгосрочной устойчивости. Эти вызовы носят системный характер и требуют комплексных решений.

Современные вызовы требуют принципиально новых решений, и сегодня мы наблюдаем целый спектр инновационных подходов, способных обеспечить качественный прорыв в развитии сельских территорий. В первую очередь, это цифровая трансформация сельского хозяйства, где технологии точного земледелия позволяют добиваться впечатляющих результатов. Использование спутникового мониторинга NDVI для оценки состояния посевов, применение дронов с мультиспектральными камерами, системы автоматического полива с датчиками влажности почвы – все это уже сегодня помогает хозяйствам, как например в Ростовской области, добиваться увеличения урожайности на 15-20%. Умные фермы с роботизированными системами доения, автоматическими кормораздатчиками с индивидуальным рационом и системами контроля микроклимата кардинально меняют облик современного животноводства.

Не менее важным направлением является развитие альтернативной энергетики и ресурсосберегающих технологий. В сельской местности особенно актуальны солнечные электростанции малой мощности (5-10 кВт), биогазовые установки на отходах животноводства и микроГЭС на малых реках. Энергоэффективные технологии, такие как системы рекуперации тепла в животноводческих комплексах, LED-освещение теплиц с автоматической регулировкой, позволяют существенно сокращать энергозатраты – некоторые фермы в Белгородской области уже добились 40% экономии. Водосберегающие системы, включая капельное орошение с компьютерным управлением и системы сбора дождевой воды, помогают решать проблему дефицита водных ресурсов.

Особое значение приобретает диверсификация сельской экономики. Агротуризм и фермерский туризм, представленный эко-отелями, гастрономическими турами и мастер-классами (как в успешном проекте "Русские сезоны" Ленинградской области), открывает новые возможности для доходов сельских жителей. Переработка сельхозпродукции в мини-цехах по производству сыров, колбас, линий по переработке ягод и фруктов добавляет стоимость продукции, а возрождение традиционных промыслов и создание современных ремесленных мастерских помогает сохранять культурное наследие.

Социальные инновации, такие как телемедицина с мобильными диагностическими комплексами (проект "Здоровое село" в Татарстане), дистанционное образование через виртуальные классы и онлайн-курсы, создание сельских коворкингов для привлечения цифровых кочевников (как в Новгородской области) – все это кардинально меняет качество жизни на селе. Концепция "умных деревень" реализуется через интеллектуальные системы управления, включая "умные" счетчики, датчики контроля инфраструктуры и системы экстренного оповещения, цифровые сервисы для решения бытовых вопросов и автоматизацию ЖКХ.

Экологические инновации представлены органическим земледелием с применением биопрепаратов (как в сертифицированных хозяйствах Калужской области), системами замкнутых циклов производства, где навоз перерабатывается в биогаз, а растительные отходы идут на производство топливных пеллет. Агро-лесоводство, совмещающее сельхозкультуры и лесные насаждения, помогает восстанавливать деградированные земли.

Эффект от внедрения этих инноваций проявляется в повышении производительности труда в 1,5-2 раза, снижении себестоимости продукции на 15-30%, создании новых рабочих мест и улучшении экологической ситуации. Перспективными направлениями видятся применение искусственного интеллекта для прогнозирования урожаев, создание вертикальных ферм в заброшенных зданиях, использование big data для оптимизации логистики и развитие сельских инновационных кластеров.

Биотехнологии открывают новые перспективы для сельских территорий. Речь идет не только о традиционной селекции, но и о современных методах генетического редактирования, позволяющих создавать сорта растений, устойчивые к засухе, болезням и вредителям. Развитие микробиологии дает возможность создавать новые виды биоудобрений и биопестицидов, которые эффективно заменяют химические аналоги. Особый интерес представляют технологии ускоренного компостирования и переработки органических отходов, которые могут стать основой для создания локальных систем замкнутого цикла в сельских поселениях.

Социальные инновации также претерпевают значительные изменения. Все большее распространение получают модели совместного потребления - от каршеринга сельхозтехники до совместного использования перерабатывающего оборудования. Развиваются новые формы кооперации, позволяющие малым фермерским хозяйствам конкурировать с крупными агрохолдингами. Особое внимание уделяется созданию комфортной среды для "цифровых кочевников", которые могут выбрать сельскую местность для жизни и работы, привнося новые идеи и инвестиции в местную экономику. Эти тенденции создают основу для формирования принципиально новой модели сельского сообщества - более открытого, технологичного и устойчивого.

Библиографический список

1. Мониторинг состояния дорожного покрытия с помощью получаемой информации от объектов движения / Р. Н. Егоров, Н. Н. Пуляев, Д. А. Москвичев [и др.] // Чтения академика В. Н. Болдинского: сборник статей, Москва, 22–23 января 2025 года. – Москва: ООО «Сам Полиграфист», 2025. – С. 188-193. – EDN FPZTTN.
2. Москвичев, Д. А. Влияние технологии технического обслуживания и ремонта на коэффициент технической готовности модульных грузовых автомобилей / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Мир транспорта и технологических машин. – 2019. – № 3(66). – С. 3-8. – EDN QYJTCI.
3. Москвичев, Д. А. Особенности метода технического обслуживания модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2019. – № 2(48). – С. 17-19. – EDN DMTJFA.
4. Москвичев, Д. А. Оценка периодичности технического обслуживания модульного транспортного средства по наработке / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Вестник гражданских инженеров. – 2019. – № 4(75). – С. 134-137. – DOI 10.23968/1999-5571-2019-16-4-134-137. – EDN OMJYZF.
5. Москвичев, Д. А. Анализ эффективности модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Информационные технологии и инновации на транспорте: Материалы 5-ой Международной научно-практической конференции, Орёл, 22–23 мая 2019 года / Под общей редакцией А.Н. Новикова. – Орёл: Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, 2020. – С. 283-287. – EDN XBSAOT.

6. Москвичев, Д. А. Развитие модульного транспорта в сельском хозяйстве / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Управление рисками в АПК. – 2016. – № 1. – С. 28-34. – EDN VUYPRH.

7. Москвичев, Д. А. Развитие технологий технического обслуживания модульных сельскохозяйственных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства и сельских территорий: Сборник статей V Международной научно-практической конференции, Саратов, 18 марта 2016 года. – Саратов: Техно-Декор, 2016. – С. 76-79. – EDN VOALCB.

УДК 623.437.42.032.1

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА В АГРОСЕКТОРЕ

Четырко Ростислав Юрьевич, студентка магистратуры Д-М 227 группы ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, dkhabarina@gmail.com

Аннотация: Данная статья рассматривает современные инновационные методы борьбы с изменением климата в агросекторе. Определены основные направления — использование технологий точного земледелия, генетики и биотехнологий, внедрение возобновляемых источников энергии, а также развитие агроэкологических практик и агролесоводства. Подчеркивается важность интеграции экологически ответственных подходов, поддержки со стороны государства и частных инвестиций для повышения устойчивости сельского хозяйства. Внедрение указанных технологий способствует снижению выбросов парниковых газов, повышению эффективности использования ресурсов и адаптации агросистем к климатическим изменениям, что является ключевым для обеспечения продовольственной безопасности и сохранения окружающей среды.

Ключевые слова: Инновационные методы, изменение климата, агросектор, технологии точного земледелия, спутниковые данные, датчики, геоинформационные системы ГИС, автоматизация, ресурсоэкономия, генетика, генные модификации ГМК, устойчивые сорта, засухоустойчивость, ветроэнергетика, солнечные панели, биогазовые установки, агролесоводство, биотехнологии, микробиология, биоудобрения, экологические практики, снижение выбросов парниковых газов, устойчивое развитие, климатическая адаптация.

Изменение климата стало одной из наиболее острых проблем современного мира, оказывающей существенное влияние на все сферы жизни человека, в том числе и на сектора сельского хозяйства. Агросектор — один из крупнейших потребителей ресурсов, а также источник выбросов парниковых газов (ПГ), включая метан, диоксид углерода и закись азота. В условиях глобальной нестабильности и необходимости обеспечения продовольственной безопасности крайне важно внедрение инновационных технологий и методов, позволяющих снизить негативное влияние агросектора на климат и повысить его устойчивость к изменениям окружающей среды.

1. Технологии точного земледелия

Одним из революционных подходов является использование технологий точного земледелия (ТЗ), основанных на применении спутниковых данных, датчиков, геоинформационных систем (ГИС), а также автоматизированных систем управления хозяйством. Эти технологии позволяют точно определять потребности конкретных участков полей в воде, удобрениях, средствах защиты растений.

Преимущества:

- минимизация использования ресурсов;
- снижение выбросов вредных веществ;
- повышение урожайности за счёт оптимизации процессов;
- уменьшение воздействия на окружающую среду.

Например, внедрение систем капельного орошения и автоматизированных систем по регулировке подачи воды позволяют значительно сократить потребление воды и снизить расход энергии.

2. Генетика и биотехнологии

Генетически модифицированные культуры (ГМК) и селекционные программы по созданию устойчивых к условиям изменяющегося климата сортов растений — одна из наиболее перспективных стратегий.

Основные направления:

- создание засухоустойчивых сортов и гибридов;
- устойчивых к заморозкам и сильным осадкам культур;
- повышение устойчивости растений к болезням и вредителям.

Благодаря генетическому прогрессу, можно уменьшить использование химических средств защиты растений, а также повысить устойчивость агросистем к экстремальным климатическим факторам.

3. Внедрение возобновляемых источников энергии

Эксплуатация солнечных и ветровых электростанций на фермах позволяет значительно снизить зависимость от ископаемых видов топлива и уменьшить выбросы парниковых газов.

Примеры:

- солнечные электростанции для питания систем орошения и автоматизированных управляемых систем;
- ветровые турбины для автономных хозяйственных объектов.

Также, внедрение биогазовых установок, использующих органические отходы сельхозпроизводства, помогает превращать отходы в энергию и одновременно снижать выделение метана — мощного парникового газа.

4. Агроэкологические практики и агролесоводство

Одним из важных подходов является интеграция агролесоводства — сочетания сельскохозяйственных культур с лесными насаждениями. Эти системы способствуют укреплению биоразнообразия, сохранению плодородия почвы и регулируют микроклимат.

Методы:

- многовидовая ротация культур;
- внедрение покрытых культур и сидератов для защиты почвы;
- создание реликтовых и лесных полос для защиты от ветра и эрозии.

Такое экологическое земледелие помогает удерживать углерод в почве и минимизировать выбросы.

5. Биотехнологии и микробиология

Использование микроорганизмов — один из современных методов повышения плодородия почвы и снижения потребности в химических удобрениях.

Технологии:

- развитие биоудобрений и микроорганизмов для повышения устойчивости растений к стрессам;
- биоферменты, ускоряющие разложение органических остатков;
- применение природных патогенов для контроля вредителей вместо химии.

Это помогает уменьшить химическую нагрузку на почву и воду, способствует созданию экологически безопасных агросистем.

6. Экономика и политика внедрения инноваций

Эффективная реализация инновационных методов требует поддержки со стороны государства, частных инвестиций и обучения фермеров новым технологиям. Важную роль играет создание системы стимулирования экологически ответственного земледелия, внедрение стандартов и сертификаций, а также информационно-просветительская деятельность.

Современные инновационные методы играют ключевую роль в борьбе с последствиями изменения климата и обеспечении устойчивого развития агросектора. Внедрение технологий точного земледелия, генетики, возобновляемых источников энергии, агроэкологических практик и биотехнологий способствует снижению вредных выбросов, повышению энергоэффективности и устойчивости сельскохозяйственных систем. В перспективе, только сочетание научных достижений, политики поддержки и сознательного подхода фермеров поможет адаптировать агросектор к новым климатическим вызовам и сохранить планету для будущих поколений.

Библиографический список

1. Совершенствование системы навигации автотранспорта с использованием it / Д. А. Москвичев, Н. Н. Пуляев, Р. Н. Егоров [и др.] // Чтения академика В. Н. Болтинского: сборник статей, Москва, 22–23 января 2025 года. – Москва: ООО «Сам Полиграфист», 2025. – С. 239-242. – EDN VRIPRJ.
2. Экспериментальные исследования влияния освещения на эвтрофикацию водоемов и работу систем капельного орошения / О. Н. Дидманидзе, А. В. Евграфов, Д. А. Москвичев [и др.] // Природообустройство. – 2024. – № 3. – С. 6-12. – DOI 10.26897/1997-6011-2024-3-6-12. – EDN OGHMRF.
3. Москвичев, Д. А. Развитие модульного транспорта в сельском хозяйстве / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Управление рисками в АПК. – 2016. – № 1. – С. 28-34. – EDN VUYPRH.
4. Москвичев, Д. А. Развитие технологий технического обслуживания модульных сельскохозяйственных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства и сельских территорий: Сборник статей V Международной научно-практической конференции, Саратов, 18 марта 2016 года. – Саратов: Техно-Декор, 2016. – С. 76-79. – EDN VOALCB.
5. Москвичев, Д. А. Анализ модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Наука молодых - агропромышленному комплексу: Сборник статей Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, Москва, 01–03 июня 2016 года / Редакционная коллегия: А.В. Голубев, Р.А. Мигунов, Н.Е. Арестова, Н.А. Милукова, Е.В. Пронина, А.В. Байдина, А.В. Бочкарев, Д.В. Котусов, Д.Д. Постникова, Е.Ф. Малыха, А.А. Волков, В.И. Горностаев. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – С. 169-171. – EDN YXPVJZ.
6. Москвичев, Д. А. Оптимизация производства схемами поставок модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Грузовик. – 2018. – № 4. – С. 21-23. – EDN RUYOVN.

УДК 631

ИНТЕГРАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ИТ: КАК АГРОТЕХНОЛОГИИ МЕНЯЮТ БИЗНЕС-МОДЕЛИ

Парфенов Максим Олегович, студент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, atl38h4@mail.ru

Аннотация: в последние годы наблюдается стремительное развитие агротехнологий, которые интегрируют информационные технологии (ИТ) в сельское хозяйство. Эта статья рассматривает влияние ИТ на бизнес-модели аграрного сектора, подчеркивая преимущества и вызовы, связанные с цифровизацией. Исследуются ключевые направления агротехнологий, такие как точное земледелие, использование дронов, IoT (интернет вещей) и BigData. Подчеркивается необходимость адаптации традиционных аграрных практик к новым условиям, а также важность образования и подготовки кадров

для эффективного внедрения технологий. В заключение выделяются перспективы развития аграрного сектора в условиях цифровой трансформации.

Ключевые слова: агротехнологии, интеграция, сельское хозяйство, информационные технологии, цифровизация, беспилотные технологии, экономика

Сельское хозяйство традиционно считается одним из самых консервативных секторов экономики. Однако с развитием информационных технологий и их внедрением в аграрный бизнес, произошли значительные изменения. Интеграция IT в сельское хозяйство открывает новые горизонты для повышения продуктивности, оптимизации процессов и улучшения качества продукции. В данной статье мы рассмотрим, как агротехнологии меняют бизнес-модели, какие преимущества они предоставляют, а также какие вызовы стоят перед аграриями в условиях цифровизации.

1. Агротехнологии: определение и ключевые направления

Агротехнологии представляют собой совокупность технологий, использующих IT для повышения эффективности сельского хозяйства. К ключевым направлениям можно отнести[1]:

- **Точное земледелие:**

Точное земледелие включает в себя использование GPS, датчиков и аналитических программ для оптимизации процессов посева, ухода за растениями и сбора урожая. Это позволяет агрономам получать точные данные о состоянии почвы, уровне влаги и потребностях растений, что в свою очередь снижает затраты и увеличивает урожайность;

- **Дроны и беспилотные технологии:**

Дроны становятся незаменимыми помощниками в сельском хозяйстве. Они используются для мониторинга полей, оценки состояния посевов, а также для внесения удобрений и пестицидов. Беспилотные летательные аппараты позволяют значительно сократить время и трудозатраты на выполнение этих задач[2];

- **Интернет вещей (IoT):**

IoT в агросекторе включает в себя использование сенсоров, подключенных к интернету, для сбора данных о климатических условиях, влажности почвы и других параметрах. Эти данные могут быть использованы для автоматизации процессов, что позволяет агрономам принимать более обоснованные решения.

- **Большие данные (BigData):**

Анализ больших данных позволяет агрономам выявлять тенденции и закономерности, которые невозможно заметить при традиционных методах анализа. Пример использования IoT в сельском хозяйстве: мониторинг состояния почвы и растений с помощью сенсоров представлен на рисунке.



Рис. Пример использования IoT в сельском хозяйстве: мониторинг состояния почвы и растений с помощью сенсоров

2. Влияние агротехнологий на бизнес-модели

Внедрение агротехнологий меняет традиционные бизнес-модели в сельском хозяйстве. Рассмотрим несколько ключевых аспектов этого влияния [3].

i. 2.1 Оптимизация затрат

Использование технологий позволяет аграриям значительно снизить затраты на ресурсы [4]. Например, точное земледелие помогает сократить количество удобрений и пестицидов, что не только экономит деньги, но и снижает негативное воздействие на окружающую среду [5].

ii. 2.2 Увеличение урожайности

Агротехнологии способствуют повышению урожайности за счет более точного управления процессами [6]. Использование дронов и IoT позволяет агрономам своевременно реагировать на изменения в состоянии растений и почвы, что приводит к более высокому качеству и количеству продукции [7].

iii. 2.3 Новые рынки и возможности

Интеграция IT в сельское хозяйство открывает новые рынки для аграриев. Например, использование онлайн-платформ для продажи продукции напрямую потребителям позволяет избежать посредников и увеличить прибыль. Также появляются возможности для сотрудничества с IT-компаниями, что может привести к созданию новых продуктов и услуг.

iv. 2.4 Адаптация к изменениям климата

Агротехнологии помогают аграриям адаптироваться к изменениям климата. Сбор данных о погодных условиях и состоянии почвы позволяет более эффективно планировать посевные работы и минимизировать риски, связанные с неблагоприятными погодными условиями.

3. Вызовы и препятствия на пути к цифровизации

Несмотря на очевидные преимущества, интеграция IT в сельское хозяйство сталкивается с рядом вызовов.

v. 3.1 Финансовые барьеры

Внедрение новых технологий требует значительных инвестиций, что может быть проблемой для небольших фермерских хозяйств. Необходимость в финансировании и поддержке со стороны государства и частных инвесторов становится ключевым фактором для успешной цифровизации.

vi. 3.2 Образование и подготовка кадров

Для эффективного использования агротехнологий необходимо обучать специалистов, которые смогут работать с новыми инструментами и технологиями. Это требует изменения подходов к образованию в аграрной сфере и внедрения новых учебных программ.

vii. 3.3 Кибербезопасность

С увеличением зависимости от IT возрастает и риск кибератак. Защита данных и систем становится важной задачей для аграриев, которые должны обеспечивать безопасность своих информационных технологий.

4. Перспективы развития аграрного сектора

В условиях постоянного развития технологий аграрный сектор имеет все шансы на дальнейшую цифровизацию. В будущем можно ожидать:

- **Развитие робототехники**

Роботы могут стать важной частью аграрного производства, выполняя задачи, которые требуют высокой точности и могут быть опасными для человека. Это может включать в себя сбор урожая, обработку почвы и уход за растениями.

- **Устойчивое сельское хозяйство**

С помощью агротехнологий можно достичь более устойчивого сельского хозяйства, которое будет меньше зависеть от природных ресурсов и более эффективно использовать имеющиеся.

Интеграция информационных технологий в сельское хозяйство открывает перед аграриями новые возможности для повышения эффективности и устойчивости бизнеса. Однако для успешной цифровизации необходимо преодолевать ряд вызовов, связанных с финансированием, образованием и безопасностью. В будущем агротехнологии могут стать ключевым фактором развития не только сельского хозяйства, но и всей экономики в целом, способствуя созданию более устойчивых и эффективных бизнес-моделей.

Эта статья является обобщением современных трендов в области агротехнологий и их влияния на бизнес-модели в сельском хозяйстве.

Библиографический список

1. Булгаков, Н. С. Применение искусственного интеллекта на электромобиле / Н. С. Булгаков // Чтения академика В. Н. Болтинского : Сборник статей, Москва, 22–23 января 2025 года. – Москва: ООО «Сам Полиграфист», 2025. – С. 158-161. – EDN QKDOPR.
2. Москвичев, Д. А. Развитие модульного транспорта в сельском хозяйстве / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Управление рисками в АПК. – 2016. – № 1. – С. 28-34. – EDN VUYPRH.
3. Москвичев, Д. А. Развитие технологий технического обслуживания модульных сельскохозяйственных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства и сельских территорий: Сборник статей V Международной научно-практической конференции, Саратов, 18 марта 2016 года. – Саратов: Техно-Декор, 2016. – С. 76-79. – EDN VOALCB.
4. Москвичев, Д. А. Анализ модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Наука молодых - агропромышленному комплексу: Сборник статей Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, Москва, 01–03 июня 2016 года / Редакционная коллегия: А.В. Голубев, Р.А. Мигунов, Н.Е. Арестова, Н.А. Милукова, Е.В. Пронина, А.В. Байдина, А.В. Бочкарев, Д.В. Котусов, Д.Д. Постникова, Е.Ф. Малыха, А.А. Волков, В.И. Горностаев. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – С. 169-171. – EDN YXPVJZ.
5. Грибов, И. В. Оценка функциональных характеристик тракторов NEWHOLLAND по использованию энергоресурсов / И. В. Грибов, Н. В. Перевозчикова, Д. А. Москвичев // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 1(22). – С. 191-195. – EDN ZDOYDZ.
6. Москвичев, Д. А. Оптимизация производства схемами поставок модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Грузовик. – 2018. – № 4. – С. 21-23. – EDN RUYOVN.
7. Москвичев, Д. А. Эффективность модернизации сельскохозяйственной техники путем использования модульного транспорта / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Вестник

Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2018. – № 2(84). – С. 33-36. – DOI 10.26897/1728-7936-2018-2-33-36. – EDN YWRDIX.

ИНТЕГРАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ИТ: КАК АГРОТЕХНОЛОГИИ МЕНЯЮТ БИЗНЕС-МОДЕЛИ

Сухомлинов Константин Сергеевич, студент кафедры «Тракторы и автомобили» ИМЭ им. В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ksuhomlinov@inbox.ru

Митягин Григорий Евгеньевич, к.т.н., доцент, доцент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, mityagin@rgau-msha.ru

***Аннотация:** Современное сельское хозяйство переживает цифровую трансформацию под влиянием ИТ-технологий. В статье рассматриваются изменения бизнес-моделей в аграрной отрасли под воздействием агротехнологий, таких как интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (AI), облачные платформы и аналитика больших данных. Анализируются ключевые векторы трансформации: переход от продуктовой к сервисной модели, развитие платформенной экономики, персонализация сельскохозяйственных решений и повышение инвестиционной привлекательности агросектора. Отмечаются вызовы внедрения цифровых решений: нехватка кадров, высокая стоимость оборудования и необходимость адаптации традиционной инфраструктуры. Обосновывается, что цифровая интеграция способна обеспечить устойчивое и гибкое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных вызовов.*

***Ключевые слова:** агротехнологии, цифровизация, бизнес-модели, IoT, AI, умное сельское хозяйство, платформенные решения.*

Интеграция информационных технологий в сельское хозяйство формирует новую экономическую реальность, в которой привычные методы ведения агробизнеса трансформируются в цифровые и сервисно-ориентированные модели [1]. Переход от традиционного производства к высокотехнологичному агропредприятию обусловлен необходимостью повышения устойчивости, точности и эффективности в условиях ограниченных ресурсов и изменяющегося климата. Агротехнологии, основанные на использовании интернета вещей и искусственного интеллекта, становятся инструментами трансформации бизнес-логики [2]. Если раньше сельхозпроизводитель ориентировался на объём и сроки сбора урожая, то сегодня в центре внимания — анализ данных, прогнозирование и управление рисками в режиме реального времени [3]. Датчики на полях и в технике позволяют собирать непрерывный поток информации, а алгоритмы машинного обучения обрабатывают эти данные и формируют рекомендации по внесению удобрений, управлению поливом и техническому обслуживанию оборудования [4]. Это приводит к изменению самой модели дохода: всё чаще агропредприятия переходят от разовых продаж продукции к подписке на сервисы, включающие агрономическое сопровождение, телеметрию и предиктивный мониторинг [5]. Таким образом, формируется экосистема, в которой цифровые платформы играют ключевую роль, обеспечивая интеграцию агропроизводства, логистики, хранения и аналитики на единой цифровой основе [6].

Цифровизация также оказывает влияние на структуру собственности и форматы взаимодействия с потребителем [7]. Появление агроплатформ позволяет мелким и средним хозяйствам участвовать в объединённых цифровых рынках, тем самым расширяя доступ к инвестициям и рынкам сбыта. Такие платформы, как Climate FieldView или Cropio, предоставляют фермерам инструменты точного земледелия, которые ранее были доступны только крупным агрохолдингам. Это ведёт к демократизации технологий и открывает возможности для устойчивого развития в регионах с низкой агроэкономической плотностью. Более того, использование аналитических инструментов позволяет индивидуализировать агротехнологические решения, учитывая параметры конкретного поля и его исторические

данные, что увеличивает рентабельность и снижает экологическую нагрузку. Анализ основных направлений влияния ИТ-технологий на бизнес-модели агросектора представлен в таблице 1, где обобщены изменения в операционном и стратегическом управлении хозяйствами в зависимости от уровня цифровизации.

Таблица 1.

Анализ основных направлений влияния ИТ-технологий на бизнес-модели агросектора

Аспект деятельности	До цифровизации	После цифровизации
Модель дохода	Продажа продукции	Сервисные подписки, агроконсалтинг
Принятие решений	На основе опыта и календаря	На основе данных, ИИ-аналитики
Инфраструктура	Оборудование и техника	Платформы, IoT, облачные решения
Производственные риски	Реагирование по факту	Предиктивное планирование, автоматизация
Отношения с потребителем	Прямая продажа	Цифровая цепочка поставок, кастомизация

Однако процесс цифровой трансформации не лишён вызовов. Среди них наиболее остро стоят вопросы начальных инвестиций, необходимости переобучения кадров и адаптации старой инфраструктуры. Внедрение IoT-решений требует устойчивых сетей передачи данных, зачастую недоступных в отдалённых сельских районах. Использование ИИ предполагает наличие квалифицированных специалистов и понимание фермерами принципов работы с цифровыми инструментами, что требует системной работы по повышению цифровой грамотности. Кроме того, на фоне роста числа подключённых устройств и объёма собираемой информации возрастают риски, связанные с кибербезопасностью и защитой персональных данных. Эти барьеры не отменяют очевидных преимуществ цифровизации, но указывают на необходимость комплексного подхода к её реализации, включая государственную поддержку, налоговые стимулы и создание образовательных программ.

Можно утверждать, что агротехнологии не только оптимизируют производственные процессы, но и формируют новую парадигму аграрного предпринимательства. Цифровая интеграция меняет логику принятия решений, принципы организации бизнес-процессов и структуру рыночных отношений. В условиях нестабильных климатических и экономических факторов она предоставляет фермерам гибкие инструменты адаптации и устойчивого роста.

Библиографический список

1. Совершенствование системы навигации автотранспорта с использованием it / Д. А. Москвичев, Н. Н. Пуляев, Р. Н. Егоров [и др.] // Чтения академика В. Н. Болтинского : сборник статей, Москва, 22–23 января 2025 года. – Москва: ООО «Сам Полиграфист», 2025. – С. 239-242. – EDN VRIPRJ.
2. Экспериментальные исследования влияния освещения на эвтрофикацию водоемов и работу систем капельного орошения / О. Н. Дидманидзе, А. В. Евграфов, Д. А. Москвичев [и др.] // Природообустройство. – 2024. – № 3. – С. 6-12. – DOI 10.26897/1997-6011-2024-3-6-12. – EDN OGHRMF.
3. Москвичев, Д. А. Развитие модульного транспорта в сельском хозяйстве / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Управление рисками в АПК. – 2016. – № 1. – С. 28-34. – EDN VUYPRH.

4. Москвичев, Д. А. Развитие технологий технического обслуживания модульных сельскохозяйственных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства и сельских территорий: Сборник статей V Международной научно-практической конференции, Саратов, 18 марта 2016 года. – Саратов: Техно-Декор, 2016. – С. 76-79. – EDN VOALCB.

5. Москвичев, Д. А. Анализ модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Наука молодых - агропромышленному комплексу: Сборник статей Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, Москва, 01–03 июня 2016 года / Редакционная коллегия: А.В. Голубев, Р.А. Мигунов, Н.Е. Арестова, Н.А. Милюкова, Е.В. Пронина, А.В. Байдина, А.В. Бочкарев, Д.В. Котусов, Д.Д. Постникова, Е.Ф. Малыха, А.А. Волков, В.И. Горностаев. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – С. 169-171. – EDN YXPVJZ.

6. Москвичев, Д. А. Оптимизация производства схемами поставок модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Грузовик. – 2018. – № 4. – С. 21-23. – EDN RUYOVN.

УДК 628.4

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ

Вартанов Алексей Евгеньевич, студент 2 курса Института механики и энергетики имени В. П. Горячкина ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

Аннотация. В статье рассмотрены принципы создания и применения цифровых двойников в сельском хозяйстве. Проанализированы ключевые технологии моделирования агропроцессов, преимущества цифровых двойников для оптимизации производства и снижения затрат. Особое внимание уделено интеграции данных IoT, машинного обучения и симуляции для повышения эффективности сельхозпредприятий.

Ключевые слова: цифровые двойники, сельское хозяйство, моделирование, IoT, оптимизация.

Современное сельское хозяйство сталкивается с вызовами, требующими внедрения инновационных технологий. Одним из перспективных направлений является использование цифровых двойников (ЦД) — виртуальных копий физических объектов или процессов, которые позволяют прогнозировать их поведение в реальном времени [1]. ЦД находят применение в управлении техникой, мониторинге состояния почвы и растений, оптимизации логистики и ресурсов.

Цель исследования — оценка потенциала цифровых двойников для моделирования и оптимизации агропроцессов на примере конкретных кейсов.

2.1. Архитектура цифрового двойника

ЦД сельскохозяйственного объекта включает:

Датчики IoT (температура, влажность, состав почвы).

Модели машинного обучения для прогнозирования урожайности.

Симуляторы (например, ANSYS или COMSOL для анализа работы техники).

2.2. Оптимизация процессов

Применение ЦД позволяет:

Снизить расход удобрений на 15–20% за счет точного прогнозирования потребностей растений [2].

Увеличить КПД техники путем виртуального тестирования режимов работы.

Пример реализации: цифровой двойник поля с интеграцией данных спутникового мониторинга и датчиков IoT (Рис. 1).

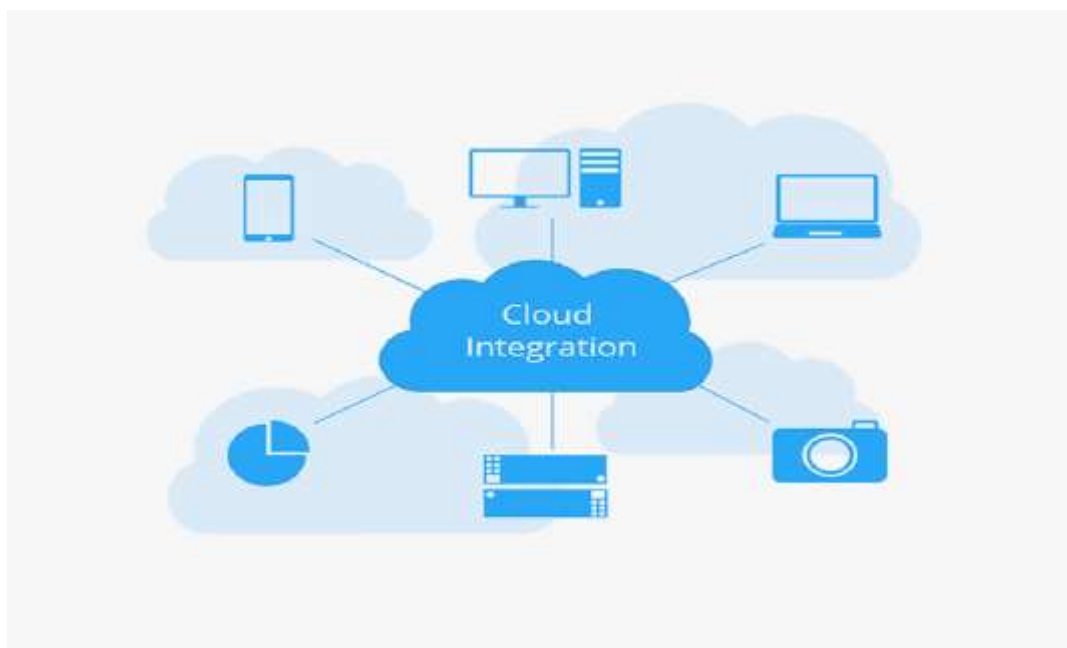


Рис. 1. Схема взаимодействия компонентов ЦД сельхозугодий

3.1. Кейсы внедрения

В таблице 1 представлены результаты пилотных проектов.

Таблица 1.

Эффективность ЦД в агропроизводстве

Показатель	Традиционные методы	С использованием ЦД
Затраты на ГСМ, %	100	85
Урожайность, ц/га	50	58

3.2. Проблемы внедрения

Основные барьеры:

Высокая стоимость датчиков и ПО.

Необходимость обучения персонала.

Цифровые двойники демонстрируют значительный потенциал для трансформации сельского хозяйства. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку экономически доступных решений и стандартизацию технологий.

Библиографический список

1. Мониторинг состояния дорожного покрытия с помощью получаемой информации от объектов движения / Р. Н. Егоров, Н. Н. Пуляев, Д. А. Москвичев [и др.] // Чтения академика В. Н. Болдинского: сборник статей, Москва, 22–23 января 2025 года. – Москва: ООО «Сам Полиграфист», 2025. – С. 188-193. – EDN FPZTTN.
2. Москвичев, Д. А. Влияние технологии технического обслуживания и ремонта на коэффициент технической готовности модульных грузовых автомобилей / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Мир транспорта и технологических машин. – 2019. – № 3(66). – С. 3-8. – EDN QYJTCL.
3. Москвичев, Д. А. Особенности метода технического обслуживания модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2019. – № 2(48). – С. 17-19. – EDN DMTJFA.
4. Москвичев, Д. А. Оценка периодичности технического обслуживания модульного транспортного средства по наработке / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов //

Вестник гражданских инженеров. – 2019. – № 4(75). – С. 134-137. – DOI 10.23968/1999-5571-2019-16-4-134-137. – EDN OMJYZF.

5. Москвичев, Д. А. Анализ эффективности модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Информационные технологии и инновации на транспорте: Материалы 5-ой Международной научно-практической конференции, Орёл, 22–23 мая 2019 года / Под общей редакцией А.Н. Новикова. – Орёл: Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, 2020. – С. 283-287. – EDN XBSAOT.

6. Москвичев, Д. А. Развитие модульного транспорта в сельском хозяйстве / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Управление рисками в АПК. – 2016. – № 1. – С. 28-34. – EDN VUYPRH.

7. Москвичев, Д. А. Развитие технологий технического обслуживания модульных сельскохозяйственных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства и сельских территорий: Сборник статей V Международной научно-практической конференции, Саратов, 18 марта 2016 года. – Саратов: Техно-Декор, 2016. – С. 76-79. – EDN VOALCB.

УДК 621.313

МОТОР-КОЛЕСО КАК ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Прокопов Максим Анатольевич, аспирант кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, m.prokоров@msx.gov.ru

Десянин Сергей Николаевич, профессор кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, devta@rambler.ru

Крылов Никита Евгеньевич, аспирант кафедры социологии ФГАОУ ВО РУДН имени Патриса Лумумбы, nktkrl@mail.ru

Аннотация: работа посвящена обзору мотор-колеса как перспективного направления развития электротранспорта. Рассмотрены преимущества и недостатки мотор-колес в сравнении с традиционными силовыми установками самоходных машин. Обозначены перспективы расширения применения мотор-колес.

Ключевые слова: мотор-колесо, электротранспорт, тяговый синхронный двигатель, машиностроение.

Одним из приоритетов в современной транспортной политики многих стран является развитие и внедрение электротранспорта. Такой переход обуславливается не только из экологических и ресурсосберегающих соображений, но и объективной эволюцией технических систем. Новые материалы для создания комплектующих, их дизайн и цифровизация не позволяют классическим технологиям в нужной мере развиваться и оставаться актуальными [2,3]. Автотранспорт и сельскохозяйственные машины с двигателем внутреннего сгорания (ДВС) будут использоваться и выполнять требуемые функции, однако топливо, применяющееся в подавляющем большинстве самоходных машин с ДВС, как известно, является не бесконечным ресурсом и в скором времени значительное сокращение доли нефти в рамках мировой экономики приведет к уходу таких машин с рынка.

За прошедшие десять лет развитие самоходных машин постепенно приходит к этапу замены традиционных ДВС на электродвигатели или их комбинирования [2,3].

Безусловно, в развитии и широком распространении электротранспорта большое количество нерешенных задач, как, например, аккумуляция электроэнергии, системы охлаждения двигателей, системы управления электротранспортом при различной нагрузке и другие, на которые в наше время начинают обращать особое внимание в мире [1,2].

В настоящее время широкое применение нашло мотор-колесо, представляющее собой бесщеточный синхронный двигатель, встроенный

в ступицу колеса. Его главное преимущество – отсутствие необходимости во вспомогательных механизмах для передачи мощности от силовой установки к колесам, что соответственно сводит к минимуму потери энергии и значительно упрощает конструкцию транспортного средства в целом. Мотор-колеса широко внедряются в конструкции автомобилей, автобусов, велосипедов, самокатов и прочего транспорта.

Разберем основные преимущества и недостатки применения мотор-колеса в сравнении с механическим приводом от ДВС:

- Высокая энергоэффективность и коэффициент полезного действия за счет прямой передачи энергии от электродвигателя к колесу [2];
- Индивидуальный привод колес, многократно улучшающий управляемость машины и позволяющий автоматизировать процессы контроля, недоступные в традиционных машинах;
- Сравнительно низкая масса в виду отсутствия необходимости в механических конструкциях и агрегатах, что способствует снижению затрат энергии и увеличению времени работы;
- Надежность и экологичность.

Глубокое изучение работы мотор-колеса в совокупности с технологиями робототехники и беспилотных систем [1] в значительной степени повлияет на основные отрасли машиностроения и на экономику нашей страны [3].

Как отмечалось ранее, при всех перечисленных преимуществах существуют такие задачи, препятствующие широкому внедрению мотор-колес, как отведение от электродвигателя тепла во внешнюю среду, отсутствие в настоящее время подшипников, сохраняющих свои характеристики при работе электродвигателя, аккумуляция электроэнергии, а также отсутствие серийного производства и стандартизации продукции.

Малый опыт эксплуатации машин с таким двигателем ограничивает их широкое внедрение. Доскональное изучение процессов работы машин с мотор-колесом, процессов управления им при различных условиях движения позволит определить его новые преимущества и повысить эффективность работы машины [2].

Библиографический список

1. Патент № 2784743 С1 Российская Федерация, МПК В60К 7/00, Н02К 19/10. Мотор-колесо для летательного аппарата : № 2022102331 : заявл. 01.02.2022 : опубл. 29.11.2022 / А. Р. Каримов ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ». – EDN BTNXGH;
2. Бижаев, А. В. Энергетические и экономические параметры работы трактора с электроприводом колёс / А. В. Бижаев, С. Н. Девянин, В. Л. Чумаков // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 1. – С. 53-58. – DOI 10.26897/2687-1149-2024-1-53-58. – EDN XHROEA;
3. Сеймов, К. Д. Мотор-колесо как инновационное решение для электротранспорта / К. Д. Сеймов // Научно-исследовательский центр «Technical Innovations». – 2023. – № 10. – С. 98-102. – EDN YLCXXA;
4. Трухачев, В. И. Перспективы тракторостроения в России / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, С. Н. Девянин // Чтения академика В. Н. Болтинского : Сборник статей, Москва, 17–18 января 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 43-53. – EDN ВТКХКН;
5. Чуйдук, И. А. Мотор-колесо на базе вентильного электродвигателя комбинированного возбуждения лучшее решение для гибридного и электротранспорта / И. А. Чуйдук, Д. С. Ганджа // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные

ИНТЕГРАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ИТ

Полищук Валерий Александрович - студент магистратуры Д-М227 группы ИМЭ им. В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, valerochka.polishuck@yandex.ru

***Аннотация.** Сельское хозяйство России является одной из стратегических отраслей экономики страны. Стабильность и эффективность сельского хозяйства определяют продовольственную безопасность страны. Без организации технологии и технического сервиса нового поколения невозможно будущее сельского хозяйства страны.*

***Ключевые слова:** сельскохозяйственная техника, машинно-тракторный парк, система технического сервиса, техническое обслуживание, автоматизация, цифровизация, система ГЛОНАСС/GPS, Агрокомплекс-2.1 «АСУТО»*

Система технического сервиса (ТС) машин в АПК имеет сложную организационную структуру и различные уровни управления. Регламентируемые заводами-изготовителями машин мероприятия технического обслуживания (ТО) в гарантийный период выполняются фирменными или дилерскими сервисными центрами, а по его истечении владельцы машин могут самостоятельно выполнять ТО [1]. За весь этап эксплуатации отечественных машин объем сервисных работ, выполняемых механизаторами и инженерно-техническими работниками (ИТР) предприятий-владельцев существенно превосходит объем работ дилерских центров и других исполнителей [2]. Поэтому вопрос организации и развития технологии и технического сервиса нового поколения тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин (СХМ) в условиях предприятий-владельцев является актуальной задачей [3].

Объектом исследований являются результаты модернизации организационного и технологического процессов технического сервиса машин, используемых в производстве продукции АПК [4]. В качестве материалов исследований используются последние научные данные и результаты производственного опыта осуществления технического сервиса на современном этапе хозяйствования сельхозпроизводителей (научные и прочие работы, содержащие сведения о формах осуществления мероприятий по поддержанию в работоспособном состоянии современной сельскохозяйственной техники) [5].

Агропромышленный сектор является основным потребителем техники сельскохозяйственного назначения: тракторов, самоходных и прицепных комбайнов, сельскохозяйственных машин, автомобилей различного назначения, а также различного оборудования сферы животноводства [6]. Вся эта техника составляет машинно-тракторный парк сельхозпредприятий.

Сейчас тракторы, комбайны и прочая техника для АПК изготавливаются из новых материалов, оснащаются электроникой и высокотехнологичными техническими устройствами, в том числе оборудованием для применения технологий точного земледелия [7]. Механизатор, который управляет современными тракторами, комбайнами и прочей сложной техникой играет роль оператора, контролирующего функционирование различных, насыщенных электроникой систем. Теперь трактор, благодаря наличию бортового компьютера, может сам находить решение проблемной ситуации и оповещать об этом оператора.

Современное ведение сельского хозяйства тесно связано с применением современных информационных технологий и инструментов цифровой экономики: интернет-вещей (IoT), облачных технологий, ГЛОНАСС/GPS, больших данных, методов искусственного интеллекта. Однако в области управления технической эксплуатацией отечественной

сельскохозяйственной техники перечисленные инструменты на практике используются весьма слабо.

В настоящее время при осуществлении технического сервиса техники, используемой в АПК, все более широкое применение получают программные комплексы, обеспечивающие реализацию запасных частей, ГСМ (умный нефтесклад). Используются системы мониторинга технического состояния МТП и др. Все упомянутые системы являются составной частью цифровизации сельхозпроизводства. Так, например, разработанное программное обеспечение представляет собой рабочее место мастера-наладчика, механика отделения или инженера по эксплуатации МТП

Программа написана в среде программирования Delphi, база данных создана на платформе СУБД Firebird. Программа зарегистрирована в государственном реестре с наименованием «Агрокомплекс-2.1 «АСУТО» под номером №2020614673 (далее просто «АСУТО»). Главное окно программы показано на рисунке 1.

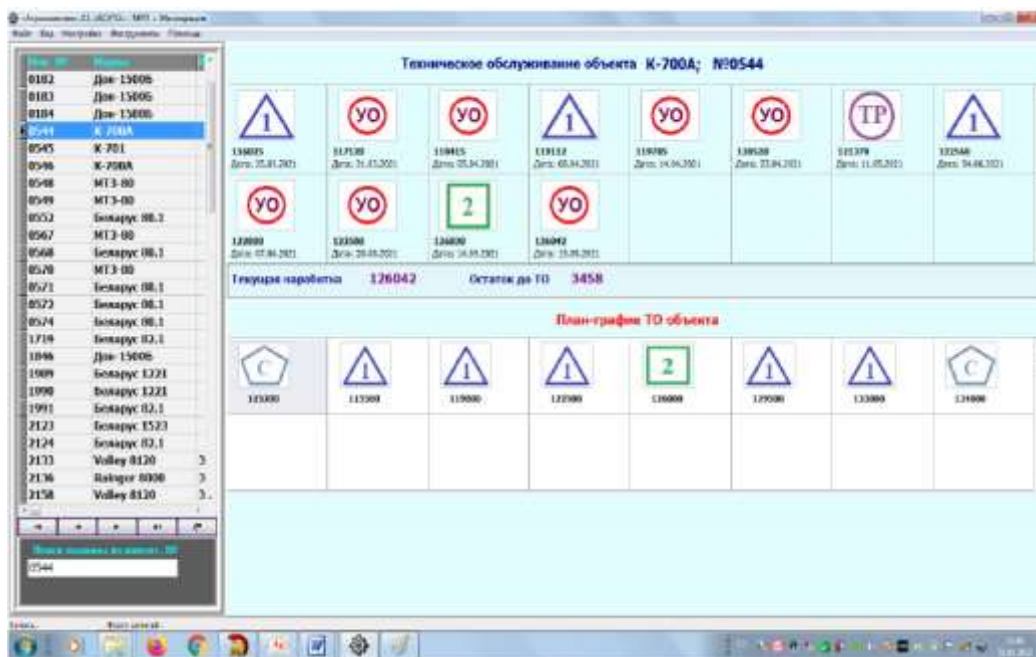


Рис.1. - Главное окно программы «Агрокомплекс-2.1 «АСУТО»

Существующая в программное обеспечение в сфере технического сервиса машин сформирована на основе многолетнего научно-производственного опыта организации технического сервиса сельскохозяйственной техники. Если ранее Рекомендательная база и нормативные документы по организации и технологии технического обслуживания (ТО) машинно-тракторного парка сельхозпредприятий были заложены в 60- 80-е годы двадцатого века, то в настоящее время система ТО и ремонта машин отечественного и зарубежного производства по-прежнему является планово-предупредительной (согласно рекомендациям производителей)

Разработанная программа «АСУТО» устанавливается на рабочий компьютер инженера и на ноутбук мастера-наладчика.

При этом ввод первичной информации о наработке машин может осуществляться в трёх вариантах:

1. Ручной ввод данных пользователем программы.
2. Интеграция программы с имеющимся на предприятии программным обеспечением и информационными системами первичного учёта расхода топлива машинами.
3. Интеграция программы с системой ГЛОНАСС/GPS мониторинга работы сельскохозяйственной техники.

Сегодня техническое обслуживание отечественной сельскохозяйственной техники осуществляется преимущественно с помощью бумажного документооборота, что приводит к

увеличению затрат времени на управленческие операции. Именно поэтому необходимы новые инновационные цифровые решения организации технического сервиса.

Управление техническим обслуживанием сельскохозяйственной техники с помощью разработанного программного обеспечения способствует повышению эксплуатационной надёжности сельскохозяйственной техники и снижению трудоёмкости управления процессами ТО. Снижение простоев машин в период эксплуатации обусловлено уменьшением числа отказов отдельных составных частей за счёт их предупреждения по результатам диагностирования и соблюдения периодичности и регламента ТО.

Библиографический список

1. Совершенствование системы навигации автотранспорта с использованием it / Д. А. Москвичев, Н. Н. Пуляев, Р. Н. Егоров [и др.] // Чтения академика В. Н. Болтинского: сборник статей, Москва, 22–23 января 2025 года. – Москва: ООО «Сам Полиграфист», 2025. – С. 239-242. – EDN VRIPRJ.
2. Экспериментальные исследования влияния освещения на эвтрофикацию водоемов и работу систем капельного орошения / О. Н. Дидманидзе, А. В. Евграфов, Д. А. Москвичев [и др.] // Природообустройство. – 2024. – № 3. – С. 6-12. – DOI 10.26897/1997-6011-2024-3-6-12. – EDN OGH RMF.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024683359 Российская Федерация. «Техническое обслуживание и ремонт автомобилей»: № 2024682911: заявл. 02.10.2024; опубл. 14.10.2024 / Д. А. Москвичев, А. С. Гузалов, А. В. Евграфов, Д. А. Филимонов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева». – EDN AKVBAS.
4. Москвичев, Д. А. Развитие технологий технического обслуживания модульных сельскохозяйственных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства и сельских территорий: Сборник статей V Международной научно-практической конференции, Саратов, 18 марта 2016 года. – Саратов: Техно-Декор, 2016. – С. 76-79. – EDN VOALCB.
5. Москвичев, Д. А. Анализ модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Наука молодых - агропромышленному комплексу: Сборник статей Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, Москва, 01–03 июня 2016 года / Редакционная коллегия: А.В. Голубев, Р.А. Мигунов, Н.Е. Арестова, Н.А. Милюкова, Е.В. Пронина, А.В. Байдина, А.В. Бочкарев, Д.В. Котусов, Д.Д. Постникова, Е.Ф. Малыха, А.А. Волков, В.И. Горностаев. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – С. 169-171. – EDN YXPVJZ.
6. Москвичев, Д. А. Оптимизация производства схемами поставок модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Грузовик. – 2018. – № 4. – С. 21-23. – EDN RUYOVN.

УДК 004.89:658.5.011.56

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ

Автор: *Рудаков Максим Евгеньевич, студент кафедры ИТ ИИТУС БГТУ им В.Г. Шухова*

Научный руководитель: *Коломыцева Елена Павловна, старший преподаватель кафедры ИТ ИИТУС БГТУ им В.Г. Шухова*

Аннотация: Статья посвящена анализу современных методов искусственного интеллекта (ИИ) для повышения эффективности автоматизированных промышленных комплексов в России. Рассмотрены ключевые направления: предиктивное обслуживание, оптимизация технологических процессов, управление качеством и логистикой. Приведены

примеры внедрения ИИ на предприятиях РФ («Росатом», «Норникель», «РЖД»), а также анализ преимуществ и вызовов, включая интеграцию с АСУ ТП, качество данных и кибербезопасность. Особое внимание уделено нормативной базе и отечественным исследованиям в области промышленного ИИ.

Ключевые слова: искусственный интеллект, промышленное производство, оптимизация, автоматизированные системы, предиктивная аналитика.

Введение: современные промышленные комплексы характеризуются высокой степенью автоматизации и большими объемами данных. Искусственный интеллект (ИИ) предлагает новые возможности для анализа этих данных, прогнозирования сбоев и оптимизации решений в реальном времени. В России внедрение ИИ в промышленность поддерживается государственными инициативами, такими как федеральный проект «Искусственный интеллект». Цель статьи — систематизировать опыт применения ИИ на российских предприятиях и оценить перспективы его интеграции.

1. Основные направления применения ИИ в промышленности РФ

1.1. Предиктивное техническое обслуживание (PdM)

Алгоритмы ИИ анализируют данные с датчиков оборудования, предсказывая отказы до их возникновения. Например, в «Норникеле» внедрена система машинного обучения, прогнозирующая поломки дробильных установок за 72 часа, что обеспечило экономию 300 млн рублей в год. Технологии включают рекуррентные нейросети (RNN) для анализа временных рядов и интеграцию с ERP-системами (например, SAP PM).

1.2. Оптимизация технологических процессов

Цифровые двойники и ИИ-контроллеры позволяют динамически корректировать параметры производства. На «Уралвагонзаводе» цифровые копии станков сократили время настройки оборудования на 30%. В химической промышленности («КуйбышевАзот») ИИ-системы снизили энергопотребление на 18% за счет анализа 200+ параметров в реальном времени.

1.3. Управление качеством

Системы компьютерного зрения на основе CNN автоматически обнаруживают дефекты продукции. АвтоВАЗ применяет NLP для анализа жалоб дилеров, выявляя скрытые дефекты автомобилей. Точность обнаружения аномалий достигает 99%, но требует калибровки для минимизации ложных срабатываний.

1.4. Логистика и планирование

ИИ-алгоритмы оптимизируют маршруты и управление запасами. Компания «Wildberries» использует ИИ-навигацию для роботов-складчиков, ускорив сборку заказов в 3 раза. «РЖД» применяет нейросети для прогнозирования пассажиропотоков и корректировки расписаний.

2. Вызовы внедрения ИИ в российских условиях

2.1. Технологические барьеры

- Устаревшая инфраструктура: 60% предприятий используют оборудование, несовместимое с ИИ-системами.
- Интеграция данных: Разрозненность источников информации (SCADA, MES) затрудняет построение единой аналитической платформы.

2.2. Нормативные и кадровые проблемы

- Регуляторные пробелы: Отсутствие законов об ответственности за решения, принятые ИИ.
- Дефицит специалистов: К 2025 г. нехватка IT-кадров в промышленности достигнет 300 тыс. человек.

2.3. Экономические ограничения

Внедрение ИИ-решений требует 15–20 млн рублей, что недоступно для 80% малых и средних предприятий (МСП).

3. Перспективы развития

Государственная поддержка: Нацпроект «Цифровая экономика» предусматривает финансирование в размере 1.8 трлн рублей до 2030 г.. Отраслевые хабы: Создание площадок для обмена опытом (например, ИИ-хабы при «Росатоме»). Edge-вычисления: Обработка данных непосредственно на производстве для снижения задержек.

Заключение: искусственный интеллект трансформирует российскую промышленность, обеспечивая рост производительности и снижение затрат. Успешное внедрение требует преодоления технологических, нормативных и кадровых барьеров. Ключевыми шагами являются:

1. Развитие инфраструктуры для совместимости ИИ с устаревшим оборудованием.
2. Принятие законов, регулирующих использование ИИ в промышленности.
3. Подготовка специалистов через программы переподготовки (например, курсы по Data Science).

Опыт лидеров («Росатом», «РЖД») показывает, что интеграция ИИ — стратегический приоритет для конкурентоспособности в эпоху Industry 4.0.

Библиографический список

1. Коршак, К. С. Анализ недостатков искусственных нейронных сетей и методов их минимизации / К. С. Коршак, И. О. Гоенко // Научные чтения (XXV научные чтения) : Сборник докладов Международной научно-практической конференции, Белгород, 23 ноября 2023 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 721-724. – EDN NZPKFG.

2. Как учится машина: Революция в области нейронных сетей и глубокого обучения. Лекун Ян

3. Галушкин, А.И. Нейронные сети: история развития теории: Учебное пособие для вузов. / А.И. Галушкин, Я.З. Цыпкин. - М.: Альянс, 2015. - 840 с.

4. Федеральный закон от 24.04.2020 № 123-ФЗ «О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта...» [Электронный ресурс] URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_351127/.

5. Инвестиционная активность в промышленности в 2023 году: результаты опроса предприятий / Банк России [Электронный ресурс]. 2024. URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/158056/analytic_note_20240109_dip.pdf.

6. Опыт применения ИИ в промышленности в 2023 году / Национальный центр развития искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. 2023. URL: <https://ai.gov.ru/upload/iblock/6ee/oke4ggk3a8cfscenf3pvwp4cna1a1xqy.pdf>.

УДК 631.171

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ: АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ И ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ

Малолетнев Никита Аркадьевич, студент кафедры «Тракторы и автомобили» ИМЭ им. В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nmaloletnev@mail.ru

Перевозчикова Наталия Васильевна, к.т.н., доцент, доцент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, n.perevozchikova@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье рассматриваются современные тенденции внедрения альтернативных источников энергии в транспортно-технологических комплексах, с акцентом на использование электромобилей и гибридных транспортных средств. Проведен сравнительный анализ конструктивных особенностей, эксплуатационных характеристик и

экологической эффективности данных решений. Особое внимание уделено применению электротранспорта и гибридных систем в условиях логистических и промышленных объектов. Отмечены ключевые преимущества, барьеры внедрения и перспективы развития технологий. Делается вывод о целесообразности комплексного подхода к выбору транспортных средств в зависимости от условий эксплуатации и уровня доступной инфраструктуры.

Ключевые слова: альтернативные источники энергии, электромобили, гибридные транспортные системы, транспортно-технологические комплексы, энергетическая эффективность, выбросы, рекуперация, логистика, устойчивое развитие, экологическая безопасность.

Современное развитие транспортно-технологических комплексов требует внедрения инновационных решений, способных обеспечить экологическую и экономическую устойчивость при одновременном повышении эффективности производственных процессов. Одним из ключевых направлений становится переход от традиционных энергетических источников, основанных на использовании двигателей внутреннего сгорания, к альтернативным источникам энергии. Особый интерес в этом контексте представляют электромобили и гибридные силовые установки, которые находят все более широкое применение как в гражданском, так и в промышленном транспорте. В условиях ужесточения экологических стандартов и роста стоимости углеводородного топлива данные технологии рассматриваются как перспективное направление модернизации транспортной инфраструктуры [1].

Традиционные транспортные системы, функционирующие на бензине или дизельном топливе, сопряжены с рядом системных проблем. Высокий уровень выбросов вредных веществ в атмосферу, в том числе углекислого газа, оксидов азота и твердых частиц, способствует ухудшению экологической обстановки, особенно в зонах высокой транспортной нагрузки. Согласно статистике, около четверти всех глобальных выбросов парниковых газов приходится на транспортный сектор [4]. Кроме того, использование двигателей внутреннего сгорания характеризуется относительно низким коэффициентом полезного действия, высокой шумностью, значительным износом механических узлов и высокими затратами на техническое обслуживание. В условиях транспортно-технологических комплексов, таких как логистические хабы, промышленные терминалы, складские и распределительные центры, данные недостатки существенно ограничивают общую эффективность [3].

Электрический транспорт демонстрирует ряд существенных преимуществ при эксплуатации в производственной среде. Электродвигатели обладают высоким КПД, достигающим 90–95%, что значительно превышает эффективность двигателей внутреннего сгорания. При этом электромобили не производят прямых выбросов вредных веществ, а также работают почти бесшумно, что особенно важно для закрытых помещений и городской среды. Кроме того, такие машины требуют меньшего объема технического обслуживания: отсутствует необходимость в регулярной замене масла, фильтров, ремней и других расходных материалов, характерных для ДВС [1]. Энергия, затрачиваемая на движение, частично восстанавливается благодаря рекуперативному торможению, что дополнительно снижает общий расход энергии.

В транспортно-технологических комплексах электромобили находят применение в виде внутриплощадочного транспорта — электропогрузчиков, тягачей, платформ на аккумуляторной тяге. Такие машины активно используются на складах, в аэропортах, логистических центрах, а также при городских грузоперевозках. Их интеграция позволяет значительно сократить эксплуатационные затраты, уменьшить уровень шума и создать более комфортные условия труда для операторов [6]. Однако широкое внедрение электромобилей сдерживается рядом факторов, среди которых наибольшее значение имеет ограниченный

запас хода и недостаточно развитая инфраструктура для зарядки аккумуляторов, особенно в отдаленных или слабоэлектрифицированных районах [2].

Гибридные транспортные системы представляют собой компромиссное решение, сочетающее преимущества электрической и традиционной тяги. Существуют различные типы гибридных систем: от мягких гибридов, где электромотор используется для помощи ДВС, до подключаемых гибридов, способных перемещаться на значительные расстояния в полностью электрическом режиме [2]. Основным преимуществом гибридных транспортных средств является их универсальность: они могут эффективно работать как в условиях частых остановок и запусков, так и на протяженных маршрутах без необходимости в зарядной инфраструктуре. В транспортно-технологических комплексах гибриды особенно эффективны в тех зонах, где наблюдаются переменные нагрузки, частые ускорения и торможения, что позволяет максимально использовать потенциал рекуперации энергии [5].

С точки зрения экономической эффективности, гибридные системы позволяют снизить расход топлива на 20–35% в зависимости от режима эксплуатации и модели транспортного средства. При этом уровень выбросов загрязняющих веществ также снижается, хотя и не до нуля, как в случае с электромобилями. Важно отметить, что гибридная техника успешно применяется не только в легковом и грузовом транспорте, но и в специализированной технике — карьерных самосвалах, экскаваторах, вилочных погрузчиках [2]. В таких условиях высокая нагрузка и циклический режим работы позволяют в полной мере раскрыть потенциал гибридных технологий.

Сравнительный анализ электромобилей и гибридных систем позволяет сделать вывод о необходимости дифференцированного подхода к их применению. Электромобили демонстрируют наилучшие результаты в условиях с развитой инфраструктурой, предсказуемыми маршрутами и ограниченной потребностью в автономности — например, в логистических центрах, закрытых промышленных зонах, на маршрутах «последней мили» [3]. Гибридные системы, в свою очередь, более универсальны и пригодны для применения в условиях ограниченного доступа к электросети или при больших нагрузках, когда необходима высокая мощность и гибкость режима работы. Выбор между этими системами должен основываться на комплексной оценке эксплуатационных условий, финансовых возможностей предприятия и экологических требований региона [5].

Несмотря на очевидные преимущества, массовое внедрение электрифицированного транспорта в транспортно-технологические комплексы сопровождается рядом технологических и организационных барьеров. Среди них — высокая стоимость аккумуляторных систем, необходимость модернизации инфраструктуры, проблемы утилизации отработанных батарей и ограниченное число квалифицированных специалистов [6]. Однако наблюдается явная тенденция к снижению стоимости технологий, расширению модельного ряда электротранспорта и усилению государственной поддержки перехода к низкоуглеродной экономике. Стимулирующие меры в виде налоговых льгот, субсидий на приобретение техники, а также развитие нормативной базы создают благоприятные условия для интеграции альтернативных источников энергии в сферу транспорта и логистики [4].

Таким образом, эффективность применения альтернативных источников энергии в транспортно-технологических комплексах подтверждается как с экологической, так и с экономической точки зрения. Электромобили и гибридные транспортные средства становятся неотъемлемой частью современной производственной логистики и способствуют формированию устойчивых транспортных систем будущего. Преодоление текущих барьеров, развитие технологий и инфраструктуры создают предпосылки для дальнейшего расширения масштабов применения этих решений и повышения общей эффективности работы транспортных комплексов.

Библиографический список

1. Белов В. А. Электрический транспорт: перспективы развития и внедрения в промышленность. — М.: Транспорт, 2021. — 224 с.

2. Смирнов П. И. Гибридные силовые установки транспортных средств. — СПб.: Политехника, 2020. — 198 с.
3. Карпова Е. Н. Альтернативные источники энергии в автомобильной промышленности // Вестник транспортной науки. — 2022. — № 3. — С. 45–51.
4. Михайлов С. А., Петрова Т. Ю. Экологическая безопасность и транспорт: вызовы XXI века. — М.: Наука и инновации, 2021. — 176 с.
5. Дьяков А. Р. Энергоэффективные технологии в логистических системах // Научно-технический вестник. — 2023. — № 2. — С. 30–36.
6. Орлов Н. В. Электромобили и гибридные автомобили: опыт эксплуатации в России. — Екатеринбург: УрФУ, 2022. — 152 с.

УДК 631.171

РАЗВИТИЕ БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ: ТЕХНОЛОГИИ, ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Малолетнев Никита Аркадьевич, студент кафедры «Тракторы и автомобили» ИМЭ им. В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nmaloletnev@mail.ru

Перевозчикова Наталия Васильевна, к.т.н., доцент, доцент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, n.perevozchikova@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье анализируются этапы развития и ключевые технологии беспилотных автомобилей. Рассматриваются инфраструктурные, правовые и социальные аспекты внедрения автономного транспорта. Отмечены вызовы, связанные с безопасностью, этикой, подготовкой кадров и взаимодействием с городской средой. Проанализирован международный опыт и даны прогнозы на ближайшие годы.

Ключевые слова: беспилотные автомобили, автономное вождение, искусственный интеллект, транспорт будущего, автоматизация, этика, инфраструктура.

Развитие автономных транспортных средств стало одной из важнейших тенденций XXI века. Быстрый прогресс в области информационных технологий, сенсорики и искусственного интеллекта открыл новые горизонты для автомобильной промышленности. В статье рассматриваются технологические, инфраструктурные, правовые и социальные аспекты внедрения беспилотных автомобилей, а также международный опыт и прогнозы их дальнейшего развития. [1]

Согласно классификации SAE J3016, выделяют шесть уровней автоматизации транспортных средств — от полного отсутствия автоматизации (уровень 0) до полной автономности (уровень 5). Современные автомобили массового производства чаще всего реализуют уровни 2–3, тогда как уровень 4 тестируется в ограниченных условиях. [1]

К ключевым технологическим компонентам беспилотных автомобилей (БПА) относятся сенсорные системы (лидары, камеры, радары), модули навигации и картографии, алгоритмы машинного обучения и компьютерного зрения, системы связи V2X и исполнительные модули для управления движением. С начала 2000-х годов технологии автономного вождения активно тестируются. Проекты таких компаний, как Waymo, Tesla, Baidu, Yandex, демонстрируют возможность безопасного передвижения в городских условиях. В России Яндекс тестирует беспилотные такси в Москве и Иннополисе. [2, 3]

Развитие беспилотных автомобилей требует масштабных изменений в городской инфраструктуре. Для корректной навигации необходимы высокоточные цифровые карты, дорожные метки, сенсорные устройства и системы связи. Разработка интеллектуальной транспортной инфраструктуры позволит обеспечить эффективное взаимодействие между транспортными средствами и городскими объектами, включая светофоры, камеры наблюдения и дорожные знаки. [2]

Внедрение БПА сопровождается рядом вызовов. Среди основных барьеров можно выделить необходимость нормативно-правового регулирования, недостаточный уровень безопасности в сложных дорожных условиях, неготовность городской инфраструктуры и недоверие со стороны общества. Автономное вождение поднимает также важные этические вопросы, в частности, связанные с принятием решений в аварийных ситуациях. Алгоритмы, управляющие поведением БПА, должны учитывать не только ПДД, но и моральные нормы. Это требует разработки правовых норм и международных стандартов. [5]

Использование БПА может существенно снизить число ДТП, повысить транспортную доступность для маломобильных граждан, изменить рынок труда. Прогнозируется исчезновение профессии водителя и появление новых технических и сервисных специальностей. [6] Для реализации потенциала автономных транспортных средств требуется также подготовка кадров: инженеров по автономным системам, разработчиков ИИ, специалистов по кибербезопасности. Образовательные учреждения должны адаптировать учебные программы и предлагать междисциплинарные курсы на стыке транспорта, информационных технологий и права. [3]

По оценкам аналитиков, к 2035 году значительная часть автомобилей будет обладать высокой степенью автоматизации. Особые перспективы имеет внедрение автономного общественного и грузового транспорта в рамках специально выделенных маршрутов и зон. [4]

Международный опыт демонстрирует различные стратегии внедрения БПА. В США и Китае активно создаются пилотные зоны для тестирования, в ЕС акцент сделан на разработку нормативной базы. В России реализуются пилотные проекты в Москве, Иннополисе, Санкт-Петербурге. Сравнение подходов позволяет выявить наиболее эффективные модели и адаптировать их к национальным условиям. [2, 5]

Беспилотные автомобили становятся ключевым элементом будущей транспортной системы. Их успешное развитие возможно только при согласованных усилиях со стороны науки, бизнеса, государства и общества. Вопросы безопасности, этики, правового регулирования и инфраструктурной совместимости остаются определяющими для масштабного внедрения автономного транспорта. [6]

Библиографический список

1. Панова Е. Г., Юрченко А. А. Автоматизация и транспорт: уровни автономности и стандарты // Транспортные системы. – 2020. – № 4. – С. 45–50.
2. Орлов А. И. Развитие беспилотных транспортных средств в России // Вестник машиностроения. – 2021. – № 7. – С. 30–35.
3. Иванов С. П., Козлов В. Н. Искусственный интеллект и машинное обучение в управлении БПА // Инженерный журнал. – 2022. – № 2. – С. 12–19.
4. Смит Дж., Пател Р. Беспилотные автомобили: будущие тенденции и вызовы // Международный журнал автомобильных технологий. – 2021. – Т. 22, № 5. – С. 100–110.
5. Васильев К. М. Правовые и социальные аспекты внедрения беспилотного транспорта // Право и технологии. – 2023. – № 1. – С. 54–61.
6. Сидоров И. В. Социальные и экономические эффекты использования автономных автомобилей // Экономика и общество. – 2023. – № 5. – С. 28–34.

УДК 629.015

ВЛИЯНИЕ ГАЗОВОГО ТОПЛИВА ДВИГАТЕЛЕЙ СГОРАНИЯ НА ЭКОЛОГИЮ

Шабалов Дмитрий Романович, студент 2 курса магистратуры института механики и энергетики им. В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, dmitryshabalov@mail.ru

Перевозчикова Наталья Васильевна, к.т.н., доцент, доцент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, n.perevozchikova@rgau-msha.ru

Аннотация. В этой статье рассматривается воздействие газового топлива на окружающую среду, выделяются его преимущества и недостатки по сравнению с традиционными видами топлива, такими как бензин и дизельное топливо. Газовое топливо, которое в основном состоит из метана, значительно снижает выбросы углекислого газа, оксидов азота и твердых частиц, что делает его более экологичным вариантом для автомобильного транспорта. Однако проблемы с инфраструктурой заправочных станций и возможные утечки метана создают серьезные препятствия для его широкого использования. В статье также рассматриваются перспективы использования газового топлива в будущем и его роль в переходе к более устойчивым источникам энергии.

Ключевые слова: газовое топливо, природный газ, выбросы углекислого газа, впрыск газа, альтернативные источники энергии

В последние десятилетия проблема загрязнения окружающей среды стала одной из самых острых и актуальных в мире. Одним из основных источников загрязнения являются автомобили, работающие на ископаемом топливе, таком как бензин и дизельное топливо. В связи с этим газовые виды топлива, включая природный газ и сжиженный нефтяной газ, начали привлекать внимание как более экологичная альтернатива традиционным видам топлива. В этой статье мы рассмотрим влияние газового топлива на окружающую среду, его преимущества и недостатки, а также перспективы дальнейшего использования.

Газовое топливо в основном состоит из метана, который является основным компонентом природного газа. При сжигании метана выделяется значительно меньше углекислого газа по сравнению с бензином или дизельным топливом. Это связано с тем, что молекула метана содержит меньше углерода, что приводит к уменьшению выбросов CO_2 при его сжигании. Согласно различным исследованиям, использование природного газа в автомобилях может снизить выбросы углекислого газа на 20-30% по сравнению с бензином. Это важный фактор в контексте глобального потепления и необходимости сокращения содержания парниковых газов в атмосфере.

Кроме того, газовые двигатели выделяют значительно меньше оксидов азота, которые способствуют образованию смога и ухудшению качества воздуха. Это особенно актуально для крупных городов, где уровень загрязнения воздуха достигает критических значений. Сокращение выбросов оксидов азота может значительно улучшить состояние здоровья населения, поскольку высокие концентрации этих веществ связаны с респираторными заболеваниями и другими проблемами со здоровьем. Стоит также отметить, что газовые двигатели выделяют меньше твердых частиц (ТЧ), что также положительно сказывается на качестве воздуха.

Однако, несмотря на все преимущества, использование газомоторного топлива не лишено недостатков. Одной из основных проблем является недостаточная инфраструктура для заправки автомобилей, работающих на газе. В некоторых регионах количество газовых заправочных станций значительно меньше, чем для бензиновых или дизельных транспортных средств. Это создает определенные неудобства для владельцев газовых автомобилей и может ограничить их распространение.

Кроме того, метан является мощным парниковым газом. Утечки метана при его добыче, транспортировке и хранении могут свести на нет экологические преимущества использования природного газа. Поэтому важно обеспечить надежные системы контроля и предотвращения утечек. Некоторые исследования показывают, что, если утечки метана составляют более 3% от общего объема добываемого газа, это может привести к тому, что использование природного газа станет менее экологичным по сравнению с другими источниками энергии.

Сравнение газового топлива с другими видами топлива также позволяет лучше понять его воздействие на окружающую среду. Например, бензин является одним из наиболее распространенных видов топлива для автомобилей. Однако его сжигание приводит к большим выбросам углекислого газа и других вредных веществ, таких как монооксид углерода и углеводороды. В отличие от бензина, газовое топливо выделяет меньше токсичных соединений и улучшает качество воздуха.

Дизельные двигатели известны своей высокой топливной экономичностью, но они также выделяют значительное количество оксидов азота и твердых частиц. Это оказывает негативное воздействие на здоровье человека и окружающую среду. Газовые двигатели производят гораздо меньше этих загрязняющих веществ, что делает их более предпочтительными с экологической точки зрения.

Приведены сравнительные данные по показателям токсичности (рис. 1)

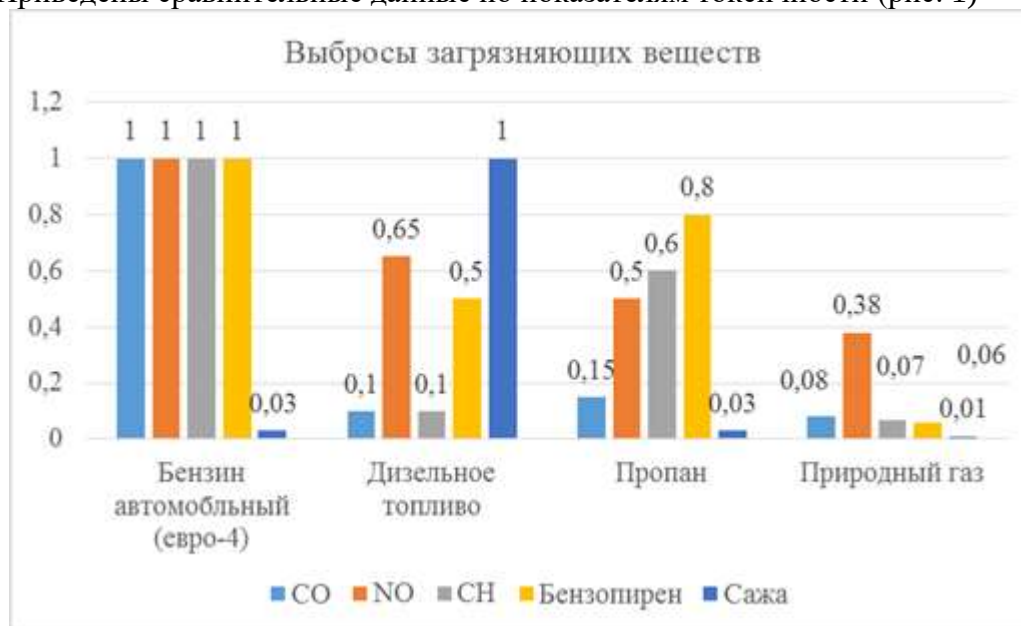


Рис.1 Показатели токсичности на 2025 г.

Перспективы использования газового топлива выглядят многообещающими. Современные технологии продолжают развиваться, что открывает новые возможности для использования газового топлива на автомобильном транспорте. Например, усовершенствованные системы впрыска и управления двигателем могут повысить эффективность газовых двигателей и снизить выбросы вредных веществ в атмосферу. Инициативы правительства по субсидированию установки газозаправочных станций и поддержке производства транспортных средств, работающих на газе, могут способствовать росту популярности этого вида топлива.

Несмотря на существующие проблемы, использование газового топлива имеет свои преимущества. Оно может стать важным элементом перехода к более чистым источникам энергии. Важно продолжать исследования и разработки в этой области, чтобы максимально использовать потенциал газового топлива для улучшения качества воздуха и снижения воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду.

В заключение следует отметить, что использование газового топлива в двигателях внутреннего сгорания оказывает значительное воздействие на окружающую среду за счет сокращения выбросов вредных веществ и углекислого газа. Несмотря на существующие проблемы, такие как инфраструктурные ограничения и потенциальная утечка метана, преимущества этого вида топлива делают его важным шагом на пути к более устойчивому будущему для нашего общества и планеты в целом. Переход на газовое топливо может стать важным шагом на пути к более устойчивому будущему для нашего общества и планеты в целом. В связи с растущим вниманием к экологическим проблемам и изменению климата

использование более чистых видов топлива становится все более актуальным. Газовое топливо, несмотря на свои недостатки, представляет собой важный шаг на пути к снижению загрязнения окружающей среды и улучшению качества жизни людей.

Таким образом, воздействие газового топлива на окружающую среду можно оценить как положительное в контексте сокращения выбросов вредных веществ и углерода по сравнению с традиционными ископаемыми источниками энергии. Однако для достижения максимальных экологических результатов необходимо учитывать возможные утечки метана и развивать соответствующую инфраструктуру. Также важно продолжать исследования в области альтернативных источников энергии, чтобы обеспечить более устойчивое будущее для всех нас.

Библиографический список

1. Абрамов, И. И. Газомоторное топливо: состояние и перспективы / И. И. Абрамов, П. А. Белов // Автомобильная промышленность. – 2018. – № 7. – С. 12-15.
2. Беляков, А. К. Экологические аспекты применения газового топлива на автомобильном транспорте / А. К. Беляков, В. В. Марков, Д. А. Чугунов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. – 184 с.
3. Вагнер, В. А. Влияние газового топлива на токсичность отработавших газов двигателей / В. А. Вагнер, С. И. Иванов // Двигателестроение. – 2019. – № 2. – С. 25-29.
4. Дмитриев, В. М. Газовые двигатели внутреннего сгорания: теория, конструкция и расчет / В. М. Дмитриев, А. И. Кузнецов. – М.: Машиностроение, 2016. – 320 с.
5. Зайцев, А. В. Экологическая оценка применения газового топлива на транспорте / А. В. Зайцев // Транспортные системы и технологии. – 2017. – № 4. – С. 56-61.
6. Иванов, В. П. Снижение токсичности отработавших газов двигателей при использовании газового топлива / В. П. Иванов, Н. Н. Петров // Экология и промышленность России. – 2020. – № 3. – С. 34-38
7. Кириллов, В. П. Экологические преимущества использования природного газа в качестве моторного топлива / В. П. Кириллов // Газовая промышленность. – 2018. – № 10. – С. 45-49.

УДК 631.171

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

*Никитина Варвара Дмитриевна, студент кафедры «Тракторы и автомобили»
ИМЭ им. В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
varnik888@gmail.com*

*Перевозчикова Наталия Васильевна, к.т.н., доцент, доцент кафедры тракторов и
автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, n.perevozchikova@rgau-
msha.ru*

Аннотация: В статье рассматривается влияние цифровых технологий на безопасность эксплуатации транспортно-технологических машин (ТТМ). Анализируется повышение уровня мониторинга, прогнозирования технического состояния и автоматизации процессов, а также проблемы, связанные с киберугрозами и необходимостью квалифицированного персонала. Предлагаются рекомендации по улучшению безопасности эксплуатации ТТМ в условиях цифровизации.

Ключевые слова: Цифровизация, транспортно-технологические машины, безопасность, мониторинг, киберугрозы, автоматизация, обучение персонала.

Современные транспортно-технологические машины (ТТМ) играют ключевую роль в различных отраслях экономики, включая строительство, сельское хозяйство и логистику. С развитием цифровых технологий, таких как Интернет вещей (IoT), большие данные (Big Data) и искусственный интеллект (AI), меняются не только способы управления этими машинами, но и подходы к обеспечению их безопасности. В данной статье рассматривается влияние цифровых технологий на безопасность эксплуатации ТТМ, а также предлагаются рекомендации по оптимизации процессов и повышению уровня безопасности.

Цифровизация ТТМ позволяет внедрять системы мониторинга в реальном времени, что значительно повышает уровень контроля за состоянием машин. Использование датчиков и IoT-технологий позволяет отслеживать параметры работы оборудования, такие как температура, давление и вибрация. Это дает возможность оперативно выявлять отклонения от нормальных значений и предотвращать аварийные ситуации [1].

Анализ больших данных, собранных с помощью сенсоров, позволяет создавать модели прогнозирования технического состояния ТТМ. На основе этих моделей можно заранее выявлять потенциальные неисправности и планировать профилактическое обслуживание. Это не только снижает риск аварий, но и оптимизирует затраты на обслуживание [2].

Цифровые технологии способствуют автоматизации многих процессов, связанных с эксплуатацией ТТМ. Например, системы управления могут автоматически регулировать параметры работы машины в зависимости от условий эксплуатации. Это снижает вероятность человеческой ошибки, которая часто является причиной аварий [3].

С внедрением цифровых технологий изменяются подходы к обучению операторов и технического персонала. Современные симуляторы и виртуальная реальность позволяют проводить тренировки в безопасной среде, что способствует лучшему усвоению знаний и навыков. Повышение квалификации сотрудников напрямую влияет на уровень безопасности [4].

Проблемы и вызовы

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение цифровых технологий в эксплуатацию ТТМ также сопряжено с рядом проблем:

1. Киберугрозы: Увеличение уровня цифровизации делает ТТМ уязвимыми для кибератак. Необходимо разрабатывать надежные системы защиты информации и регулярно обновлять программное обеспечение [5].

2. Необходимость в квалифицированных кадрах: Для эффективного использования цифровых технологий требуется высококвалифицированный персонал, что может быть проблемой для многих организаций [6].

3. Интеграция с существующими системами: Внедрение новых технологий требует интеграции с уже существующими системами, что может вызвать сложности и дополнительные затраты [7].

Рекомендации

Для повышения уровня безопасности эксплуатации ТТМ в условиях цифровизации рекомендуется:

1. Разработка комплексных стратегий кибербезопасности, включающих регулярные аудиты систем и обучение персонала основам защиты информации.

2. Инвестиции в обучение и повышение квалификации сотрудников, что позволит максимально эффективно использовать новые технологии и снизить риски, связанные с человеческим фактором.

3. Создание платформ для обмена данными между различными участниками процесса эксплуатации ТТМ, что позволит улучшить взаимодействие и повысить уровень безопасности.

4. Проведение регулярных исследований по оценке влияния цифровых технологий на безопасность эксплуатации ТТМ с целью выявления новых угроз и разработки соответствующих мер.

Заключение

Цифровизация транспортно-технологических машин открывает новые горизонты для повышения безопасности их эксплуатации. Однако для успешного внедрения цифровых технологий необходимо учитывать возможные риски и вызовы, а также разрабатывать комплексные меры по обеспечению безопасности. В конечном итоге, правильное использование цифровых технологий может существенно снизить количество аварий и повысить эффективность работы ТТМ, что положительно скажется на экономике в целом.

Библиографический список

1. Кузнецов И.В., Петрова А.С. Цифровизация в транспортной отрасли: вызовы и решения. – М.: Издательство «Наука», 2022.
2. Смирнов Д.А., Иванова Е.Н. Безопасность эксплуатации машин: современные подходы и технологии. – СПб.: Издательство «Политехника», 2021.
3. Лебедев Д.А., Морозова Е.В. Кибербезопасность в транспортной отрасли: современные угрозы и методы защиты. – М.: Издательство «Энергия», 2022.
4. Григорьев П.В., Сидорова О.Н. Кадровая политика в условиях цифровизации: проблемы и решения. – Новосибирск: Издательство «Сибирское университетское издательство», 2021.
5. Шевченко А.А., Платонов И.В. Стратегии кибербезопасности для предприятий: опыт применения. – Ростов-на-Дону: Издательство «Донской университет», 2023.
6. Баранов С.Н., Егорова Л.П. Платформенные решения для обмена данными в промышленности: возможности и перспективы. – Уфа: Издательство «БашГУ», 2022.
7. Никифоров А.И., Соловьева М.А. Исследования в области безопасности эксплуатации машин: новые подходы и методы. – Санкт-Петербург: Издательство «Петербургский университет», 2023.

УДК 631.372:621.43.05

СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ МОНООКСИДА УГЛЕРОДА И УГЛЕВОДОРОДОВ В ДВИГАТЕЛЯХ МАЛОГАБАРИТНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОРШНЯ

Литвинов Павел Васильевич, старший преподаватель кафедры автомобиля, тракторы и технический сервис ФГБОУ ВО СПбГАУ, p_vasilich55@mail.ru

Ведрученко Виктор Родионович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры теплоэнергетики ФГБОУ ВО ОмГУПС vedruchenkovr@mail.ru

Борисов Вадим Андреевич, кандидат химических наук, доцент кафедры Химическая технология и биотехнология ФГАОУ ВО ОмГТУ borisovtiger86@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрена возможность применения поршней, модифицированных каталитическими материалами, при эксплуатации малогабаритной сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, малогабаритная сельскохозяйственная техника, поршень, каталитическая модификация.

За 2024 год доля продукции крестьянских фермерских хозяйств (КФХ) и личных подсобных хозяйств (ЛПХ) составила около 15 % от общего объема сельхозпроизводства.

Для КФХ малогабаритная сельскохозяйственная техника (МГТ) важна, как инструмент производства работ на участках малого и среднего размера, на которых машины, эффективные в больших сельскохозяйственных предприятиях, не могут выполнять работы из-за своей переразмеренности.

Ряд исследователей указывают на нехватку единиц подобной техники. в особенности после 2022 года [1-3]. В то же время, отмечается, что Проблема создания техники сельскохозяйственного назначения для КФХ и ЛПХ напрямую связана с развитием экономики страны, импортозамещением и подъемом уровня жизни граждан России. По мнению некоторых ученых, «Локомотивом такого процесса должно стать инновационное, высоко автоматизированное производство средств производства с параллельной подготовкой специалистов, разрабатывающих, внедряющих и эксплуатирующих их» [4-6]. При этом, производство подобных машин невозможно без создания в перспективе собственного двигателя внутреннего сгорания (ДВС), приспособленного для этих целей.

В настоящий момент в системе в линейке продукции для КФХ и ЛПХ присутствуют малогабаритные тракторы и мотоблоки. Наиболее известными моделями мотоблоков, выпускаемыми в Российской Федерации и Республике Беларусь, являются МБ23-Б10,0; МБ23-Н9,0 PRO; МБ23-УАМАНА (МХ250) PRO; Агат-Л 6,5; Угра НМБ-1Н10; Ока МБ-1Д1М10 и др., с расходом топлива двигателя от 1,1 до 2,25 кг/ч. Наиболее известными моделями малогабаритных тракторов являются *Belarus-152* и *Belarus-182* с бензиновым ДВС при расходе топлива 3,12 и 5,74 кг/ч соответственно.

Также необходимо отметить, что на настоящий момент в России малогабаритные трактора представлены только моделями, выпускаемыми в Республике Беларусь и КНР. Высокая стоимость нового трактора вынуждает владельцев КФХ и ЛПХ использовать бывшую в употреблении технику, в том числе снятые с производства модели тракторов Т-25 и Т-40, прежде чем появится возможность приобрести трактор нового поколения.

Данные обстоятельства вынуждают не только задуматься о возможности производства таких тракторов, но и о модернизации имеющихся. Одним из направлений модернизации является экологическая безопасность.

Силовыми установками, используемыми в сельскохозяйственной технике на сегодняшний день, являются двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Нормы содержания вредных веществ в отработавших газах (ОГ) строго регламентируются различными стандартами, такими как (см. ДОКЛАД). Соответствие ДВС данным стандартам вынуждает инженеров-конструкторов проектировать их с опорой не только на введенные нормы, но и с учётом их дальнейшего ужесточения.

Наиболее распространенными способами снижения вредных выбросов в ОГ ДВС являются [6,7]: применение комбинированных энергоустановок; использование альтернативных видов топлива для улучшения рабочего процесса; использование каталитических нейтрализаторов, внутрицилиндровый катализ.

Внутрицилиндровый катализ является одним из способов снизить количество выбросов углеводородов и монооксида углерода [7]. Данная проблема особенно актуальна для техники, оснащённой бензиновым ДВС. Внутрицилиндровый катализ возможен только при использовании модифицированного поршня, создание и основные аспекты работы которого описаны в работах [6,7].

Модификация поршня проходит в несколько этапов:

1. Поршень закреплялся в качестве анода на штативе, катодом служила алюминиевая пластина, диаметром 15 см.
2. ПЭО в силикатном растворе, содержащем 3 г/л КОН, 30 г/л Na₂SiO₃, в течение 30 минут при силе постоянного тока в 1 А. Электролит перемешивался электромеханической мешалкой, охлаждение осуществлялось при помощи медного радиатора и проточной воды.
3. Пропитка каталитическим материалом
4. Сушка и прокаливание при 773 К в муфельной печи в течение трёх часов.

В работе [7] рассмотрены возможности применения модифицированного поршня в малоразмерном двигателе 1Д 4,5/3,5. По результатам работы было установлено, что наибольшую активность проявляет образец поршня, модифицированный медно-марганцевым катализатором. Конверсия вредных веществ составляет от 4 до 93 % для различных углеводородов на холостом ходу и от 15 до 58 % на режиме максимальных оборотов. Конверсия монооксида углерода в среднем составляет 52,5 % на холостом ходу и 23,3 % на режиме максимальных оборотов при «холодном» двигателе.

При проектировании двухтактного ДВС с модифицированным поршнем на этапе расчета количества вредных выбросов необходимо принимать следующие значения коэффициентов каталитической конверсии: $\theta_{\text{CH}} = 0,58 \dots 0,77$; $\theta_{\text{CO}} = 0,47 \dots 0,55$.

В качестве примера на рисунке 1 приведены графики сокращения выбросов монооксида углерода и гептана на холостом ходу при непрогретом ДВС.

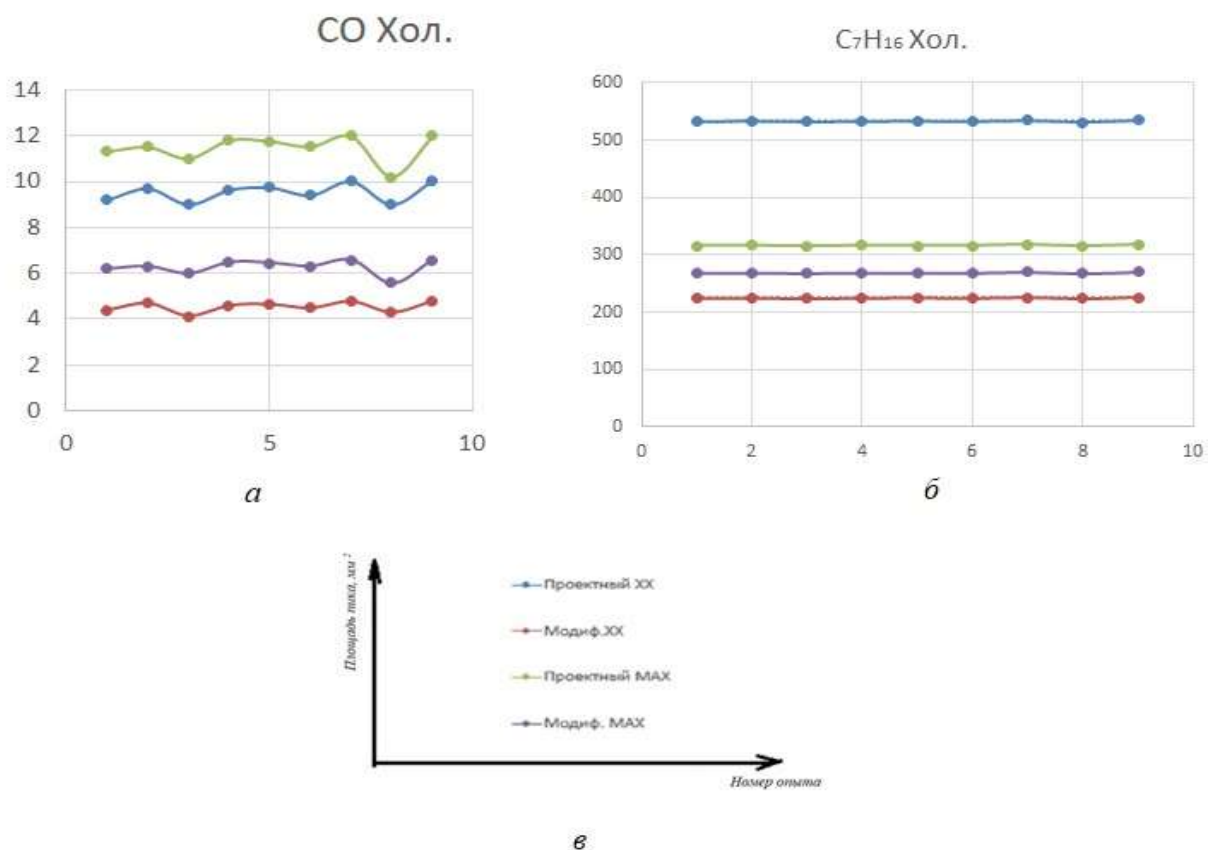


Рис. 1 Графики выброса монооксида углерода и гептана при непрогретом двигателе

**а – выбросы монооксида углерода; б – выбросы гептана;
в – расшифровка графиков.**

Результаты исследования показывают, что применение поршней, модифицированных медно-марганцевым катализатором может улучшить экологические показатели сельскохозяйственной техники. При использовании модифицированных поршней возможно значительное сокращение выбросов монооксида углерода и углеводородов. Также рекомендованы дальнейшие исследования возможности применения модифицированных поршней на различных видах двигателей сельскохозяйственной техники.

Библиографический список

1. Зинич, Л. В. Механизм взаимоотношений хозяйств населения с сельскохозяйственной организацией / Л. В. Зинич // Актуальные вопросы современной экономики. – 2020. – № 11. – С. 277-280. – DOI 10.34755/IROK.2020.49.55.267. – EDN GZMXHV
2. Зинич, Л. В. Развитие хозяйств населения в условиях государственной поддержки / Л. В. Зинич // Экономика и социум. – 2015. – № 2-2(15). – С. 501-505. – EDN UNYJFX.
3. Зинич, А. В. Повышение эффективности производственно-хозяйственной деятельности предприятия / А. В. Зинич // Актуальные вопросы современной экономики. – 2024. – № 11. – С. 227-230. – EDN LLIEHX.
4. Рябова, Т. Ф. Организация инициативных центров по созданию малогабаритной техники для экономики России с целью импортозамещения / Т. Ф. Рябова, А. А. Никитина // Парадигма повышения экономической и продовольственной безопасности России на основе реализации эффективных механизмов взаимодействия с мировым сообществом : сборник научных трудов по материалам второй Международной научно-практической конференции, Москва, 26–27 апреля 2016 года / Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского. – М.: 2016. – С. 156-168. – EDN WIBDXH
5. Дзоценидзе, Т. Д. Создание малогабаритных транспортных средств для сельского хозяйства / Т. Д. Дзоценидзе // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2009. – № 1(32). – С. 54-57. – EDN KVCKGP.
6. Моделирование статических и термических нагрузок поршня двухтактного двигателя, модифицированного каталитическими материалами / П. В. Литвинов, В. А. Борисов, В. Р. Ведрученко [и др.] // Омский научный вестник. – 2022. – № 4(184). – С. 46-52. – DOI 10.25206/1813-8225-2022-184-46-52. – EDN CSRLAB;
7. Определение значений коэффициентов каталитической конверсии монооксида углерода и несгоревших углеводородов в модифицированном малоразмерном двухтактном бензиновом двигателе / П. В. Литвинов, В. А. Борисов, В. Р. Ведрученко, З. Н. Грязнова // Двигателестроение. – 2023. – № 2(292). – С. 35-53. – DOI 10.18698/jec.2023.2.35-53. – EDN KRKQBS.

УДК 631.67

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ АГРОНОМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАПАДНОЙ АФРИКИ

Научный руководитель Дидманидзе Отари Назирович, академик РАН, профессор, заведующий кафедрой тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева, didmanidze@rgau-msha.ru

Аристэль Адже, аспирант 1 года, института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА имени К. А. Тимирязева

Аннотация. Сельское хозяйство Бенина характеризуется низким уровнем использования агрохимикатов и применением примитивного до- и послеспевного оборудования. В данной статье рассматриваются традиционные и современные орудия для обработки почвы и сева, используемые в Бенине. Выполняется сравнительная оценка их эффективности, уровня внедрения и влияния на сельскохозяйственную производительность. Исследование показывает, что сосуществование этих двух систем обусловлено различными социально-экономическими факторами, при этом существует потенциал их интеграции для повышения эффективности агросектора. Несмотря на усилия правительства и частные инициативы, ограниченный доступ к финансированию, несоответствие машин и оборудования социально-экономическим реалиям и нехватка инфраструктуры для

технического обслуживания остаются основными препятствиями. Предлагаются рекомендации для ускорения механизации сельского хозяйства в Бенине.

Ключевые слова: агрономические технологии, сельское хозяйство Бенина, подготовка почвы, системы сева.

Введение. На Саммите тысячелетия в 2000 году Организация Объединённых Наций приняла Цели развития тысячелетия (ЦРТ), первая из которых направлена на искоренение бедности и голода, где сельское хозяйство признано ключевым сектором. В Бенине сельское хозяйство является основой экономики: в нём занято 70% трудоспособного населения, оно составляет 40% ВВП и обеспечивает 75–90% экспортной выручки (Dagbelou и др., 2021). С 2016 года были начаты крупные реформы, такие как создание Территориальных агентств сельскохозяйственного развития (ATDA), Национального фонда сельскохозяйственного развития (FNDA), Национального общества сельскохозяйственной механизации (SoNaMA), а также целевых программ по продвижению таких культур, как рис и кукуруза. Несмотря на эти усилия, сельское хозяйство остаётся традиционным, с низким уровнем механизации и использованием ручных инструментов (мотыга, мачете), что ограничивает производительность. В настоящее время трудно представить развитие аграрного сектора без применения современных технологий (Atidegla и др., 2017). Для решения этой проблемы были внедрены и развиты агрономические технологии. Поэтому для повышения эффективности сельского хозяйства Бенина необходимо определить эти технологии, а также проанализировать основные используемые до- и посевные машины и оборудование с целью поиска решений для преодоления отсталости сектора.

Методология исследования

Исследование основано на анализе научной литературы, государственных докладов и публикаций международных организаций (ФАО, Всемирный банк, ПРООН). Также были проведены интервью с ключевыми участниками агросектора (фермеры, поставщики оборудования, агрономы-эксперты) для дополнения информации.

Анализ природных и производственных условий (почва-климат) на территориях основных сельскохозяйственных предприятий Бенина

Бенин отличается выраженным климатическим и почвенным разнообразием, которое делится на три основные зоны:

- **Юг:** субэкваториальный климат с двумя сезонами дождей, что позволяет проводить два сельскохозяйственных цикла в год;
- **Центр:** гвинейско-суданская зона, тропический полувлажный климат с переменным режимом осадков;
- **Север:** полупустынная суданская зона, где один сезон дождей ограничивает выращивание культур одним годовым циклом, благоприятным для хлопка.

В стране имеется гидрографическая сеть протяжённостью 3048 км рек и 333 км водоёмов, распределённых между тремя бассейнами: Нигер, Пенджари и прибрежный бассейн. Почвы, из которых 62,5 % пригодны для сельского хозяйства, делятся на пять основных типов:

- **Ферралитные почвы:** занимают 80 % территории, подвержены эрозии и малоустойчивы;
 - **Почвы "терре де барр":** плодородные, но находятся под угрозой из-за демографического давления;
 - **Гидроморфные почвы/вертисоли:** очень плодородны, но трудно поддаются обработке;
 - **Минеральные первичные почвы:** средняя плодородность, подвержены вымыванию.
- Эти факторы позволили выделить восемь агроэкологических зон:
- **Зона 1:** крайний север (суданско-сахельский климат), основные культуры — рис и хлопок;
 - **Зона 2:** северная хлопковая зона, основные культуры — хлопок и кукуруза;

- **Зона 3:** южный Боргу, зона продовольственного земледелия, основные культуры кукуруза, ямс, кешью и хлопок;
- **Зона 4:** западная Атакора (прохладный климат), выращиваются зерновые и ямс;
- **Зона 5:** центральная хлопковая зона, основные культуры — зерновые, клубнеплоды и хлопок;
- **Зона 6:** зона "терре де барр" (юг), доминируют кукуруза, маниок и овощные культуры;
- **Зона 7:** влажная низина (юг), основные культуры — кукуруза, томаты и перец;
- **Зона 8:** прибрежная зона рыболовства, основное занятие — рыболовство, дополненное продовольственным земледелием.

Анализ основных сельскохозяйственных культур в Бенине.

Кукуруза доминирует в системе зерновых культур Бенина, с неравномерным географическим распределением: 51 % — на севере, 37 % — на юге и 12 % — в центре страны. За одно десятилетие производство кукурузы удвоилось: с 1 миллиона тонн в 2011 году до 2 миллионов тонн в 2024 году, благодаря расширению посевных площадей и внедрению улучшенных агротехнологий. Однако рост производства сталкивается с рядом серьёзных проблем: деградация почв, ограниченный доступ к качественным агроходам и недостаточная механизация, что мешает оптимизации урожайности.

Рис занимает второе место в структуре национального производства зерновых культур. 70 % его производства сосредоточено на севере страны и 15 % — в центре. С 2016 по 2023 год производство риса увеличилось на 86 %, достигнув 525 000 тонн. Такой рост объясняется в первую очередь расширением посевных площадей: с 65 305 гектаров в 2016 году до 134 840 гектаров в 2023 году (OCIS, 2023). Однако используется лишь 21 % потенциально пригодных для возделывания площадей (375 000 га), и сохраняются значительные вызовы. Основные проблемы связаны с низким уровнем механизации при подготовке почвы, ограниченными мощностями по переработке (не более 150 тонн в день), а также с высокой зависимостью от импорта — 1,6 миллиона тонн в 2022 году. Это указывает на парадокс между аграрным потенциалом страны и всё ещё недостижимым уровнем продовольственной самодостаточности.

Следующая таблица представляет основные используемые агрономические технологии, их преимущества и ограничения.

Таблица

Основные агрономические технологии, доступные в Бенине

Агрономические технологии	Разработанные методы	Преимущества	Ограничения
Консервационное земледелие	Прямой посев, растительное покрытие, севооборот и смешанные посевы	Снижение эрозии, улучшение структуры почвы, уменьшение потребности в воде	Медленное внедрение, конфликты с животноводством
Улучшенные семена и устойчивые сорта	Использование высокоурожайных и устойчивых семян	Повышение урожайности, снижение потерь после сбора урожая	Высокая стоимость для мелких фермеров, ограниченная доступность в сельских районах
Орошение и управление водными ресурсами	Капельное орошение, накопительные бассейны, солнечные насосные системы	Возможность ведения сельского хозяйства в засушливый сезон, снижение зависимости от дождей	Высокие затраты на установку и сложное техническое обслуживание
Использование	Компостирование,	Долгосрочное	Требует времени и

органических удобрений и биофертилизаторов	биоуголь, микробные инокулянты	улучшение структуры почвы, менее вредно для окружающей среды, чем химические удобрения	рабочей силы, эффект проявляется медленнее, чем у синтетических удобрений
Агролесоводство и смешанные культуры	Комбинирование деревьев с улучшенным паром и бобовыми	Восстановление деградированных почв, диверсификация источников дохода	Длительный срок до получения прибыли, конкуренция за пространство с однолетними культурами
Механизация сельского хозяйства (в процессе развития)	Тракторы и мотоблоки, молотилки и шелушители	Снижение физической нагрузки, экономия времени при посеве и уборке	Завышенная стоимость для большинства фермеров, нехватка запчастей и квалифицированных специалистов

Анализ таблицы показывает, что Бенин располагает обширным выбором агрономических технологий, однако их внедрение остается неравномерным. Наибольший потенциал для устойчивого сельского хозяйства представляют собой решения, сочетающие целенаправленную модернизацию (механизация, улучшенные семена) и устойчивые практики (агроэкология, компостирование).

Машины и оборудование для базовой обработки почвы, предпосевных и посевных работ, используемые при производстве основных культур в Бенине

Инструменты для прополки и очистки

В Бенине почти все хозяйства используют традиционные методы для прополки и очистки. Эти методы предполагают использование инструментов, таких как мачете, даба, мотыга, деревянные грабли и т. д. Эти инструменты делают труд тяжёлым, что вызывает задержки в выполнении агротехнических операций. Некоторые крупные хозяйства используют современные инструменты, такие как моторизованная прополочная машина с двухтактным двигателем, культиватор с животной тягой и борона, прицепляемая к трактору. Также наблюдается рост использования химических средств — метод спорный, но широко применяемый во всех агроэкологических зонах. Он предполагает использование ранцевых опрыскивателей объёмом 15 литров с гербицидами (преимущественно глифосат). Проблемой является частое превышение дозировки (в более чем 40% случаев).

Анализ этих инструментов показывает, что в Бенине происходит переход от традиционных методов прополки к модернизированным. Главная задача — адаптация инструментов к реалиям: небольшие участки, ограниченные финансовые ресурсы и экологические требования. Наиболее перспективны гибридные решения (лёгкая механизация + местные знания).

Инструменты, используемые для вспашки

Вспашка : ключевой этап подготовки почвы. Используемые инструменты зависят от размера хозяйств, финансовых возможностей и региона. Ниже приведён подробный анализ оборудования:

- **Традиционные инструменты (для мелких фермеров):** даба и мотыга с длинной ручкой. Их использование распространено по всей стране, но они не обеспечивают глубокую вспашку, что приводит к проблемам роста культур.
- **Тяга животных:** плуг с быками и ослами. Широко используется в северной хлопковой зоне.
- **Сельскохозяйственная механизация (в стадии развития):** мотоблоки (12–18 л.с.), тракторы (20–80 л.с.). Тракторы используются на крупных фермах и государственных

хозяйствах, преимущественно в северных хлопковых регионах Бенина. Высокая стоимость и дефицит запасных частей затрудняют доступ для мелких фермеров.

Анализ показывает, что традиционные инструменты до сих пор доминируют, несмотря на развитие механизации. Устойчивые решения предполагают адаптацию техники к социально-экономическим условиям мелких хозяйств, развитие коллективной аренды оборудования и обучение аграриев эффективным методам вспашки.

Инструменты, используемые при посеве

В Бенине посев в основном осуществляется вручную (80% хозяйств). Тем не менее, наблюдается развитие некоторых современных посевных машин, хотя уровень их использования остаётся низким из-за высокой стоимости, сложности эксплуатации и неподготовленности почв:

- Сеялка с животной тягой: используется в северной хлопковой зоне;
- Дисковая сеялка (рис, просо) — производительность 2 га/день: используется на Севере и в Центре;
- Пневматическая сеялка (высокая точность): используется в орошаемых районах, например, в Маланвиле и Центральной части страны;
- Моногнездная сеялка (кукуруза, хлопок) — регулируемое междурядье: используется на Севере и в Центре, очень редко на Юге;
- Солнечная сеялка: экспериментальный прототип, протестирован в Саве (Коллины).

Вывод: в Бенине существует расширяющийся набор посевных машин, однако их внедрение ограничено из-за стоимости и слабой адаптации к местным условиям. Перспективны гибридные подходы, сочетающие лёгкую механизацию и улучшение ручных инструментов.

Перспективы

и

рекомендации

Для развития сельскохозяйственного производства в Бенине необходимо объединение технических, экономических и политических подходов. В частности:

- Определить оптимальный набор сельхозмашин, адаптированных к мелким фермерским хозяйствам;
- Разработать стратегии, упрощающие доступ к сельхозтехнике;
- Разработать целевые государственные меры (обучение, информирование, пилотные проекты, субсидии);
- Создать виртуальный современный парк сельхозмашин, ориентированный на малые хозяйства, специализирующиеся на производстве кукурузы и риса.

Заключение

Цель данного исследования заключалась в анализе агрономических технологий, доступных и соответствующих потребностям производителей. Оно позволило определить наиболее важные культуры с точки зрения дохода и продовольственной безопасности в агроэкологических зонах Бенина. Наиболее трудоёмкими операциями остаются вспашка, подготовка почвы и посев, для которых доступное современное оборудование остаётся недоступным для большинства хозяйств из-за их социально-экономических условий.

Список литературы

1. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – Москва : ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с. – ISBN 978-5-6049928-2-1. – EDN RSFSFK.
2. Транспорт в агропромышленном комплексе : Учебник / О. Н. Дидманидзе, Н. Н. Пуляев, А. А. Солнцев [и др.]. – Москва : Российский государственный аграрный университет, 2024. – 474 с. – EDN KJLBGT.
3. Особенности воздействия на почву колесным двигателем сельскохозяйственных тракторов / О. Н. Дидманидзе, Р. С. Федоткин, В. А. Крючков [и др.] // Чтения академика В. Н. Болтинского : сборник статей, Москва, 22–23 января 2025 года. – Москва: ООО «Сам Полиграфист», 2025. – С. 348-354. – EDN LWDZKI.

4. Problems and Prospects of Agricultural Tractors with Hybrid and Electric Drivetrain Creating / O. N. Didmanidze, E. P. Parlyuk, R. S. Fedotkin [et al.] // Intelligent Technologies and Electronic Devices in Vehicle and Road Transport Complex (TIRVED), Moscow, 10–11 ноября 2022 года. – Moscow: IEEE, 2022. – P. 22336029. – DOI 10.1109/TIRVED56496.2022.9965504. – EDN NHNDDE.

5. Трухачев, В. И. Перспективы тракторостроения в России / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, С. Н. Девянин // Чтения академика В. Н. Болтинского : Сборник статей, Москва, 17–18 января 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 43-53. – EDN BTKXKH.

УДК 621.33

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕГИРОВАННЫХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРООСАЖДЕННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Худенцов Артем Евгеньевич, аспирант кафедры электроэнергетики и электротехники ФГБОУ ВО Курский ГАУ имени И. И. Иванова, khudentsoff@yandex.ru

Аннотация: В настоящей работе проведено исследование технологии восстановления и упрочнения изношенных деталей машин и сельскохозяйственной техники путём электроосаждения железных покрытий, включая легированные сплавы и композиционные материалы.

Ключевые слова: электроосаждение, композиты, восстановление, упрочнение.

Сейчас электролитическое железнение весьма широко применяется в ремонтном производстве как один из главнейших способ восстановления деталей с износом до 0,5 мм. Данный метод отличается высокой производительностью и самое главное доступностью, однако при возросших нагрузках на современные детали, его эксплуатационные характеристики оказываются недостаточными, что в свою очередь требует совершенствования состава покрытий, а также режимов их получения [6].

В свою очередь, для улучшения физико-механических свойств покрытий, эффективно использование легирующих добавок. Так, наибольший интерес представляет введение молибдена и вольфрама в хлоридный электролит железа с добавлением лимонной кислоты, способствующей образованию устойчивых комплексных соединений. Исследования, проведенные по данному вопросу, показали, что при концентрации молибдата аммония в пределах 0,5–2,0 кг/м³ и вольфрамата натрия 0,5–5,0 кг/м³ в электролите, содержащем 300–350 кг/м³ хлористого железа, возможно получение однородных мелкозернистых покрытий с микротвёрдостью до 8300 МПа без структурных дефектов. Повышение концентрации выше указанных значений сопровождается снижением выхода по току и образованием трещин и пор [6].

Также, существенное влияние на структуру и свойства покрытий оказывает режим тока. Использование асимметричного переменного тока с показателем асимметрии $\beta = 6$ позволяет не только управлять составом покрытия, но и снизить дендритообразование, а также повысить прочность сцепления с основой и износостойкость. При этом оптимальные параметры осаждения составляют: температура 293 К, pH = 1, плотность тока 15–35 А/дм². Электролиз с применением переменного тока способствует смещению потенциала катода в область, благоприятную для формирования плотной структуры с пониженной дислокационной плотностью и повышенной пластичностью. Это подтверждается экспериментальными наблюдениями по изменению блока мозаики и выходу по току железа [1, 3].

Помимо легирования, надёжным способом упрочнения покрытий является внедрение в электролит твёрдых частиц. Исследовано формирование композиционных покрытий путём добавления микрочастиц карбидов, нитрида бора, электрокорунда и быстрорежущих сталей, таких как ПР-10Р6М5. Осаждение происходит в три стадии: контакт частицы с поверхностью катода, её удержание и зарастание основным металлом. Успешное внедрение частиц в покрытие требует постоянного перемешивания электролита, обеспечивающего их взвешенное состояние и равномерное распределение. Особое значение имеют электропроводность частиц и их взаимодействие с двойным электрическим слоем. Наблюдается радиальный рост железа вокруг электропроводных включений, а силы адгезии и смачиваемость определяют устойчивость их закрепления [4].

Еще, немаловажным, ранее проведенным исследованием [5], являются покрытия, полученные с добавлением 8 кг/м³ порошка ПР-10Р6М5, демонстрируют микротвёрдость до 9000 МПа и высокую износостойкость. При увеличении концентрации порошка выше 10 кг/м³ наблюдается растрескивание осадков и рост внутренних напряжений, в то время как при снижении до 5 кг/м³ — твёрдость покрытия приближается к характеристикам обычного железа. Оптимальными условиями являются температура 293 К и плотность тока 50 А/дм². Для получения гладкой и блестящей поверхности необходимо использование механических мешалок и предварительная подготовка детали анодной обработкой [5].

Измерения механических характеристик показали, что предел выносливости восстановленных железомолибденовых и железвольфрамовых покрытий составляет 212 МПа, что сопоставимо с нормализованной сталью 45. В сравнении с покрытиями из чистого железа усталостная прочность возрастает в 1,2–1,4 раза. Аналогично, износостойкость покрытий с содержанием 1,2% молибдена или 1,8% вольфрама превосходит не только показатели обычного железа, но и свойства металла основы [2, 6]. Толстослойные покрытия, полученные при температуре 323–338 К и плотности тока 20–100 А/дм², обладают твёрдостью до 6,8 ГПа и равномерной структурой на толщине до 4 мм [2].

На основе проведённого анализа используемых источников, можно сделать обоснованное и перспективное предложение, направленное на практическое улучшение процесса:

Целесообразно разработать комбинированную технологию упрочнения, сочетающую электроосаждение легированного железного покрытия (Fe-Mo или Fe-W) с одновременным включением твёрдого композиционного наполнителя (например, ПР-10Р6М5 или карбидов) при использовании асимметричного переменного тока с оптимизированным коэффициентом асимметрии.

Такой подход позволит совместить ключевые преимущества каждого из методов:

- Повышенную микротвёрдость и износостойкость, достигаемую при включении твёрдых частиц (до 9000 МПа) [5];
- Повышенную сцепляемость и устойчивость структуры благодаря легированию Мо или W в пределах допустимых концентраций [1, 6];
- Контролируемую плотность покрытия, отсутствие дендритов и равномерную структуру за счёт применения переменного тока [3].
- Новизна и целесообразность заключаются в том, что, несмотря на высокую эффективность каждого метода по отдельности, их совместное использование в одном процессе — при правильно подобранных режимах — не только не исследовалось в глубине, но и открывает путь к созданию покрытия, обладающего одновременно высокой прочностью, износостойкостью, сцеплением и усталостной стойкостью. Это особенно важно для ремонта высоконагруженных деталей сельскохозяйственной техники и двигателей.

Таким образом, представленные исследования подтверждают эффективность применения легированных и композиционных железных покрытий для восстановления и упрочнения изношенных деталей машин. Обоснованы режимы осаждения и составы электролитов, обеспечивающие получение покрытий с высокой микротвёрдостью, прочностью сцепления и износостойкостью. Доказано, что применение переменного тока,

легирующих добавок и твёрдых частиц позволяет достичь эксплуатационных характеристик, близких к новым деталям, без радикального изменения традиционной технологии железнения. Это делает рассматриваемые методы перспективными для внедрения в серийное ремонтное производство.

Библиографический список

1. Серебровский, В. И. Восстановление и упрочнение деталей машин электроосажденными железомолибденовыми покрытиями / В. И. Серебровский, Ю. П. Гнездилова, О. С. Серникова // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции, Курск, 27 марта 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 330-333. – EDN FJTQOI.
2. Сафронов, Р. И. Применение легированных железных покрытий для восстановления деталей сельскохозяйственной техники / Р. И. Сафронов, В. И. Серебровский // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 05 июня 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 111-115. – EDN IHUHJG.
3. Серебровский, В. И. Применение периодического тока при электроосаждении железа / В. И. Серебровский, О. С. Серникова // Современные материалы, техника и технологии. – 2024. – № 3(54). – С. 61-67. – EDN GSEEAU.
4. Коняева, Н. И. Процесс электроосаждения композиционных покрытий / Н. И. Коняева, Н. В. Коняев // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции, Курск, 20 октября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2023. – С. 74-77. – EDN RJSRDE.
5. Патент № 2816237 С1 Российская Федерация, МПК С25D 15/00. Способ электролитического осаждения железного покрытия : № 2023108547 : заявл. 04.04.2023 : опубл. 27.03.2024 / Н. И. Коняева, Н. В. Коняев, В. И. Серебровский ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова". – EDN HAWGYQ.
6. Серебровский, В. И. Упрочнение электроосажденных покрытий на основе железа / В. И. Серебровский, Е. С. Калущкий // Современные материалы, техника и технологии. – 2024. – № 3(54). – С. 67-73. – EDN MOEYWA.

УДК 631.3:004.7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПОСЕВНЫХ И УБОРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*Светлова Дарья Александровна, студентка I курса магистратуры ФБГОУ ВО
РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева Группы ДМ 27-24 E-mail: dasha.svetlova16@mail.ru*

Аннотация

В статье рассматриваются современные достижения в области робототехники и автоматизированных систем, применяемых для повышения эффективности посевных и уборочных процессов в сельском хозяйстве. Анализируются основные типы робототехнических комплексов, их технические характеристики и возможности интеграции с интеллектуальными системами управления.

Ключевые слова: робототехника, автоматизация, сельское хозяйство, интеллектуальные системы, агротехнологии.

Введение

Современное сельское хозяйство сталкивается с множеством вызовов: рост потребности в продуктах питания при ограниченных ресурсах труда, необходимость повышения урожайности и качества продукции, а также снижение негативного воздействия на окружающую среду. Традиционные методы ведения сельскохозяйственных работ требуют значительных трудовых затрат и часто не обеспечивают необходимой точности выполнения операций. В этих условиях особую актуальность приобретает внедрение робототехнических комплексов и автоматизированных систем.

Использование современных технологий позволяет не только повысить производительность труда, но и обеспечить более точное выполнение агротехнических мероприятий — от посева до уборки урожая. Роботы-агратии способны работать автономно или в составе интегрированных систем управления, что способствует оптимизации процессов, снижению затрат и повышению экологической устойчивости.

Данная статья посвящена анализу современных решений в области робототехники для АПК, их техническим характеристикам, а также перспективам внедрения в практику сельскохозяйственного производства.

Актуальность

В условиях глобальных изменений климата, сокращения рабочей силы и необходимости повышения эффективности производства использование робототехнических комплексов становится важнейшим направлением развития аграрной отрасли. Технологии автоматизации позволяют минимизировать человеческий фактор, повысить точность выполнения операций и снизить издержки.

На сегодняшний день существует ряд успешных примеров внедрения автономных роботов для посева семян, внесения удобрений, обработки почвы и сбора урожая. Однако широкое распространение данных технологий требует решения ряда задач: разработки универсальных платформ, повышения их адаптивности к различным условиям эксплуатации, стандартизации систем управления.

Таким образом, актуальность исследования заключается в необходимости дальнейшего развития инновационных решений для повышения конкурентоспособности сельскохозяйственного сектора на мировом рынке за счет внедрения современных робототехнических систем.

Современные технологии в области робототехники и автоматизации

- **Робототехнические комплексы для посева**

Современные роботы для посева оснащены системами навигации на основе GPS/GNSS, датчиками для определения состояния почвы и семян, а также механизмами точного дозирования семенного материала. Например, автономные сеялки способны выполнять равномерную посадку с минимальными потерями семян и высокой скоростью работы.

- **Автоматизированные системы для уборки урожая**

Роботы-уборщики используют компьютерное зрение, датчики влажности и зрелости плодов для определения оптимального времени сбора. Такие системы позволяют снизить потери урожая, повысить качество сборки и уменьшить необходимость ручного труда.

- **Интеграция систем управления**

Современные автоматизированные системы объединяют данные с различных датчиков (почвы, погоды, состояния растений) для формирования единой информационной среды. Это позволяет реализовать интеллектуальное управление процессами — от планирования до выполнения работ в реальном времени.

- Результаты исследований и практические примеры

В рамках пилотных проектов в России и за рубежом успешно внедряются роботы-сеялки и автономные комбайны. Например, компания XYZ разработала роботизированную платформу для посева зерновых культур с точностью до 98%, что привело к снижению затрат на семена на 15% по сравнению с традиционными методами. Аналогичные системы для уборки урожая демонстрируют увеличение скорости работы на 30% при сохранении качества сборки.

Перспективы развития

Дальнейшее развитие технологий включает использование искусственного интеллекта для прогнозирования погодных условий, оптимизации маршрутов движения роботов и повышения их адаптивности к различным условиям. Также перспективным направлением является интеграция робототехники с беспилотными летательными аппаратами (дронами) для мониторинга полей.

Вывод

Использование робототехнических комплексов и автоматизированных систем в посевных и уборочных процессах существенно повышает эффективность сельскохозяйственного производства. Эти технологии позволяют снизить затраты труда, повысить точность выполнения операций и обеспечить более устойчивое развитие АПК. Внедрение инновационных решений требует дальнейших исследований, разработки стандартов безопасности и создания условий для массового распространения данных технологий.

Библиографический список

1. Иванов А. В., Петров В. С. Робототехника в сельском хозяйстве: современные тенденции и перспективы // Аграрная техника. — 2020. — № 3. — С. 45–52.
2. Смирнова Е. А., Кузнецов И. М. Автоматизация посевных работ: технологии и оборудование // Техника и технологии в АПК. — М.: Агроинформ, 2019. — 312 с.
4. Гусев В. Н., Лебедев А. П., Иванова Т. Ю. Интеллектуальные системы управления роботизированными комплексами в аграрном производстве // Журнал автоматизации и робототехники, 2021, № 4, С. 78–85.
5. Международный опыт внедрения робототехники в сельское хозяйство / Под ред. Дьякова А. В. — М.: Наука, 2022. — 256 с.

УДК 631.33.024

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА МЕХАНИЧЕСКОЙ СЕЯЛКИ ТОЧНОГО ВЫСЕВА

*Дудин Даниил Александрович, аспирант кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, **Рогов Егор Владимирович,** студент Технологического колледжа ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Admiral.05@bk.ru*

Научные руководители:** Андреев Владимир Николаевич, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, v.andreev@rgau-msha.ru **Крючков Виталий Алексеевич, к.т.н., доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, v.kryuchkov@rgau-msha.ru

Аннотация: Разработан электропривод высевающего аппарата механической сеялки точного посева СМС с установкой на каждую секцию для эффективного посева семян сахарной свёклы.

Ключевые слова: Высевающий аппарат, сеялка, электропривод, точный посев.

В ходе разработки были поставлены следующие цели и задачи: выполнить обзор существующих конструкций сеялок точного посева и определить их недостатки;

осуществить выбор базовой модели для разработки конструкции механической сеялки точного высева семян сахарной свёклы и предложить вариант компоновки индивидуального электропривода высевающего аппарата; обосновать применения системы СКИФ для контроля технологических параметров работы предложенной конструкции высевающего аппарата.

В настоящее время для посева семян используются различные отечественные сеялки, такие как: пропашная механическая сеялка МС-12; многоцелевая пневматическая ТС-М 8000А и многие другие.

Сеялка МС-12 – предназначена для точного посева семян кукурузы, подсолнечника, сорго, сои и бахчевых культур с одновременным внесением в почву минеральных удобрений. Данная сеялка имеет простую конструкцию, обеспечивает недостаточно точное распределение семян при посеве по сравнению с более современными моделями, что влияет на качество урожая, а также не совсем удобна в эксплуатации и настройке [1].

Сеялка ТС-М 8000А предназначена для точного высева калиброванных и отсортированных семян пропашных культур. ТС-М 8000А обладает недостаточной точностью в распределении семян, что влияет на урожайность, имеет сложную настройку и обслуживание [2].

Проведённый анализ устройства и работы данных сеялок позволил выявить следующие недостатки: неравномерность нормы высева и расход семян в бункерах высевающих секций; сложность регулирования нормы посева; отсутствие контроля соблюдения технологического процесса внесения посевного материала; отсутствие корректировки нормы высева в процессе движения; отсутствие возможности отключения отдельных высевающих секций.

Точность соблюдения технологического процесса высева во многом определяется конструкцией высевающего аппарата и методом дозирования посевного материала, при этом равномерность высева должна обеспечивать, как при прямолинейном, так и при криволинейном движении, что в случае механических сеялок не соблюдается и приводит к неравномерности распределения посевного материала [3]. В случае применения сеялок точного высева, значительная часть недобора урожая вызвана недостатками дозирующего и высевающего аппаратов и недостаточным мониторингом качества выполнения процесса [4,5].

В настоящее время можно выделить два основных направления совершенствования сеялок с целью повышения точности высева – улучшение конструкции дозирующего аппарата [6] и повышение контроля за соблюдением технологического процесса [7].

Несмотря на то, что с целью повышения точности высева, особенно в тяжелых почвенных условиях и повышенных скоростях движения, все больше внимания направлено в сторону пневматических сеялок, использующих сжатый воздух или разряжение для доставки, распределения и дозировки семян, все еще активно применяются механические сеялки с централизованным приводом высевающих секций [6].

Одним из наиболее перспективных и современных направлений совершенствования пропашных сеялок, как пневматического, так и механического типов с целью повышения точности процесса высева и стабильности соблюдения нормы высева является создание независимого от скорости движения трактора электропривода дозирующего аппарата [7].

Проведённый анализ устройства и работы данных сеялок позволил выявить следующие недостатки: неравномерность нормы высева и расход семян в бункерах высевающих секций; сложность регулирования нормы посева; отсутствие контроля соблюдения технологического процесса внесения посевного материала; отсутствие корректировки нормы высева в процессе движения; невозможность отключения отдельных высевающих секций.

За базовый вариант разработки принята конструкция действующей пропашной механической сеялки СМС. Сеялка СМС предназначена для посева семян сахарной свёклы и рапса и обладает следующими особенностями: механизмом точного распределения семян,

регулировкой глубины заделки почвы, современными системами контроля и настройки работы. Высевающая секция повторяет контуры грунта, а сошник образует четкую борозду для обеспечения лучшего контакта семян с почвой. С помощью регулировки давления возможно индивидуально отрегулировать давление сошников каждого ряда в зависимости от состояния грунта. Почва культивируется только в пределах тех полос, где будут расти культуры, до 70% поверхности остается нетронутой. Рассмотрев достоинства сеялки СМС, принято решение внедрить систему управления процессом высева семян СКИФ-17.

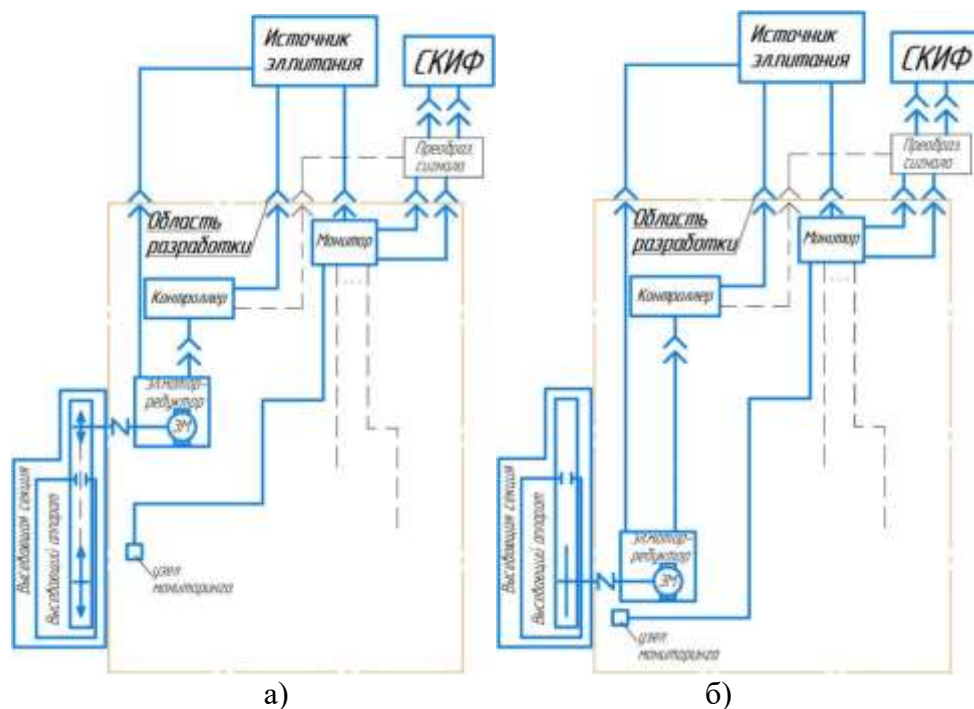


Рис 1. Варианты реализации компоновки электропривода высевающего аппарата с системой управления и мониторинга:

а – с индивидуальным приводом высевающей секции с сохранением цепной передачи; б – с индивидуальным приводом высевающей секции без цепной передачи.

В ходе работы предложены варианты реализации компоновки индивидуального электропривода высевающего аппарата, представленные на рис.1. Проанализировав варианты, за основной для дальнейшей разработки выбран вариант с индивидуальным приводом высевающей секции без цепной передачи. Данное решение имеет следующие преимущества: точное разделение семян с эффектом нулевой скорости – окружная скорость высевающего диска точно соответствует поступательной скорости сеялки. Вращение диска против часовой стрелки в направлении, противоположном направлению движения, исключает прокатывание или смещение семян с возможностью отключения и регулировки работы индивидуально каждой секции.

Данная сеялка предполагает адаптирование с системой СКИФ-17 для полного контроля высева посевного материала. СКИФ – предназначена для контроля технологических процессов параметров работы зерновой сеялки. Система контролирует: факт вращения валов дозаторов высевных агрегатов семян и удобрений; пролёт семян к сошникам; исправность датчиков пролёта и целостность цепи их подключения; мониторинг снижения уровня посевного материала в каждом бункере. Система СКИФ предоставляет оператору полную информацию о посеве культуры и состоянии сеялки, сообщает о неисправностях каждой секции в отдельности. Важным аспектом в выборе этой системы является наличие датчика, который контролирует пролёт семенного материала и удобрений к сошнику. Система СКИФ имеет также магниточувствительный датчик ДМ, который

предназначен для контроля вращения вала дозатора, а также датчик ДФА для осуществления контроля минимального уровня посевного материала в бункерах.

Выводы. Предлагаемая конструкция электропривода высевающего аппарата в комбинации с установленной системой СКИФ позволит осуществить: улучшение контроля нормы высева и функционирование высевающего аппарата; равномерный расход семян в бункерах секций; повышение точности регулирования нормы высева; мониторинг соблюдения технологического процесса внесения посевного материала; корректировку нормы высева в процессе движения сеялки; при необходимости отключение отдельных секций.

Библиографический список

1. Сеялка пропашная МС-12. Руководство по эксплуатации. – Миллерово: ОАО «Миллеровосельмаш», 2020. – 50 с.
2. Сеялки точного высева ТС-М8000А. Руководство по эксплуатации. ООО «Техника сервис агро», 2022. – 38 с.
3. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – Москва: ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с. – ISBN 978-5-6049928-2-1.
4. Сальцинова, М. С. Овощные сеялки / М. С. Сальцинова, Г. В. Пикмуллин // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора П.Г. Мудрова, Казань, 26–27 октября 2023 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2023. – С. 853-857.
5. Findura P. et al. Influence of physical properties of sugar beet seeds on the work quality of the seeding mechanism //International Agrophysics. – 2023. – Т. 37. – №. 2. – <https://doi.org/10.31545/intagr/162403>
6. Ильченко, С. А. Модернизация дозирующих элементов пропашной сеялки / С. А. Ильченко, А. А. Саенко, В. В. Должиков // Активная честолубивая интеллектуальная молодёжь сельскому хозяйству. – 2023. – № 2(15). – С. 34-42.
7. Водянкина, А. И. К вопросу разработки системы контроля высевающего аппарата сеялки / А. И. Водянкина, И. Х. Черевко // Вестник научных трудов молодых учёных, аспирантов и магистрантов ФГБОУ ВО "Горский государственный аграрный университет": Сборник статей. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2023. – С. 195-198.

УДК 621.43

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В РАЗВИТИИ ДВС

Феськов Андрей Александрович, студент 2 курса магистратуры института механики и энергетики В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Кирюшин Роман Владимирович, студент 2 курса магистратуры института механики и энергетики В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Пуляев Николай Николаевич, к.т.н., доцент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, inpo.msau@gmail.com

Аннотация: Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) продолжают играть важную роль в транспорте и промышленности, несмотря на конкуренцию со стороны электромобилей. Современные технологии, такие как турбонаддув, рекуперация тепла, гибридизация и альтернативные виды топлива, повышают их эффективность и экологичность.

Ключевые слова: ДВС, инновации, экологичность, гибридизация, искусственный интеллект.

Несмотря на активное развитие электромобилей, двигатели внутреннего сгорания продолжают совершенствоваться, адаптируясь к жестким экологическим нормам и требованиям по энергоэффективности [1]. Современные инновации позволяют значительно снизить выбросы CO_2 и NO_x , повысить КПД и продлить срок службы двигателей.

Одним из наиболее перспективных направлений является совершенствование систем турбонаддува. Традиционные турбокомпрессоры, несмотря на свою эффективность, страдают от таких недостатков как турбояма и ограниченный рабочий диапазон. Решением стали турбины с изменяемой геометрией, которые позволяют оптимально регулировать поток выхлопных газов на разных оборотах [2]. Еще более прогрессивным подходом стало внедрение электрических турбокомпрессоров, где электромотор мгновенно раскручивает ротор, полностью устраняя проблему турбоямы. Дополнительный эффект дает использование двухступенчатого наддува, где комбинация малой и большой турбин обеспечивает равномерную подачу воздуха во всем диапазоне оборотов [3].

Не менее важным направлением стала рекуперация тепловой энергии отработавших газов. Учитывая, что около 30...40 % энергии топлива теряется в виде тепла выхлопа, разработка систем его утилизации приобрела особую актуальность [4]. Наиболее распространенными решениями стали термоэлектрические генераторы, преобразующие тепловую энергию в электрическую с КПД до 5...8 %, а также системы, работающие по органическому циклу Ренкина. Последние, использующие низкокипящие рабочие жидкости, уже доказали свою эффективность на грузовиках Scania, позволив снизить расход топлива на 5 %.

Особое место в модернизации ДВС занимает гибридизация. Современные гибридные силовые установки успешно сочетают преимущества традиционных двигателей с электрическими компонентами [5]. Спектр решений варьируется от мягких гибридов с 48-вольтовыми системами, обеспечивающими рекуперацию энергии торможения, до полноценных подключаемых гибридов, способных преодолевать значительные расстояния исключительно на электротяге.

Перспективным направлением развития стало использование альтернативных видов топлива. Водородные ДВС, разрабатываемые BMW и Toyota, демонстрируют практически нулевые выбросы CO_2 [6]. Не менее интересны синтетические e-fuels, производимые с использованием возобновляемой энергии, которые уже тестируются в гоночных двигателях. Традиционные биотоплива также не теряют актуальности, позволяя сократить выбросы CO_2 на 50...80 % по сравнению с обычным бензином.

Завершающим элементом технологической революции в области ДВС стало внедрение систем искусственного интеллекта. Современные алгоритмы машинного обучения анализируют данные с датчиков в реальном времени, оптимально корректируя параметры работы двигателя. Особенно перспективными оказались системы прогностического управления, учитывающие рельеф местности и стиль вождения, а также технологии цифровых двойников, позволяющие проводить виртуальные испытания двигателей без создания физических прототипов.

Таким образом, современные инновационные решения в области ДВС представляют собой комплекс взаимодополняющих технологий, каждая из которых вносит свой вклад в повышение эффективности и экологичности традиционных двигателей внутреннего сгорания.

Библиографический список

1. Коротких, Ю. С. Развитие и современное состояние автомобилизации / Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев. – М. : ООО «Автограф», 2018. – 108 с.
2. Хейвуд, Дж. Основы работы двигателя внутреннего сгорания / Дж. Хейвуд. – 2-е изд. – Нью-Йорк : McGraw Hill Professional, 2018. – 1056 с.

3. Богданов, В. С. Аналитические исследования проектирования систем турбонаддува / В. С. Богданов, А. С. Гузалов, Е. В. Новиков. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Автограф», 2020. – 84 с.
4. Особенности и направления развития транспортных энергоустановок в АПК / С. А. Иванов, И. О. Степанель, Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Автограф», 2020. – 95 с.
5. Дидманидзе, О. Н. Эффективность тягово-транспортных средств при использовании накопителей энергии / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, Н. Н. Пуляев. – М. : Мегапринт, 2018. – 189 с. – ISBN 978-5-907095-06-9.
6. Новиков, Е. В. Методы работы ДВС с применением водородного топлива / Е. В. Новиков, А. С. Гузалов // Международный технико-экономический журнал. – 2021. – № 1. – С. 100-107. – DOI 10.34286/1995-4646-2021-76-1-100-107.

ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ НАДДУВА КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Кирюшин Роман Владимирович, студент 2 курса магистратуры института механики и энергетики В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Феськов Андрей Александрович, студент 2 курса магистратуры института механики и энергетики В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Пуляев Николай Николаевич, к.т.н., доцент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, info.msau@gmail.com

Аннотация: В работе рассматриваются современные системы наддува двигателей, использование которых повышает конкурентоспособность отечественной сельскохозяйственной техники. Рассматриваются их типы, преимущества, экономические аспекты и специфика внедрения. Особое внимание уделяется интеграции с электронными системами управления и гибридными установками для оптимизации работы в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: системы наддува, турбонаддув, гибридные установки, модернизация двигателей, повышение мощности.

В современных условиях развития сельскохозяйственного машиностроения особую актуальность приобретает вопрос повышения эффективности работы сельскохозяйственной техники. Одним из ключевых направлений модернизации является внедрение систем наддува двигателей, что позволяет существенно повысить их мощность и экономичность [1].

Система наддува представляет собой комплекс технических решений, направленных на увеличение массы воздуха в цилиндрах двигателя за счет повышения давления [2]. В настоящее время выделяют три основных типа систем наддува: турбонаддув, механический наддув и комбинированные системы.

В последние годы наблюдается тенденция к использованию более совершенных систем наддува, включающих переменные геометрии турбин, электронные системы управления, системы промежуточного охлаждения воздуха и интеграцию с гибридными установками [3]. Эти технологические решения позволяют значительно улучшить эксплуатационные характеристики сельскохозяйственной техники.

Внедрение современных систем наддува обеспечивает ряд существенных преимуществ:

- Увеличение мощности двигателя при сохранении рабочего объема.
- Снижение удельного расхода топлива.
- Улучшение экологических показателей.
- Расширение диапазона эффективной работы двигателя.
- Повышение надежности и долговечности.

Экономическая эффективность использования систем наддува определяется несколькими ключевыми факторами:

- Сокращение эксплуатационных затрат.
- Увеличение производительности техники.
- Снижение затрат на ремонт и обслуживание.
- Повышение остаточной стоимости техники.

При практической реализации внедрения систем наддува необходимо учитывать ряд важных аспектов: специфику сельскохозяйственных работ, условия эксплуатации техники, требования к ремонтпригодности и стоимость модернизации [4]. Только комплексный подход к внедрению позволяет достичь максимальной эффективности от использования современных систем наддува.

Современные системы наддува активно интегрируются с электронными системами управления, что позволяет оптимизировать работу двигателя в различных режимах эксплуатации. Переменные геометрии турбин обеспечивают более быструю реакцию на изменение нагрузки, а системы промежуточного охлаждения воздуха способствуют повышению эффективности сгорания топлива [5].

Особого внимания заслуживает интеграция систем наддува с гибридными установками, что открывает новые возможности для повышения энергоэффективности сельскохозяйственной техники. Такие решения позволяют оптимизировать работу двигателя в различных режимах эксплуатации и существенно снизить расход топлива.

В заключение следует отметить, что внедрение современных систем наддува является одним из важнейших факторов повышения конкурентоспособности сельскохозяйственной техники. Это позволяет не только улучшить технические характеристики машин, но и обеспечить их экономическую эффективность в долгосрочной перспективе.

Библиографический список

1. Коротких, Ю. С. Развитие и современное состояние автомобилизации / Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев. – М. : ООО «Автограф», 2018. – 108 с.
2. Богданов, В. С. Аналитические исследования проектирования систем турбонаддува / В. С. Богданов, А. С. Гузалов, Е. В. Новиков. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Автограф», 2020. – 84 с.
3. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии: учебник / В. Ф. Федоренко, В. И. Горшенин, К. А. Монаенков [и др.]. – СПб. : Лань, 2022. – 496 с.
4. Энергоэффективность и ресурсосбережение автотракторной техники / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев, Н. А. Большаков // Известия Международной академии аграрного образования. – 2023. – № 67. – С. 38-43.
5. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с. – ISBN 978-5-6049928-2-1.

УДК 621.316

ЭЛЕКТРОУСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ И ДИАГНОСТИКИ РЕСУРСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АКБ

Меркелова Татьяна Валерьевна соискатель научной степени кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, tanyamerkelova@yandex.ru

Научный руководитель

Девянин Сергей Николаевич д.т.н., профессор ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

Аннотация: В данной статье рассмотрены популярные программные решения для диагностики и рациональной эксплуатации транспортной тягой батареи. В работе рассмотрены преимущества и недостатки современного независимого программного обеспечения для транспортных тяговых батарей и выбрано направление развития в этой области.

Ключевые слова: Электромобили, аккумулятор, независимое программное обеспечение, НПО, BMS, тяговая батарея, система управления аккумулятором, оптимизация работы системы батарей.

В последние годы электромобили стали все более популярными среди автолюбителей в силу небольших цен на электроэнергию относительно топлива и всемирного тренда плавного перехода на использовании экологически чистых видов транспорта в черте города,

что активно продвигается на государственном уровне [1,2]. В условиях интересов, заданных обществом, не могут не развиваться один из основных узлов электромобиля — это его тяговая батарея, существует множество конструктивных и программных решений для повышения её мощности, ёмкости, долговечности и других эксплуатационных параметров. Однако, как и любые аккумуляторы, они подвержены износу и необходимости технического обслуживания.

Для диагностики и мониторинга состояния электробатарей в электромобилях существует множество независимых программных обеспечений (НПО). Они предназначены для анализа состояния батарей и предупреждения об их проблемах для предотвращения возможных поломок.

На данный момент нельзя выделить одно программное решение для диагностики электробатарей. Но общими преимуществами и недостатками для всех НПО представлены в таблице 1 [3,4].

Таблица 1

Преимущества и недостатки для независимых программных обеспечений

Преимущества:	Недостатки:
- Мониторинг состояния батареи: НПО для диагностики электробатарей предоставляет информацию о здоровье, температуре, заряде/разряде, напряжении и других параметрах батареи. - Определение проблем: ПО для диагностики может обнаруживать и идентифицировать проблемы с батареей, такие как дефектные ячейки, неравномерное распределение заряда и другие неисправности. - Улучшенная производительность: С помощью НПО для диагностики можно оптимизировать производительность электробатареи. Вы можете анализировать данные о потреблении энергии, планировать маршруты для эффективного использования заряда и принимать меры для увеличения дальности поездок. - Расширенные функции анализа: Некоторые программные решения предлагают дополнительные функции анализа, такие как прогнозирование оставшегося ресурса батареи, предупреждение о возможных проблемах и рекомендации по оптимальному использованию батареи.	- Ограничения доступа: Некоторые производители электромобилей могут ограничивать доступ стороннего ПО к батарее и ее данным. - Ошибки и неточности: В некоторых случаях программное обеспечение может допускать ошибки или давать неточные данные. - Совместимость: Некоторое ПО может быть разработано для конкретных моделей или марок электромобилей. - Обновления ПО: С развитием технологий и появлением новых моделей электромобилей, может потребоваться обновление программного обеспечения для обеспечения совместимости и новых функций.

Важно отметить, что преимущества и недостатки конкретных программных решений могут различаться.

Рассмотрим некоторые из них.

Одно из наиболее известных пользователям электромобилей программных обеспечений является Battery Management System (BMS) Software. Такое ПО обычно включено в состав системы управления батареей (BMS) и предоставляет пользователю широкий спектр функций, таких как: отображение текущего состояния батареи, контроль температуры, напряжения и тока, а также отслеживание циклов зарядки и разрядки [5,6]. BMS также может предупредить пользователя о любых отклонениях от нормы, таких как снижение емкости или повышенное сопротивление батареи.

Таблица 2

Преимущества и недостатки Battery Management System (BMS) Software

Преимущества	Недостатки
• Интегрированное решение: обычно предлагается производителями электромобилей и хорошо интегрировано в их систему управления батареей. • Полная совместимость с моделями электромобилей производителя. • Обновления и поддержка: обычно предоставляются производителем автомобиля.	• Ограниченная доступность для сторонних пользователей, поскольку они ориентированы на конкретные модели автомобилей. • Не всегда предоставляют расширенные функции диагностики и анализа.

Многие производители электромобилей предлагают собственное НПО для диагностики электробатарей, которое интегрировано в их систему управления батареей (BMS). Эти программные решения разработаны специально для конкретных моделей автомобилей и обеспечивают мониторинг состояния батареи, анализ производительности и обнаружение проблем. Примерами таких НПО представлены в компаниях Tesla или Nissan.

Программное обеспечение TeslaScan. Это программное обеспечение, предназначенное для диагностики и мониторинга батарей в электромобилях Tesla. Оно предоставляет полный анализ состояния всех систем электромобиля, включая батарею. Оно предоставляет информацию о состоянии батареи, ёмкости, зарядном уровне, внутреннем сопротивлении и других параметрах. TeslaScan также предлагает функции мониторинга и создания отчетов. TeslaScan имеет высокую точность и надежность в определении состояния батареи.

LeafSpy: Это приложение для диагностики электробатареи в электромобилях Nissan Leaf. Оно предоставляет информацию о состоянии батареи, общей ёмкости, состоянии каждой отдельной ячейки, уровне износа и других параметрах. LeafSpy также позволяет проводить глубокий анализ данных батареи.

Таким образом, сегодняшние независимые программные обеспечения для диагностирования электробатарей в электромобилях предлагают широкий функционал для контроля и предупреждения о возможных проблемах. Они позволяют владельцам электромобилей избежать серьезных поломок и продлить срок службы своей батареи, но не являются универсальными и не всегда дают точной информации.

Библиографический список

1. Шамаева, А. О. Анализ типоразмерного ряда тяговых батарей электромобилей / А. О. Шамаева, А. С. Гузалов, Н. Н. Пуляев // Чтения академика В. Н. Болтинского, Москва, 25–26 января 2023 года. Том 2. – Москва: ООО «Сам полиграфист», 2023. – С. 392-397.
2. Асадов, Д. Г. Методы повышения срока службы источников энергии электромобилей / Д. Г. Асадов, А. С. Гузалов, Н. А. Большаков. – Москва : ООО "Автограф", 2019. – 100 с.

3. Асадов, Д. Г. Обоснование срока службы электромобилей / Д. Г. Асадов, Е. П. Парлюк, А. С. Гузалов. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Автограф", 2020. – 110 с.

4. Critical Impacts of Advanced Technology in Certification of Vehicle Repair and Maintenance Facilities in Agrifood Systems / A.S. Guzalov, E.S. Schnaras, E.G. Ivakina [et al.] // Unlocking Digital Transformation of Agricultural Enterprises. Technology Advances, Digital Ecosystems, and Innovative Firm Governance. – Cham : Springer, 2023. – P. 167-175.

5. Модернизация технологических машин как механизм продления назначенных ресурса и срока службы / И.Г. Голубев, Н.С. Севрюгина, А.С. Апатенко, А.Ю. Фомин // Вестник машиностроения. – 2023. – № 1. – С. 36-41.

6. Гузалов, А. С. Оценка технических характеристик силовых установок на базе трактора МТЗ-920 / А. С. Гузалов // Автотранспортная техника XXI века : сборник статей III Международной научно-практической конференции, Москва, 29 октября 2018 года / Под редакцией О.Н. Дидманидзе, Н.Е. Зимина, Д.В. Виноградова. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2018. – С. 77-86.

Современные тенденции энергосбережения в АПК

УДК 621.316.1.05

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕКЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ 6–35 КВ

*Багметов Александр Александрович, ассистент кафедры электроснабжения
ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени
И.Т. Трубилына, bagmetov.edu@gmail.com*

Аннотация: В решении задачи повышения надёжности электроснабжения рассматривается воздушная линия электропередачи с применением пунктов сетевого секционирования (реклоузеров) для нескольких вариантов числа и мест их расположения. Наиболее эффективное решение выявляется на основании сравнения возможных вариантов, равноценных по техническим показателям.

Ключевые слова: секционирование, реклоузер, показатели ENS и SAIDI, техническая эффективность.

Эффективность секционирования воздушной линии определяется снижением значений критериев SAIDI (System Average Interruption Duration Index – средняя продолжительность прекращения передачи электрической энергии на точку поставки) [1] и ENS (Energy Not Supplied – объем недоотпущенной электрической энергии) [1, 2]. Техническая эффективность определяется сравнениями различных вариантов секционирования с базовым. Для последующего сравнения технической эффективности секционирования рассматриваются следующие четыре варианта (рисунок 1):

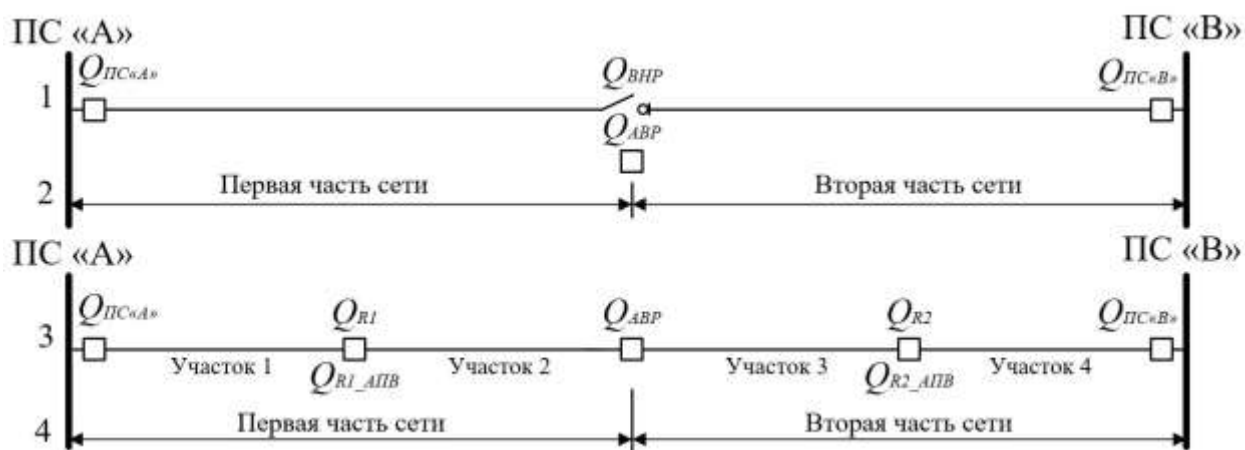


Рис. 1 Секционирование воздушной линии:

1. Базовый вариант. Секционирование воздушной линии выключателем нагрузки $Q_{ВНР}$, имеющим ручной привод; 2. Секционирование воздушной линии двусторонним АВР-реклоузером Q_{ABP} ; 3. Двусторонним АВР-реклоузером Q_{ABP} и односторонними реклоузерами Q_{R1} , Q_{R2} ; 4. АВР-реклоузером Q_{ABP} и односторонними АПВ-реклоузерами $Q_{R1\_АПВ}$, $Q_{R2\_АПВ}$

1. Базовый вариант. Секционирование воздушной линии осуществляется выключателем нагрузки, имеющим ручной привод. Ручное, местное секционирование линии подразумевает ее деление в точке токораздела выключателем нагрузки (рисунок 1), который не имеет устройств автоматического отключения сети при повреждении. Принята суммарная протяженность магистрали – 15,4 км, ответвлений – 10,35 км. Принятое количество потребительских ТП $N_j = 34$ шт.

2. Секционирование воздушной линии осуществляется двусторонним АВР-реклоузером. Реклоузер располагается на магистрали в точке токораздела и соединяет два центра питания. Реклоузер разделяет воздушную линию на две части (рисунок 1) с соответствующими длинами магистрали $L_{M1} = 8,055$ км и $L_{M2} = 7,345$ км, а также суммарными длинами ответвлений $L_{OTB1} = 5,15$ км и $L_{OTB2} = 5,2$ км. Количество потребительских ТП в первой части сети $N_{j1} = 15$ шт., количество потребительских ТП во второй части сети $N_{j2} = 19$ шт.

3. Секционирование воздушной линии двусторонним АВР-реклоузером и односторонними реклоузерами. После деления сети на две части в точке токораздела АВР-реклоузером, каждая часть сети в свою очередь делится на два участка односторонним реклоузером (рисунок 1). Каждый участок имеет соответствующие длины магистрали $L_{M1} = 7,785$ км, $L_{M2} = 0,27$ км, $L_{M3} = 3,33$ км и $L_{M4} = 4,015$ км, а также суммарные длины ответвлений $L_{OTB1} = 1,45$ км, $L_{OTB2} = 3,7$ км, $L_{OTB3} = 3,6$ км и $L_{OTB4} = 1,6$ км. Количество потребительских ТП на первом участке сети $N_{j1} = 6$ шт., на втором участке сети – $N_{j2} = 9$ шт., на третьем участке сети – $N_{j3} = 5$ шт., на четвертом участке сети – $N_{j4} = 14$ шт.

4. Секционирование воздушной линии двусторонним АВР-реклоузером и односторонними АПВ-реклоузерами для ликвидации неустойчивых повреждений и дополнительного снижения продолжительности перерывов электроснабжения (рисунок 1). Каждый участок имеет соответствующие длины магистрали $L_{M1} = 5,85$ км, $L_{M2} = 2,25$ км, $L_{M3} = 2,88$ км и $L_{M4} = 4,42$ км, а также суммарные длины ответвлений $L_{OTB1} = 1,05$ км, $L_{OTB2} = 4,1$ км, $L_{OTB3} = 0,6$ км и $L_{OTB4} = 4,6$ км. Количество потребительских

ТП на первом участке сети $N_{j1} = 6$ шт., на втором участке сети – $N_{j2} = 9$ шт., на третьем участке сети – $N_{j3} = 5$ шт., на четвертом участке сети – $N_{j4} = 14$ шт.

В качестве интегрального критерия надежности электроснабжения потребительских ТП (ориентированного на потребителей) используется суммарный годовой недоотпуск электроэнергии [2], характеризуемый показателем ENS [2, 3]:

$$ENS \equiv \Delta W = 0,01 \cdot w_0 \cdot T_{AO} \cdot (L_M + 2 \cdot L_{OTB}) \cdot \sum_{i=1}^N P_i, \quad (1)$$

где ΔW – годовой недоотпуск электроэнергии, кВт·ч/год; w_0 – удельное количество прекращений передачи электрической энергии в расчетном году, ед./((100 км·год); T_{AO} – продолжительность аварийного отключения, ч; L_M – длина магистрального участка сети, км; $2 \cdot L_{OTB}$ – длина прямого и обратного обхода ответвления, отходящего от магистрального участка сети, км; P_i – активная расчетная мощность i -ой потребительской ТП.

Годовой недоотпуск электроэнергии ENS согласно (1) составляет:

$$\Delta W = 0,01 \cdot 20 \cdot 5,77 \cdot (15,4 + 2 \cdot 10,35) \cdot 2995,6 = 124794,89 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}.$$

В качестве интегральных критериев надежности электроснабжения потребительских ТП (ориентированных на предприятия электрических сетей) используются показатели $SAIFI$ [3, 4] – средняя частота отключения одного потребителя в сети и $SAIDI$.

Распределение годового количества отключений ω_{II} определяется выражением:

$$\omega_{II} = \omega_0 \cdot 10^{-2} \cdot (L_M + 2 \cdot L_{OTB}), \quad (2)$$

где $\omega_0 = 20$ – принятое удельное количество прекращений передачи электрической энергии в расчетном году, единиц в год на 100 км; L_M – длина магистрального участка сети, км; $2 \cdot L_{OTB}$ – длина прямого и обратного обхода ответвления, отходящего от магистрального участка сети, км.

Годовое расчетное количество отключений ω_{II} составляет:

$$\omega_{II} = 20 \cdot 10^{-2} \cdot (15,4 + 2 \cdot 10,35) = 7,22 \text{ 1/год}.$$

Средняя частота отключения одного потребителя в сети $SAIFI$ составляет:

$$SAIFI = \frac{\omega_{II} \cdot N_j}{N_{\Sigma}}, \quad (3)$$

где N_{Σ} – общее количество потребительских ТП, шт; N_j – количество потребительских ТП, в отношении которых произошло прекращение передачи электрической энергии; ω_{II} – годовое расчетное количество отключений, 1/год.

$$SAIFI = \frac{7,22 \cdot 34}{34} = 7,22 \text{ откл./год}.$$

Годовая расчетная продолжительность аварийных отключений определяется выражением [3, 4]:

$$T_{AO} = \omega_{II} \cdot T_L \cdot (L_M + 2 \cdot L_{OTB}), \quad (4)$$

где ω_{II} – годовое количества отключений, 1/год; $T_L = 0,8$ – принятое время осмотра сети при смешанном автомобильном и пешем способе, ч/км.

Годовая продолжительность аварийных отключений составляет [3, 4]:

$$T_{AO} = 7,22 \cdot 0,8 \cdot (15,4 + 2 \cdot 10,35) = 208,51 \text{ ч/год}.$$

Среднее время отключения одного потребителя в сети $SAIDI$ составляет:

$$SAIDI = \frac{T_{AO} \cdot N_j}{N_{\Sigma}}, \quad (5)$$

где T_{AO} – годовая продолжительность аварийных отключений, ч.

$$SAIDI = \frac{208,51 \cdot 34}{34} = 208,51 \text{ ч/год.}$$

Для остальных вариантов расчеты выполняются аналогично. Результаты расчетов сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Результаты расчета технической эффективности различных вариантов секционирования воздушной линии

Вариант	ENS – годовой недоотпуск электроэнергии, кВт·ч/год	$SAIFI$ – средняя частота отключения одного потребителя в сети, откл./год	$SAIDI$ – среднее время отключения одного потребителя в сети, ч/год
1	124794,89	7,22	208,51
2	56618,9	3,6	51,9
3	32432,7	2,07	19
4	25946,16	2,07	15,19

Выполненный расчет и анализ показателей надежности для различных вариантов секционирования воздушной линии показывает, что расположение реклоузеров в целесообразных местах [5] позволяет снизить базовые показатели критериев $ENS=124794,89$ кВт·ч/год, $SAIFI=7,22$ откл./год, $SAIDI=208,51$ ч/год до значений $ENS=25946,16$ кВт·ч/год, $SAIFI=2,07$ откл./год, $SAIDI=15,19$ ч/год.

Таким образом, при автоматическом секционировании по сравнению с ручным показатели критериев улучшаются:

- ENS – в 4,8 раза;
- $SAIFI$ – в 3,48 раза;
- $SAIDI$ – в 13,7 раза.

Библиографический список

1. Иванникова Н. Ю. Схемная оптимизация электрической сети по показателю средней продолжительности прекращения передачи электрической энергии / Н. Ю. Иванникова, В. Г. Сазыкин, А. А. Багметов // Промышленная энергетика. – 2019. – № 3. – С. 12-17.
2. Сазыкин В. Г. Критерии оптимизации места установки реклоузера в распределительной сети 6-10 кВ / В. Г. Сазыкин, А. Г. Кудряков, А. А. Багметов // Электротехнические системы и комплексы. – 2018. – № 1(38). – С. 33-39. – DOI 10.18503/2311-8318-2018-1(38)-33-39.
3. Сазыкин В. Г. Графоаналитический метод определения оптимального места расположения пункта сетевого секционирования / В. Г. Сазыкин, А. А. Багметов // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2022. – Т. 65, № 4. – С. 86-96. – DOI 10.17213/0136-3360-2022-4-86-96.
4. Сазыкин В. Г. Графоаналитический метод оптимизации секционирования магистральных сетей среднего напряжения / В. Г. Сазыкин, А. А. Багметов // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2023. – Т. 66, № 3. – С. 65-77. – DOI 10.17213/0136-3360-2023-3-65-77.
5. Сазыкин В. Г. Модель процесса определения целесообразного места расположения пункта сетевого секционирования / В. Г. Сазыкин, А. А. Багметов // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2024. – Т. 67, № 3. – С. 116-125. – DOI 10.17213/0136-3360-2024-3-116-125.

РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ

Пашинов Алексей Павлович, курсант ВУНЦ ВВС «ВВА», aosafonov@gmail.com

Сафонов Андрей Олегович, заведующий кафедрой общепрофессиональных дисциплин, ВУНЦ ВВС «ВВА», aosafonov@gmail.com

Аннотация: В статье рассмотрены результаты исследований процессов предварительной переработки сельскохозяйственного сырья для дальнейшего производства жидкого биотоплива. Полученные результаты показывают целесообразность их применения при получении жидкого топлива для различной техники.

Ключевые слова: биотопливо, лигнин, обработка, сырье, целлюлоза.

Сельскохозяйственные и древесные отходы, содержащие целлюлозные компоненты и лигнин могут быть переработаны в биотопливо. Повышение эффективности рассматриваемого процесса видится в предварительной подготовке такого сырья с целью расщепления целлюлозных соединений и лигнина с получением промежуточных продуктов. Рассмотрим несколько способов предварительной обработки целлюлозного сырья для производства биотоплива. Заслуживает внимания метод, заключающийся в использовании жидкого аммиака NH_3 с последующим паровым взрывом. Исследование заключалось в следующем. Предварительно измельченное и увлажненное лигноцеллюлозное древесное сырье с влажностью до 30 % помещается в герметичный контейнер. В нем в присутствии аммиака при комнатной температуре создается давление 1,2 МПа. В таких условиях процесс проходит с признаками парового взрыва, обеспечивающего разложение сырья. Соотношение жидкого аммиака NH_3 на сухую биомассу составляло 2:1. Эти испытания проводились при атмосферном давлении окружающей среды при температуре 65 и 100°C. Продолжительность выдержки изменялась и составляла 5, 20 и 40 мин. в зависимости от уровня насыщения биомассы. Исследованный метод не обеспечивает прямого экстрагирования сахаров, но он дает возможность получить до 85% углеводородных компонентов в виде гемицеллюлозы и целлюлозы без образования ингибиторов для дальнейших этапов ферментативной переработки сырья в сахара. При всей простоте и достаточно высокой эффективности для экономической целесообразности требуется решение вопроса оптимизированного восстановления жидкого аммиака NH_3 . Следует отметить, что рассматриваемый метод менее эффективен при предварительной обработке лигноцеллюлозы с относительно небольшим содержанием лигнина, например, отходов соломы, чем с большим содержанием лигнина, таких как древесная щепа. По информации из научной литературы такая обработка делает указанный метод экономически целесообразным [1]. Он обеспечивает более высокий процентный выход необходимых компонентов также без появления ингибиторов.

При чисто химической предварительной обработке лигноцеллюлозного сырья можно применять различные соединения, например, разбавленную кислоту, щелочные вещества, различные органические растворители, углекислый газ и так далее. Их можно использовать для быстрого и эффективного получения углеводородных компонентов.

При предварительном кислотном методе лигноцеллюлоза, как правило, подвергается воздействию разбавленных (обычно 0,5 – 2,5% по весу) кислот, например, соляной кислоты HCl , фосфорной кислоты H_3PO_4 или серной кислоты H_2SO_4 при температуре обработки 150...210°C и различной продолжительности процесса. Основной целью метода предварительной обработки является переработка до 90...95% гемицеллюлозы в

необходимые растворимые сахара, а также интенсификация гидролиза целлюлозных компонентов в глюкозу в дальнейшем ферментативном процессе [2]. Следует отметить, что более высокие температуры и сравнительно короткое время обработки позволяют получать высокий процентный выход при образовании растворимой ксилоты и являются следствием лучшей ферментативной усвояемости компонентов целлюлозы. Однако, основным недостатком этого способа является появление биостатических для микроорганизмов компонентов, таких как фурфурол, гидроксibenзилальдегид и гидроксиметилфурфурол. Это повышает общие расходы на обязательный этап детоксикации. При этом в процессе гидролиза лигноцеллюлозного сырья с добавлением разбавленной серной кислоты H_2SO_4 получается сравнительно более высокий выход необходимых компонентов. После предварительной обработки разбавленной H_2SO_4 осуществлялся процесс ферментативного осахаривания кукурузного сырья с выходом сбраживаемых сахаров 90...95% [3].

Также исследовался процесс предварительного воздействия разбавленной кислотой, называемый горячей промывкой. Он состоит из высокотемпературного разделения с последующей промывкой предварительно обработанных полученных соединения для исключения повторного осаждения растворенного лигнина и частично ксилана. Такое повторное осаждение фракции лигнина может негативно повлиять на процесс ферментативного гидролиза уже обработанных твердых соединений. Активность применяемой в методе кислоты по окончании предварительной обработки снижается добавлением щелочных соединений [4].

При предварительной обработке щелочными веществами удаление лигнина происходит при сравнительно не высоких температуре и давлении, относительно других способов предварительной обработки. В качестве щелочных соединений применялись гидроксиды аммония NH_4OH , кальция $Ca(OH)_2$, калия KOH и натрия $NaOH$. Реакция осуществляется путем гидролиза уксусных эфиров, которые делают гемицеллюлозу очень доступной для применяемых ферментов и воды. Молекулы H_2O проходят во внутренние слои. Это приводит к расщеплению лигноцеллюлозного сырья. При этом связи, имеющиеся между гемицеллюлозой и лигнином, разрушаются.

Следует отметить, что предварительная обработка щелочными соединениями вызывает увеличение внутренней поверхности, уменьшает степень кристалличности, что приводит к расщеплению структуры лигнина [5]. Этот метод эффективен даже при температуре окружающей среды 20...30°C, но при этом продолжительность обработки увеличивается до нескольких дней. Так, применение гидроксида кальция $Ca(OH)_2$ для жома сахарной свеклы при 100°C в течение 1,5 часов дает сопоставимый результат с обработкой в условиях температуры окружающей среды 20°C в течение 190 часов при аналогичной усвояемости ферментами целлюлозы 70...75%.

Основным недостатком такой предварительной обработки по отношению к кислотным соединениям является химическое превращение щелочи в некотором объеме в необратимые соли, а также их включение в биомассу сырья. По сравнению с гидроксидом $NaOH$ применение извести $Ca(OH)_2$ является не только более экономичным, но и более безопасным. Их также извлекают из раствора при реакции с двуокисью углерода в виде нерастворимого карбоната $CaCO_3$. Его далее можно преобразовать в $Ca(OH)_2$ путем прокаливании в известковой печи. Известь $Ca(OH)_2$ использовалась для соломы проса, пшеницы, кукурузы при температуре 100°C в течение 2, 3, 13 ч. соответственно. Также обработке подвергалась древесина тополя при температуре 150°C в течение 5 ч. Пропускание воздуха или чистого кислорода O_2 через реакционную смесь заметно усиливает делигнификацию сырья биомассы, преимущественно лучше соединений с большим содержанием лигнина, например, тополя.

Так, предварительная химическая обработка известью щепы тополя при вышеуказанных условиях и давлении 1,4 МПа способна удалить до 80% лигнина с получением до 75% глюкозы на дальнейшем этапе ферментативного гидролиза. Около 60...65 % лигнина и 75...80% гемицеллюлозы в сельскохозяйственной соломе могут быть

получены при применении 2% NaOH в течение 125 ч. при температуре 20°C. Этот щелочной компонент также использовался для повышения переработки древесины твердых пород с 15% до 50%. В результате наблюдалось уменьшение содержания природного лигнина с 30...55% до 18...20%. Аналогичный предварительный процесс химической обработки, получивший название «мокрое окисление», подразумевает использование воды из расчета 1 л на 5,5...6 г биомассы, газообразный кислород. Процесс осуществляется при температуре 130...300°C и давлении 0,5...2,5 МПа для создания докритического окисления органических соединения или окисляемых неорганических веществ с появлением минимального количества ингибиторов. Такой способ интенсифицирует растворение гемицеллюлозных компонентов и разложение лигнина в сырье на CO₂, воду и карбоновые кислоты. При этом образуется богатое целлюлозой вещество с достаточно открытой кристаллической формой. Деацетилирование гемицеллюлозы тоже способствует образованию карбоновых кислот. Мокрое окисление жома сахарной свеклы при щелочном уровне pH, температуре 200°C и давлении 1,5 МПа в течение 20 мин. привело к образованию 68% целлюлозы. Аналогично, мокрая предварительная обработка пшеничной соломы при температуре 200°C и давлении 1 МПа в течение 15 мин расщепила 68% целлюлозы и 72% гемицеллюлозы. При этом жидкая фаза содержала 14 г/л глюкозы и 4 г/л ксилозы. Метод также был применен для обработки смеси кукурузной и пшеничной соломы.

В целом производственные расходы при использовании этого метода меньше по сравнению с другими химическими методами, так как отсутствует необходимость в добавлении большого количества реагентов, высокой мощности оборудования для создания оптимальных параметров реакции и более затратной дальнейшей обработке. Производственные расходы в обусловлены получением сжатого воздуха и специальными требованиями к температуре для учета расхождения энтальпии входящих и обратных потоков. Однако мокрое окисление характеризуется большими капитальными вложениями по сравнению с другими способами.

Предварительная обработка с помощью органических растворителей – это альтернативная химическая обработка, которая позволяет извлекать лигнин путем использования органических растворителей, таких как ацетон, спирты, муравьиная кислота, метанол и так далее. Лигнин можно выделить по окончании процесса методом дистилляции. В этом методе вода и органический растворитель смешиваются в различных порциях с последующей подачей к лигноцеллюлозной биомассе. Полученная смесь нагревается до температуры 100...150°C под строгим контролем из-за возникновения опасности возгорания. В процесс обработки полностью растворяется лигнин и некоторая часть гемицеллюлозы. При этом остается достаточно чистая целлюлоза. Путем введения катализатора может быть уменьшена режимная температура процесса или значительно интенсифицирована делигнификация. Если применяется многоатомный спирт с достаточно высокой температурой кипения, например, глицерин, то химический процесс может осуществляться при атмосферном давлении. Однако, для восстановления растворителя необходимы большие затраты энергии.

Применение сильных кислот (HCl, H₂SO₄) в виде катализаторов вместе с органическим растворителем при атмосферном давлении может повысить делигнификацию и деградацию ксилана. Однако это станет причиной нежелательного ацетилирования целлюлозы. Предварительную обработку органическими соединениями можно осуществлять даже при комнатной температуре, но высокая стоимость реагентов, а также опасность их применения значительно снижают их широкое коммерческое использование. Сейчас методы органосольVENTной полимеризации являются сильно затратными, что требует в перспективе дальнейшей многокритериальной оптимизации, а также необходимости дополнительной переработки образующихся ценных сопутствующих продуктов.

Биологическая предварительная обработка с помощью микроорганизмов, таких как белая и коричневая мягкие гнили, грибы применяться для биоделигнификации путем воздействия ферментов на основе лактазы и пероксидазы. Эти микроорганизмы также

способны разлагать целлюлозу. Биологическое воздействие на пшеничную солому микроорганизмами *Pleurotus ostreatus* позволило осуществить делигнификацию более чем 40% в течение 55 дней. При этом *Aspergillus terreus* и *Trichoderma reesei* позволили делигнифицировать сырье сахарной свеклы более чем на 80% за 50 дней с наивысшим выходом восстанавливающих сахаров до 15% в дальнейшем ферментативном этапе. В случае с *Bacillus macerans* также установлено, что процентное содержание целлюлозы в отходах было уменьшено приблизительно на 50...55%. Конечно, этот метод безопасен, не сложен, не требует высоких температуры и давления. Однако, низкая скорость гидролиза, не большой полезный выход, высокая общая стоимость препятствуют его более широкому коммерческому использованию в промышленных масштабах.

Таким образом, максимизация полезного выхода биоэтанола из любой растительной биомассы будет иметь чрезвычайно важное значение, так как сырье обычно составляет более 30% всех производственных затрат. Конечно, существуют экологические препятствия для ряда исходных видов биомассы при ферментации. Так, кукуруза потребляют значительное количество азотных удобрений в период роста, что создает серьезную эрозию почвы. Другие потенциальные виды сырья, такие как сахарная свекла, являются стратегическими, так как применяются для получения важных пищевых продуктов, в частности сахара.

Среди всей сельскохозяйственной биомассы, исследованной для процесса ферментации спирта, кукуруза и пшеница могут иметь самую максимальную производительность 360 и 345 л/тонна соответственно. У сахарной свеклы был отмечен минимальный потенциал получения биоэтанола в диапазоне 95...105 л/тонна. Также весьма целесообразно рассчитать получение биоэтанола с одного гектара рассматриваемой биомассы, которая характеризуется циклом выращивания, получаемой урожайностью, устойчивостью к различным климатическим изменениям и потребностью в поливе и удобрениях. Так, посевы сахарной свеклы позволяют получить значительно больше биоэтанола с одного гектара, чем, например, пшеница при потребности воды и необходимых удобрений на 40% меньше, чем сахарная свекла.

Библиографический список

1. Hanelick N., Hodidonk V. Bioethanol from lignocellulosic raw materials: techno-economic analysis in short- and long-term // Bioenergy. – 2022. - №5(102). – P. 316 – 329.
2. Yahada S., Shimomiya N. Progress in bioethanol production // Energy Sci. – 2019. – №6. – P. 451 – 466.
3. Сафонов А.О., Капустин В.П. Перспективы развития локальных биотопливных установок на различных видах сырья // Южно-Сибирский научный вестник. – 2022. – №3(43). – С. 24 – 30.
4. Сафонов А.О. Анализ применения гетерогенных кислотных катализаторов при производстве // Южно-Сибирский научный вестник. – 2024. – №3. – С. 10 – 16.
5. Сафонов А.О. Оценка использования щелочных катализаторов для производства биодизельного топлива // Южно-Сибирский научный вестник. – 2023. – №6(52). – С. 65 – 71.

УДК 662.7

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ В ЖИДКОЕ МОТОРНОЕ БИОТОПЛИВО

Пашинов Алексей Павлович, курсант ВУНЦ ВВС «ВВА», aosafonov@gmail.com

Сафонов Андрей Олегович, заведующий кафедрой общепрофессиональных дисциплин, ВУНЦ ВВС «ВВА», aosafonov@gmail.com

Аннотация: В статье представлены результаты исследований методов предварительной переработки целлюлозосодержащего сырья в промежуточные продукты

при производстве жидкого биотоплива. Полученные результаты и выводы подтверждают целесообразность их применения при получении жидкого биотоплива для транспорта.

Ключевые слова: биотопливо, лигнин, обработка, сырье, целлюлоза.

Лигноцеллюлозные сельскохозяйственные отходы, образующиеся в результате переработки растительной биомассы, содержат целлюлозные компоненты и лигнин, которые могут быть сырьем для производства биотоплива. Эффективность их использования видится в предварительной подготовке для получения промежуточных продуктов целлюлозных соединений и лигнина. В некоторых методах предварительной обработки сырья на основе целлюлозы для производства транспортного биотоплива необходимы неповрежденные компоненты гемицеллюлозы и целлюлозы. Существующие коммерческие способы предварительной химической обработки были разработаны на базе методов, использующих разбавленные кислоты. Также практический интерес представляют их совместное применение с другими методами, например, предварительного воздействия на сырье паром, в котором компонент гемицеллюлозы превращается в пентозы перед процессом гидролиза [1]. По этой причине по окончании этапа обработки, образующиеся сточные воды отделяются, а твердый остаток, состоящий из целлюлозы и компонентов лигнина, подвергается непосредственно гидролизу. В качестве катализаторов выступают разбавленные или концентрированные кислоты, а также различные ферменты. Сравнительный анализ методов гидролиза целлюлозного сырья кислотой различных концентраций показывает, что применение серной кислоты H_2SO_4 дешевле ферментов при получении сопоставимых результатов. Однако, применение кислот требует повышенных расходов на коммунальные услуги и сложной утилизации, что значительно повышает общие эксплуатационные расходы [2]. При этом глюкоза является в некоторой степени кислотолабильным сахаром. Она достаточно легко перерабатывается при высоких температурах, требуемых для кислотного гидролиза. Ферментативный тип гидролиза осуществляется при более мягких режимах с температурой 45...50°C в среде pH 4,8 и характеризуется более высоким образованием сахара, без появления ингибирующего побочного продукта. При этом затратами на обслуживание остаются более низкими из-за отсутствия риска элементов оборудования.

Ферментативный гидролиз подразумевает использование фермента с целью преобразования предварительно обработанной биомассы лигноцеллюлозы в соответствующие сахара [3]. Современное развитие биотехнологии внесло большой вклад в уменьшение стоимости изготовления ферментов, сделав этот процесс экономически целесообразным для технологий гидролиза. Зачастую ферментативное разложение целлюлозы показывает быстрый начальный этап. За ним идет низкоскоростной вторичный этап, который проходит до тех пор, пока не образуется производимый субстрат. Это может быть следствием быстрого гидролиза легкодоступной части целлюлозы, ингибированием получаемого продукта и дальнейшей дезактивацией использованных молекул фермента. По окончании гидролиза фермент не перерабатывается из-за особенностей взаимодействия между целлюлазой и лигноцеллюлозой. В процессе гидролиза жидкофазный активный фермент перерабатывает твердофазную целлюлозу, состоящую из глюкановых сахарных компонентов, изменяя их химически и физически. Впоследствии растворимые промежуточные полезные продукты удаляются с реагирующих молекул перерабатываемой целлюлозы. Эти освобожденные промежуточные хорошо растворимые соединения гидролизуются до промежуточных веществ с гораздо более низкой стабильной молекулярной массой и, в последствии, до глюкозы. Следует отметить, что ферменты целлюлазы содержат эндоглюканазы или эндо 1,4-D-глюкангидролаза, экзоглюканаза или 1,4-β-D-глюканцеллобиогидролаза и β-глюкозидаза. Эндоглюканазы перерабатывают области низкой кристалличности растительного целлюлозного волокна и также случайным

образом подвергают гидролизу легкодоступные β -1,4-глюкозидные связи имеющихся целлюлозных цепей. При этом образуются новые окончания цепей, а последние две цепи удаляют имеющиеся целлобиазные единицы со свободных концов и в результате гидролизуют целлобиозу до требуемой глюкозы [4].

Гемицеллюлоза состоит из различных сахарных компонентов, таких как арабинан, ксилан, галактоза, глюкан, маннан. Они достаточно легко перерабатываются гемицеллюлазами. Конечно, такие ферменты заметно сложнее целлюлаз и состоят из смеси более восьми ферментов. По этой причине, в отличие от целлюлозы, в которой глюкоза будет конечным продуктом этапа гидролиза, из гемицеллюлозы получается ряд пяти- и шестиуглеродных сахаров. Множество типов бактерий продуцируют целлюлазу, например, *Erwinia*, *Acetovibrio*, *Clostridium*, *Microbispora*, *Thermonospora*, *Cellulomonas*, *Bacillus*, *Bacteriodes* и другие. Также несколько видов грибов могут успешно производить фермент, например, *Fusarium*, *Schizophillum*, *Trichoderma*, *Phanerochaete*, *Humicola*, *Penicillium* [5]. Грибы на основе мицелий являются главными источниками целлюлаз, а также гемицеллюлаз. Наиболее полно изученным родом микроорганизмов, позволяющих продуцировать рассматриваемое сырье, является *Trichoderma*, который, как установлено, может производить как минимум две целлогидролазы, пять эндоглюканаз и несколько эндоксилаз. При этом для указанного рода не было замечено достаточной активности β -глюкозидазы, необходимой для преобразования растительных полимеров. Чтобы устранить этот недостаток, в микроорганизм *Trichoderma* вводится β -глюкозидаза, которую производят из *Aspergillus*, достаточно эффективного типа продуцента необходимого для процесса получения β -глюкозидазы. По результатам исследований сочетание целлюлазы из микроорганизма *Trichoderma* и целлобиазы из микроорганизма *Aspergillus* позволило повысить выход продукта во время проведенного гидролиза предварительно обработанной кукурузной соломы с 66%, в случае использования только целлюлазы, до 80,9% с увеличением активности из-за целлобиазы. Кроме метода предварительной обработки увеличить выход мономерных сахаров из растительного лигноцеллюлозного сырья могут различные режимы или характеристики протекания процесса гидролиза, например, концентрации используемых целлюлазы и фермента, режимная скорость смешивания, применение поверхностно-активных соединений, кислотность или щелочность среды и температура реакции. При этом поверхностно-активные вещества исключают непродуктивное взаимодействие применяемого фермента с лигнином, адсорбируя его. Добавление поверхностно-активного вещества из расчета 5 г/л в рассматриваемом примере дало значительное увеличение выхода продукта в гидролизе с 80,9 до 89,1% в аналогичных условиях. В другом исследовании ферментативный гидролиз, осуществленный при значении pH 4,8 и температуре 50°C с введением соединений этиленоксида, например, полиэтиленгликоля, произведенного из *Trichoderma* и *Aspergillus* привел к снижению продолжительности процесса 50 ч. и к значительно более высокой конверсии целлюлазы 85%. Использовался предварительно нагретый паром субстрат в виде щепы тополя. Ферментативный гидролиз гемицеллюлозы, произведенной из кукурузной соломы, при температуре 35°C и кислотной pH 5 за 10,5 ч. привел к 85%-ому осахариванию сырья. Процентный выход при ферментативном процессе гидролиза предварительно обработанной в среде щелочи пшеничной соломы и также предварительно обработанной органосольвентом кукурузной соломы составили 67,95% и 74% соответственно.

Следует отметить, что крахмал или лигноцеллюлоза могут подвергаться этаногенной ферментации с применением различных достаточно эффективных микроорганизмов. Однако в случае переработки лигноцеллюлозной биомассы отсутствие совершенных микроорганизмов для полной ферментации смеси образующихся пентозогексозных сахаров в получаемом гидролизате является сложной задачей. По этой причине для создания микроорганизмов, которые могут перерабатывать оба типа сахаров с требуемым полезным выходом продукта, целесообразно применение технологий генной инженерии. Также эффективный этаногенный микроорганизм должен быть достаточно устойчивым к

образованию ингибиторов в потоке гидролизата, не изменяться при высоких концентрациях производимого этанола и быть термоустойчивым с необходимой активностью, а также обеспечивать высокий выход продукта с заданной производительностью.

Существуют две основные схемы, основанные на методе ферментативной ферментации. Первая производственная схема представляет собой отдельные процессы гидролиза и ферментации. Она характеризуется гибкостью в определенных температурных диапазонах применения фермента для предварительно обработанного лигноцеллюлозного сырья. Далее осуществляется ферментация произведенных восстанавливающих сахаров. Более поздняя схема представляет собой совместное применение процессов гидролиза и ферментации. В соответствии с концепцией этой схемы, ферментативное осахаривание предварительно подготовленного лигноцеллюлозного сырья осуществляется параллельно с этаногенным процессом ферментации. В результате происходит непрерывная переработка произведенных конечных продуктов в виде целлюлозы, глюкозы, а также ксилозы, которые являются ингибиторами при их накоплении выше критических значений. При этом улучшается ферментативная реакция и, как следствие, создаются условия для более высокого процентного выхода сахаров. Одновременно протекающие процессы сахаризация и соферментация подразумевают смешанную одновременную ферментацию пентозы и гексоз. В этом случае концентрация глюкозы находится на достаточно низком уровне, а выход ксилозы заметно усиливается. При этом прямая конверсия с помощью микроорганизмов или одновременная переработка дают возможность использовать один реактор для получения целлюлазы, а также гидролиза предварительно подготовленного сырья с ферментацией спиртового продукта. Однако продолжительный по времени процесс ферментации, недостаточно высокий выход спирта и образование большого объема побочных продуктов в виде уксусной и молочной кислот ограничивают использование рассматриваемой схемы с низкими капитальными издержками. Обычно используется наиболее оптимальный процесс, периодический или непрерывный, в соответствии с имеющимися экономическими предпосылками, а также свойствами используемых микроорганизмов и видом исходного сырья. Однако в ряде промышленных схем используется процесс с подпиткой, который позволяет использовать достоинства периодического и непрерывного процессов. Среди таких достоинств необходимо отметить обеспечение высокой концентрации жизнеспособных микроорганизмов, более длительное их использование и более высокий выход готового продукта.

Восстановление спирта из ферментационного раствора происходит методом дистилляции с максимальной эффективностью, близкой к 97...100%. На первом шаге в ректификационной колонне имеют два потока. Верхний содержит спирт до 37%, далее происходит повышение концентрации в ректификационной колонне до уровня 95%. Второй или нижний поток, богатый водой, поступает в колонну для отделения этанола, который впоследствии сливается с потоком, поступающим в ректификационную колонну.

Конечно, производимый спирт более эффективен, чем бензиновое топливо, с позиции скорости горения, воспламеняемости, получаемой теплоты испарения и более высокого октанового числа. Такие преимущества делают спирт эффективной добавкой к бензину для повышения октанового числа. Сейчас программа смешивания спирта и бензина реализуется в ряде зарубежных стран, в частности смесевое топливо в объеме 24% применяется в Бразилии.

Таким образом, лигноцеллюлозные материалы можно вполне рассматривать как сырье для производства спирта. В этом случае образующиеся побочные соединения содержащие богатые остатки лигнина, могут потенциально утилизироваться для получения, как технологического пара, так и различных видов энергии. Но главными недостатками, обусловленными использованием лигноцеллюлозной биомассы для получения этанола, являются нестабильные свойства, сезонность образования и достаточно высокие расходы на транспортировку. По сравнению с сахарными соединениями, произведенными из биомассы, содержащей непосредственно сахар и крахмал, гидролизаты, произведенные из

лигноцеллюлозы, содержат сильные ингибиторы ферментации. К этим ингибиторам можно отнести уксусную кислоту, фурфурол, гидроксиметилфурфурол, которые необходимо удалять, если их содержание слишком велико. Другим путем является создание устойчивых штаммов микроорганизмов. В настоящее время переработка лигноцеллюлозного сырья является дорогостоящей для этаногенной ферментации и составляет около 35...40% всех производственных затрат. Для повышения экономической целесообразности рассматриваемого процесса переработки биомассы в спирт необходима предварительная быстрая и достаточно глубокая переработка всех видов имеющегося лигноцеллюлозного сырья в сахара.

Библиографический список

1. Сафонов А.О., Бондарев А.Е., Манохин С.В. Исследование эффективности применения бактерий при производстве топлива для транспортной техники // Комплексные технологии в механике и транспортном строительстве: материалы III межвузовской научно-практической конференции «Комплексные технологии в механике и транспортном строительстве», посвящённой памяти профессора Г.Н. Гаврилова (26 декабря 2024 г.) / под общей редакцией Веприяка И.А. – СПб, Петергоф: ВИ (ЖДВ и ВОСО), 2024. – С. 260 – 264.
2. Сафонов А.О. Анализ применения гетерогенных кислотных катализаторов при производстве // Южно-Сибирский научный вестник. – 2024. – №3. – С. 10 – 16.
3. Сафонов А.О. Оценка использования щелочных катализаторов для производства биодизельного топлива // Южно-Сибирский научный вестник. – 2023. – №6 (52). – С. 65 – 71.
4. Сафонов А.О., Бондарев А.Е., Манохин С.В. Использование естественных ферментов при производстве биотоплива для транспорта // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2024) / Труды Всероссийской научно-практической конференции. – Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2024 – С. 257 – 260.
5. Karinim G., Entiazi M., Taler N. Ethanol processing from acid pretreated willow raw materials by simultaneous fermentation with *Fusarium*, *Schizophillum*, *Trichoderma*, *Phanerochaete*, *Humicola*, *Penicillium* microbe // Microbe Technology. – 2016. – №2 (102). – P. 540 – 551.

УДК 662.7

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТИПОРАЗМЕРНОГО РЯДА БЫСТРОВОВОЗВОДИМОЙ СЕТИ

Соловьева Татьяна Александровна, соискатель кафедры военно-технического обеспечения ФГБОУ ВО ВИА им. Карбышева, Solovyeva_998@mail.ru
Зажигин Василий Викторович, доцент кафедры военно-технического обеспечения ФГБОУ ВО ВИА им. Карбышева, zazhiginvv@mail.ru

Аннотация: В целях реализации мер по повышению мобильности систем электроснабжения в АПК была разработана математическая модель сети, с возможностью подключения к стационарной распределительной сети или к децентрализованным источникам электрической энергии. Для обеспечения эффективного энергоснабжения в полевых условиях был проведен детальный расчет и оценка ключевых характеристик распределительной сети.

Ключевые слова: распределительной сети, энергоснабжение, полевые условия.

На сегодняшний день электроснабжение в полевых условиях чаще всего осуществляется от стационарных распределительных сетей или дизельных генераторных установок. [1]

Вопросы мобильных электрических станций и сетей исследовались рядом ученых, включая Будзко И.А., Левина М.Т., Лещинскую Т.Б., Удинцева Д.Н., Саврасова Ф.В.,

Сендерова С.М., Рабчука В.И., Крупенёва Д.С., Пашкевича Р.И., Шипиленко А.С., Иодиса В.А., Павлова К.А., Лукутина Б.В., Обухова С.Г., Матюхина В.Ф., Матюхину С.В. и других. В их работах рассматриваются как традиционные дизельные установки, так и решения на основе возобновляемых источников энергии.

Анализ существующих исследований показывает, что тема подключения потребителей к стационарным и децентрализованным сетям через мобильные энергокомплексы остается недостаточно изученной.

Дальнейшее развитие электроэнергетики в направлении быстровозводимых сетей является важной задачей, поскольку это позволит:

- повысить живучесть систем электроснабжения в сложных условиях,
- улучшить транспортную доступность энергоресурсов,
- расширить зону покрытия мобильных энергосистем.

Для оценки эффективности работы распределительной сети была разработана математическая модель, учитывающая ключевые электрические параметры [2].

В ходе расчетов особое внимание уделялось:

- активному, емкостному и полному сопротивлению линии,
- активной и реактивной мощности,
- влиянию сечения кабеля, длины линии и мощности питающей подстанции.

На основе полученных данных построены аналитические диаграммы, позволяющие наглядно оценить зависимость потерь от различных факторов.

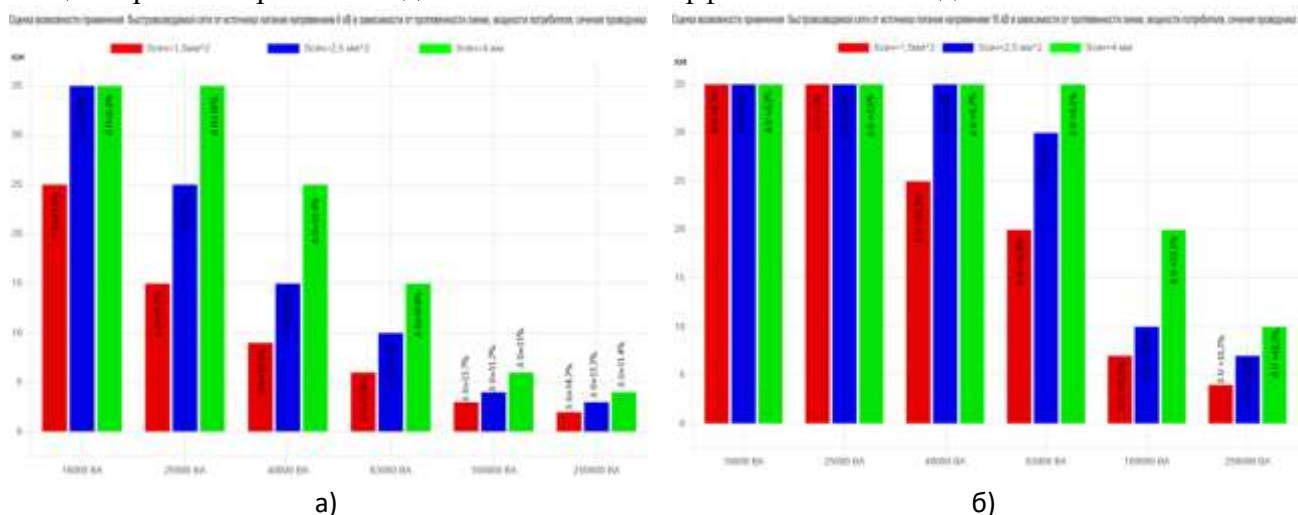
Исследование влияния сечения кабеля и мощности подстанции

Проведен детальный анализ работы сети при использовании кабелей с сечениями 1,5; 2,5 и 4 мм² и питающих подстанций мощностью 16, 25, 40, 63, 160 и 250 кВА в диапазоне напряжений 6–35/0,4 кВ.

Результаты расчетов (см. Приложение 8) позволили определить оптимальные конфигурации сети, минимизирующие потери энергии. На основании этих данных построены графики (рис. 1а, б, в, г), демонстрирующие:

- зависимость падения напряжения от длины линии,
- влияние сечения проводника на КПД сети,
- предельно допустимые нагрузки для разных типов подстанций.

Полученные выводы могут быть использованы при проектировании мобильных и стационарных энергосистем для повышения их эффективности и надежности.



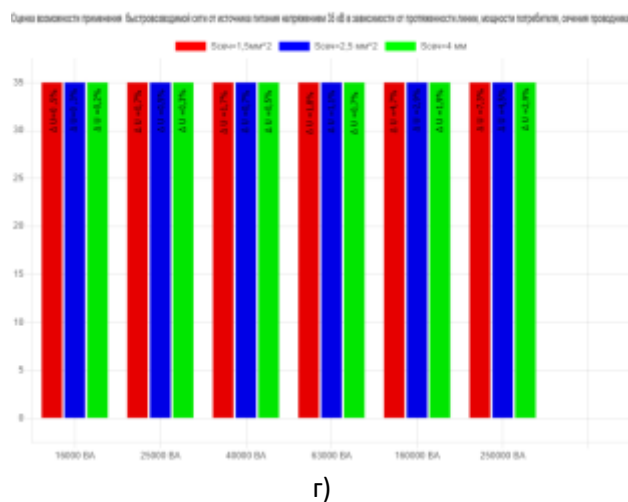
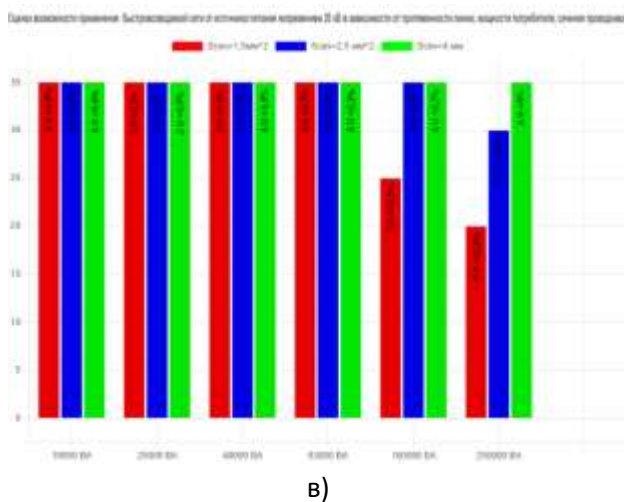


Рис 1 – График оценки возможности применения быстровозводимой сети, а) 6 кВ; б) 10 кВ; в) 20 кВ; г) 35 кВ

На рисунке 1 представлены параметры кабеля сечением 1,5, 2,5, 4 мм², а) где при мощности 16 кВА, допустимая протяженность линии до 25, 35, 35 км соответственно, при мощности 25 кВА допустимая протяженность линии до 15, 25, 35 км соответственно, при мощности 40 кВА допустимая протяженность линии до 9, 15, 25 км соответственно, при мощности 63 кВА допустимая протяженность линии до 6, 10, 15 км соответственно, при мощности 160 кВА допустимая протяженность линии до 3, 4, 6 км соответственно, при мощности 250 кВА допустимая протяженность линии до 2, 3, 4 км соответственно; б) где при мощности 16, 25 кВА, допустимая протяженность линии до 35, 35, 35 км соответственно, , при мощности 40 кВА допустимая протяженность линии до 25, 35, 35 км соответственно, при мощности 63 кВА допустимая протяженность линии до 20, 30, 35 км соответственно, при мощности 160 кВА допустимая протяженность линии до 7, 10, 20 км соответственно, при мощности 250 кВА допустимая протяженность линии до 4, 7, 10 км соответственно; в) где при мощности 16, 25, 40, 63 кВА, допустимая протяженность линии до 35, 35, 35 км соответственно, при мощности 160 кВА допустимая протяженность линии до 25, 35, 35 км соответственно, при мощности 250 кВА допустимая протяженность линии до 20, 30, 35 км соответственно; г) где при мощности 16, 25, 40, 63, 160, 250 кВА, допустимая протяженность линии до 35, 35, 35 км соответственно.

Библиографический список

1. Ананичева, С. С. Проектирование электрических сетей : учебное пособие / С. С. Ананичева, Е. Н. Котова ; Уральский федеральный университет. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017. — 168 с.
2. Гаврилов, К. Л. Стационарные и передвижные электростанции с двигателями внутреннего сгорания : учебное пособие / К. Л. Гаврилов ; ФГБОУ ДПО "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте" Минсельхоза России. — Москва : [б. и.], 2015. — 319 с.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ПРОТИВОНАКИПНОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ В ТЕПЛООБМЕННОЙ АППАРАТУРЕ

Соколов Иван Юрьевич, аспирант кафедры «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий АПК» ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет, ivanfalcone@yandex.ru

Хорошевский Андрей Геннадьевич, аспирант кафедры «Электроснабжение и электрические системы» ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет, andr.horosh@yandex.ru

Аннотация. Выполнен анализ научных исследований по применению электромагнитного поля как противонакипного средства для теплообменного оборудования. Создана экспериментальная установка и проведены эксперименты по изучению влияния электромагнитного поля на жесткость проточной воды с использованием прибора «Термит».

Ключевые слова: накипь, карбонат кальция, жесткость воды, электромагнитное поле.

Теплообменное оборудование получило широкое применение на предприятиях агропромышленного комплекса в системах горячего водоснабжения, на участках подготовки воды с использованием фильтров, мембранных и обратноосмотических установок. Одной из самых больших проблем, которая оказывает влияние на долговечность работы теплообменного оборудования, является образование накипи на стенках оборудования [1].

Лабораторные исследования показали, что накипь образуется в виде таких солей как гидрокарбонаты кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и магния $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, которые, оседая на стенках оборудования, резко снижают эффективность их работы. Для очистки оборудования от накипи и предотвращения ее образования используют различные химические и нехимические методы. При использовании химических способов борьбы с накипью применяют различные ингибиторы и рассматривают этот процесс как «умягчение» воды [2]. Однако при использовании химических способов уменьшения накипи существенно изменяются свойства воды, что в ряде производственных процессов просто недопустимо. Кроме того, необходимость введения дополнительных стадий очистки воды от образовавшихся солей также усложняет и значительно удорожает весь технологический процесс.

Среди нехимических способов борьбы с накипью и с предотвращением ее отложений большое применение в мире в настоящее время получил метод воздействия на проточную воду электромагнитным полем (ЭМП) [2,5,6]. В отличие от химических способов борьбы с накипью этот метод экологически безопасен, позволяет снизить жесткость воды, предотвратить образование накипи и уменьшить ее количество на поверхностях теплообменного оборудования [2]. Несмотря на то, что еще в 1946г. бельгийский инженер Т. Вермейрен впервые получил патент на влияние магнитного поля на образование накипи, экспериментальные исследования этого явления во всем мире начались только в 80-х годах прошлого столетия.

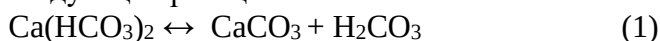
В настоящее время в мире выполнено и опубликовано уже более 4000 научных работ, в которых проведено исследование противонакипного эффекта в ЭМП, доказана его эффективность в 95 % случаев [6], разработаны и испытаны промышленные устройства для практического использования.

В России уже в самых ранних работах в 80-х годах прошлого столетия было выявлено влияние постоянного магнитного поля на «жесткость» воды и проведены первые экспериментальные исследования по изучению такого влияния. Впоследствии для снижения

образования накипи стали использовать переменное ЭМП, были проведены малочисленные экспериментальные исследования по влиянию ЭМП на жесткость воды и созданы по результатам этих исследований приборы и устройства для защиты теплообменного оборудования от накипи [2]. Так, например, известно промышленное использование прибора «Термит» предприятия «Экосервис-Технохим» для предотвращения накипи в теплообменной аппаратуре. Особенностью данного устройства является то, что в нем используется переменное по частоте и амплитуде ЭМП, которое создается несколькими антеннами-излучателями в виде намотанными на трубу проводами. Однако, опубликованные немногочисленные экспериментальные исследования по использованию этого устройства как противонакипного средства не позволяют объективно судить о его эффективности.

Так как механизм образования накипи и влияние различных технологических условий на этот процесс еще недостаточно изучены, то научные исследования в этом направлении не прекращаются и в настоящее время. Более того, за последние 20 лет количество таких исследований в мире экспоненциально возросло [6].

В настоящее время уже выработано общее понимание процесса образования накипи, которое состоит в следующем: бикарбонат кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, содержащийся в воде в растворенном виде, при нагревании переходит в нерастворимый карбонат кальция CaCO_3 и угольную кислоту H_2CO_3 согласно следующей реакции:



Будучи неустойчивой в водных растворах, угольная кислота H_2CO_3 обратимо распадается на воду и углекислый газ:



При температуре выше 80°C твердый кальцит, выпадая в осадок на поверхности нагрева (на стенки теплообменной аппаратуры), образует накипь.

Воздействие ЭМП на проточную воду принято связывать с действием силы Лоренца на заряженные частицы:

$$\vec{F} = q \cdot |\vec{v} \cdot \vec{B}|, \quad (3)$$

где q – заряд частицы, (Кл); $\vec{v}$ – скорость частицы, (м/с); $\vec{B}$ – напряженность электромагнитного поля, (Тл).

Согласно выражению (3) на ионы Ca^{2+} и HCO^- в ЭМП действует разнонаправленная сила Лоренца, которая, как полагают, препятствует протеканию реакции (2), что тем самым уменьшает отложение накипи в виде твердого кальцита $\text{CaCO}_{3(\text{тв.})}$.

Нами для проведения экспериментов была создана установка, показанная на рис.1, в которой в качестве ЭМП использовалось устройство «Термит» [2].

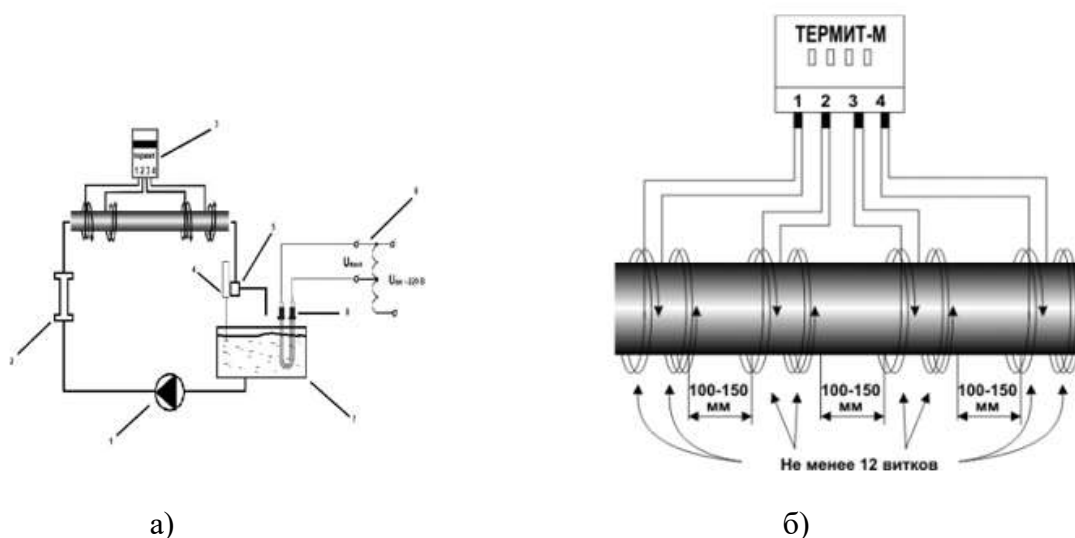


Рис. 1. Экспериментальная установка

а) – схема установки; б) – подключение устройства «Термит-М»

1 – насос; 2 – расходомер; 3- «Термит»; 4 – термометр; 5 – ячейка для сбора осадка; 6 – автотрансформатор; 7 – емкость с водой; 8 - ТЭН

Материал трубы – полипропилен. При расходе воды 20 л/мин скорость воды в трубе составляла 0,6 м/с, а температура воды в экспериментах была 80⁰С. Прибор «Термит» генерировал импульсное инверсионное ЭМП с амплитудой до 33 В и частотой в диапазоне 1-10 кГц при двух мощностях (75% и 100%). Расположение витков соленоида на трубе показано на рис.2 б).

В экспериментах использовали синтетическую воду, приготовленную из артезианской воды с содержанием бикарбоната 13,5 мг-экв/л и с pH = 7,0 – 7,2.

Для количественной оценки влияния ЭМП осадок высушивали, взвешивали на весах с пределом измерений ±0.001 г. Структуру осадка наблюдали с помощью микроскопа КОРРАСЕ 40X-1600X.

Противонакипной эффект Э (%) рассчитывали по следующему соотношению [2]:

$$\mathcal{E} = \frac{\text{Отложение накипи без ЭМП(г)} - \text{Отложение накипи с ЭМП(г)}}{\text{Отложение накипи без ЭМП(г)}} \cdot 100\% \quad (4)$$

При каждом зафиксированных условиях эксперимент проводили 5 раз и по (4) рассчитывали противонакипной эффект. При этом были использованы два значения ЭМП (12В, 2,4 кГц и 20В, 10,6 кГц) при разных режимах: без воздействия ЭМП, с воздействием ЭМП на 75%-ой выходной мощности и с воздействием на 100%-ой выходной мощности прибора «Термит».

Противонакипной эффект, вычисленный по выражению (4), при всех перечисленных выше условиях экспериментов составил 24% – 27% [2].

Изучение полученных снимков накипи показало, что структура осадка под воздействием ЭМП становится более рыхлой чем без воздействия ЭМП, что хорошо согласуется с результатами других исследований [4,5,6]. И этот факт подтверждает предположение о гомогенной кристаллизации карбонатов в объеме воды, а не гетерогенной кристаллизации на стенках оборудования с образованием накипи.

После выполненного экспериментального исследования сделано заключение о том, что под воздействием ЭМП прибора «Термит» на проточную артезианскую воду возникает определенный противонакипной эффект. Однако низкое значение полученного противонакипного эффекта в пределах 24% – 27% по сравнению с известными в литературе 60% - 70% [4], свидетельствует о необходимости дальнейших исследований в этом направлении, в том числе и с использованием специальных смесителей для турбулизации потока воды [3].

На основании выполненных экспериментальных исследований и анализа опубликованной литературы можно сделать следующие выводы:

1. Переменное ЭМП является эффективным противонакипным средством для обработки воды в теплообменной аппаратуре.
2. Целесообразны новые разработки более эффективных конструкций устройств для создания переменного ЭМП в трубах с проточной водой.
3. Необходимы дальнейшие экспериментальные исследования по поиску оптимальных технологических условий обработки проточной воды в ЭМП (параметры ЭМП, скорость воды, время обработки, температура обработки воды, размеры устройства, автоматизация контроля качества обработки и прочие).

Библиографический список.

1. Мельников, М.В. Электромагнитная обработка воды для защиты от накипи / М.В. Мельников, М.А. Корепанов, А.С. Калинин. – Текст : непосредственный // Химическая физика и мезоскопия. - 2017. - Т. 19, вып. 3. - С. 389-395.

2. Соколов, И.Ю. Исследование противонакипного эффекта под воздействием электромагнитного поля / И.Ю. Соколов, А.П. Дарманиян. – Текст : непосредственный // Агропромышленные технологии Центральной России. - 2025. - №4(35). - С. 127-133.
3. Урецкий, Е.А. Исследование эффективности перемешивания жидкостей в вихревых центробежных смесителях / Е.А. Урецкий, А.П. Дарманиян А.П., В.П. Мороз - Текст : непосредственный // Вестн. Бресткого ГТУ. - 2023. - №2 (131). - С.48-51.
4. Alimi, F. Influence of magnetic field on calcium carbonate precipitation: A Critical review // F. Alimi – Текст : электронный // Magnetochemistry. - 2024. - V.10(83). - P. 1-23. URL: https://www.researchgate.net/publication/385367455_Influence_of_Magnetic_Field_on_Calcium_Carbonate_Precipitation_A_Critical_Review (дата обращения 28.05.2025)
5. Boluda-Botella, N. Analysis of calcium carbonate scales in water distribution systems and influence of the electromagnetic treatment // N. Boluda-Botella, M. Dolores Saquete, S. Martinez-Moya et al. - Текст : электронный // Water. - 2024. - V.16(1554). – P. 1-18 URL: <https://doi.org/10.3390/w16111554> (дата обращения 28.05.2025)
6. Lu Lin. A critical review of the application of electromagnetic fields for scaling control in water systems: mechanisms, characterization, and operation // Lu Lin, Wenbin Jiang, Xuesong Xu et al. - Текст : электронный // npj Clean Water. - 2020. - V3(1). - P. 1-19. URL: <https://doi.org/10.1038/s41545-020-0071-9> (дата обращения 28.05.2025)

УДК 621.548.5

ВЕРТИКАЛЬНАЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА

Сидорова Мария Александровна, студент 3 курса института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mary.sid.31@mail.ru
Лештаев Олег Валерьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, leshtaev@rgau-msha.ru
Карлаков Дмитрий Сергеевич, ассистент кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, koomarskij@gmail.com

Аннотация: В статье рассмотрена возможность вертикального расположение башины ветроэнергетической установки.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, ветроэнергетическая установка, вертикальное ветроколесо.

В современном мире все большую роль начинают играть возобновляемые источники энергии. Чем больше развивается общество и промышленность, тем больше необходимо энергии для них. Стоимость не возобновляемых источников энергии, таких как уголь, нефть и газ, растет с каждым годом, но запас их заканчивается. Также выбросы вредных веществ при работе ТЭС, АЭС и ГЭС огромен, не говоря уже о возможных авариях на станциях, которые несут вред не только энергетике страны, но и природе и человеческим жизням.

Вследствие этого у человечества появилась нужда в альтернативной энергетике. Ее получают из энергии Солнца, воды, ветра и тепла недр земли. И потребность в получении экологически чистой (зеленой) энергии увеличивается. В Российской Федерации быстрыми темпами развивается направление ветроэнергетики.

Конструкции ветроэнергетических установок (ВЭУ) достигли сегодня большого развития (разнообразия). Чаще всего применяют лопастные машины с горизонтальным валом, но мало где используется ВЭУ с вертикально расположенным валом.

Цель исследования. Целью работы является разработка и исследование ветроэнергетической установки с вертикальной осью вращения.

Результаты исследования и выводы. Предлагаемая установка состоит из вертикально расположенного ветроколеса, соединенного с валом трехфазного генератора переменного тока, высота которого 37 см., и двух лопастей, закрепленных в верхней и нижней части вала ветроколеса. Диаметр каждой лопасти составляет которых 8 см. Установка приводиться в действие от вентилятора мощностью 80 Вт (рис. 1).



а)



б)

Рис.1 – внешний вид установки, где: а) вид сбоку; б) вид сверху

При проведении исследования измерялось линейное напряжение холостого хода генератора и один линейный ток короткого замыкания на зажимах генератора. По результатам проведенного опыта с вертикальной ВЭУ, выходные значения установки получаются следующие: частота 25 Гц, ток короткого замыкания изменяется в диапазоне от 0,27А до 0,41 А (снижение тока связано с замедлением вращения ветроколеса), напряжение холостого хода 0,97 В. Полученный результат связан с низким рабочим напряжением генератора, обусловленным особенностями его конструкции.

В целом, для использованного трёхфазного генератора оптимальной схемой подключения является применение трёхфазного повышающего трансформатора и трёхфазного диодного моста, подключаемого к вторичной обмотке трёхфазного трансформатора для обеспечения возможности заряда наиболее распространённых аккумуляторных батарей с номинальным напряжением 12 вольт.

Библиографический список

1. Ветроэнергетические установки и последние разработки в этой области / Мухутдинов И.М., Орлов А.Г., Фролов М.С.// Международный научно-исследовательский журнал. – 2013. – с. 117-118.
2. Ветроэнергетика / М.Г. Гарипов // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – с. 64-66.
3. Современные тенденции ВИЭ в мире и России / В.С. Руданец // Российский внешнеэкономический вестник. – 2023. – с. 99-107.
4. Перспективы развития ВИЭ в России / О.Н. Касаева // Актуальные вопросы экономических наук. – 2012. – с. 78-81.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЯГОВЫХ УСИЛИЙ ЛИНЕЙНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ СЕКАТОРА

Каланчук Игорь Владимирович, аспирант кафедры ЭЭ АПК, ФГБОУ ВО СтГАУ, igor.kalanchuk@gmail.com

Антонов Сергей Николаевич, доцент кафедры ЭЭ АПК, ФГБОУ ВО СтГАУ, antonov_serg@mail.ru

Аннотация: Проведено испытание опытного образца линейного электродвигателя с двумя катушками намагничивания, с определением силовых характеристик.

Ключевые слова: линейный электродвигатель, магнитная система, магнитный поток, секатор, обрезка деревьев.

В условиях стремительного развития промышленного садоводства интенсивного типа, остро встает вопрос технологического сопровождения. Особое внимание следует уделять проведению качественной детальной обрезки веток плодовых деревьев.

Существующие промышленные секаторы имеют ряд недостатков, препятствующих их массовому использованию в промышленном садоводстве. Гидравлические и пневматические секаторы имеют низкий КПД (30-40%), что делает их мало эффективными. Существующие электрифицированные секаторы отличаются высоким энергопотреблением и низкой надёжностью конструкции. Это связано с использованием приводов на основе машин постоянного тока, что также требует включения в конструкцию преобразующих устройств.

Проведя анализ существующих электроинструментов, с учетом преимуществ и недостатков, считаем, что наиболее перспективным является применение линейного электродвигателя (ЛЭД) [1-3].

Конструктивно ЛЭД состоит из двух катушек намагничивания: первая – пусковая, а вторая – рабочая [4]. Наличие двух катушек связано с увеличенной длиной хода якоря (до 20мм). Классические ЛЭД имеют эффективную длину хода до 10мм. Это связано с низкими пусковыми усилиями якоря. Предлагаемая конструкция позволяет при пуске использовать первую (пусковую) катушку, а после перемещения якоря на 10мм включать вторую (рабочую) катушку.

Для исследования тяговых характеристик был изготовлен опытный образец ЛЭД и разработан испытательный стенд (рис.1). Стенд состоит из: линейного электродвигателя 1, якоря ЛЭД 2, соединительных реек 3, датчика динамометра 4 с дисплеем 5 и подвижной платформы 6. Испытательный стенд работает по следующему принципу: при подаче напряжения в 20В на обмотки катушки намагничивания, создается сила тяги якоря, в это же время подвижная платформа с закрепленным на ней датчиком динамометра перемещается и фиксирует тяговые усилия на протяжении длины хода якоря. Исследование проводится отдельно для каждой из катушек намагничивания.

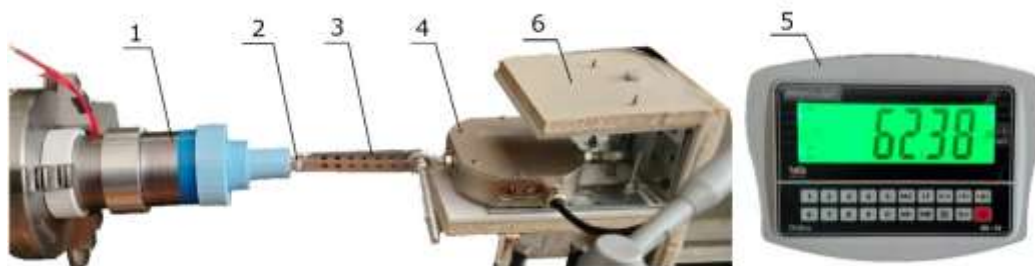


Рис. 1 Испытательный стенд ЛЭД

При подаче напряжения на первую катушку намагничивания, создается начальное тяговое усилие, которое достигает максимального значения при минимальном перекрытии немагнитных вставок магнитопровода и якоря ЛЭД. Далее конструкция приходит в состояние магнитного баланса и развиваемые усилия снижаются до нуля. Перемещение, совершенное якорем в процессе работы первой катушки намагничивания, позволяет второй катушке развить достаточное усилие для последующего перемещения якоря ЛЭД [5]. Результаты измерений тяговых усилий для первой катушки намагничивания и данные при ее расчете в программном комплексе ElCut представлены в таблице 1.

Таблица 1

Усилия развиваемые первой катушкой намагничивания, Н

	длина хода якоря, мм									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
ElCut	17,88	19,94	21,28	23,65	11,24	5,13	4,49	1,81	2,93	2,66
эксперимент	14,35	17,60	20,35	23,55	19,80	8,65	3,00	2,05	1,85	0,55

Вначале работы второй катушки намагничивания, развиваемое усилие близко к нулю из-за значительного воздушного зазора между подвижным магнитопроводом якоря и катушкой намагничивания. При перемещении якоря, воздушный зазор сокращается, что приводит к кратному возрастанию развиваемого усилия. Сравнения результатов компьютерного моделирования и проведенного эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 2

Усилия развиваемые второй катушкой намагничивания, Н

	длина хода якоря, мм									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
ElCut	3,32	4,85	6,75	8,75	13,42	17,04	26,35	38,95	62,03	129,41
эксперимент	3,49	6,47	9,46	11,25	13,38	16,65	23,55	33,88	63,10	128,68

Проведя анализ полученных данных, следует отметить необходимость использования пусковой катушки намагничивания. Усилия, развиваемого рабочей катушкой намагничивания в момент пуска (3,49Н), недостаточно для перемещения якоря, однако оно возрастает практически в четыре раза при его перемещении на 10мм. При этом усилие, создаваемое пусковой катушкой при перемещении на 10мм снижается до 19,8Н. Поэтому, начиная с положения якоря в 14мм ее целесообразно отключить от источника питания.

На основании приведенных расчетов и измерений, максимальное тяговое усилие, развиваемое ЛЭД при напряжении 20В, составляет 128,68Н.

Библиографический список

1. Каргин, В. А. Повышение эффективности технических средств для процессов и технологий АПК использованием машин с линейным электромагнитным приводом : специальность 05.20.02 "Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Каргин Виталий Александрович, 2020. – 375 с.
2. Линейные электромагнитные двигатели и приводы в импульсных процессах и технологиях / К. М. Усанов, В. И. Мошкин, В. А. Каргин, А. В. Волгин. – Курган : Курганский государственный университет, 2015. – 202 с. – ISBN 978-5-4217-0313-6.
3. Нейман, Л. А. Линейные синхронные электромагнитные машины для низкочастотных ударных технологий : специальность 05.09.01 "Электромеханика и электрические аппараты" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Нейман Людмила Андреевна, 2018. – 400 с.
4. Патент № 2835904 С1 Российская Федерация, МПК H02K 33/02. Линейный электродвигатель : заявл. 02.08.2024 : опубл. 05.03.2025 / Г. В. Никитенко, С. Н. Антонов, И.

В. Каланчук ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ставропольский государственный аграрный университет".

5. Линейный электродвигатель для секатора / Г. В. Никитенко, С. Н. Антонов, И. В. Каланчук, Г. В. Атанов // Сельский механизатор. – 2019. – № 4. – С. 36-37.

УДК 621.313.282; 634.1-13

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ДВИГАТЕЛЯ РУЧНОЙ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОЙ ПИЛЫ

Каитов Магомед Расулович, аспирант кафедры Электрооборудование и энергообеспечение АПК ФГБОУ ВО СтГАУ, mada.kaitov@yandex.ru

Антонов Сергей Николаевич, доцент кафедры Электрооборудование и энергообеспечение АПК ФГБОУ ВО СтГАУ, antonov_serg@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрена возможность использования линейного электромагнитного двигателя (ЛЭМД) для конструкции садовой пилы сабельного типа для пропила сучьев и веток в промышленном садоводстве. Приведены результаты компьютерного моделирования магнитной системы ЛЭМД в программном комплексе ELCUT с целью определения развиваемых тяговых усилий якоря в зависимости от различных параметров конструкции.

Ключевые слова: линейный электродвигатель, магнитная система, садовый электроинструмент, ручная пила, промышленное садоводство, детальная обрезка.

В агропромышленном секторе на сегодняшний день разрабатываются новые и активно реализуются уже действующие программы по развитию сельского хозяйства, в частности действуют различные субсидии для закладки и развития собственных подсобных хозяйств, закладки промышленных садов интенсивного и суперинтенсивного типов. В ногу с развитием садоводства должна развиваться и техническая составляющая, представленная средствами, технологиями и устройствами для ухода за садом. Одним из важных факторов при уходе за садом является детальная обрезка веток, от качества которой во многом зависит урожайность.

Обзор существующих пил по обрезке веток, позволил сгруппировать их в два блока: по типу привода и типу режущего полотна.

По типу привода представлены: ручной, гидравлический, пневматический и электропривод. По типу режущего полотна можно выделить: дисковые, цепные и сабельные пилы.

Для детальной обрезки в основном используются пилы сабельного типа ввиду их маневренности и удобства, помимо этого их использование позволяет достичь чистый и гладкий срез без задиров и повреждений самих веток.

В рамках промышленного садоводства широкое применение получили пилы на основе электропривода ввиду его эффективности в сравнении с гидравлическим и пневматическим приводами, которые имеют ряд недостатков: низкая эксплуатационная надёжность, необходимость наличия насоса или компрессора для нагнетания рабочей жидкости или сжатого воздуха к исполнительному механизму, так же низкий КПД системы обрезки: у пневмопривода (7-16%) у гидропривода (30-40%).

Одним из важных преимуществ электропривода является возможность разрабатывать автономно работающие устройства для обрезки, что существенно упрощает процесс самой обрезки, так как не возникает необходимости в громоздких агрегатах для питания электродвигателя (вал отбора мощности) или необходимости наличия компрессорных

установок как в случае с гидравлическим приводом [1–4].

На сегодняшний день в сельском хозяйстве всё больше популярность набирает использование линейного электродвигателя для приводов с возвратно-поступательным движением [5–7]. Особый интерес вызывает возможность использования линейного электромагнитного двигателя (ЛЭМД) в конструкции садовой пилы сабельного типа, так как его использование позволяет осуществить прямое соединение электродвигателя и рабочего органа без преобразовательных звеньев в системе привода. Это является наиболее высокотехнологичным решением, за счет чего достигается снижение общей массы инструмента и уменьшение его габаритных показателей.

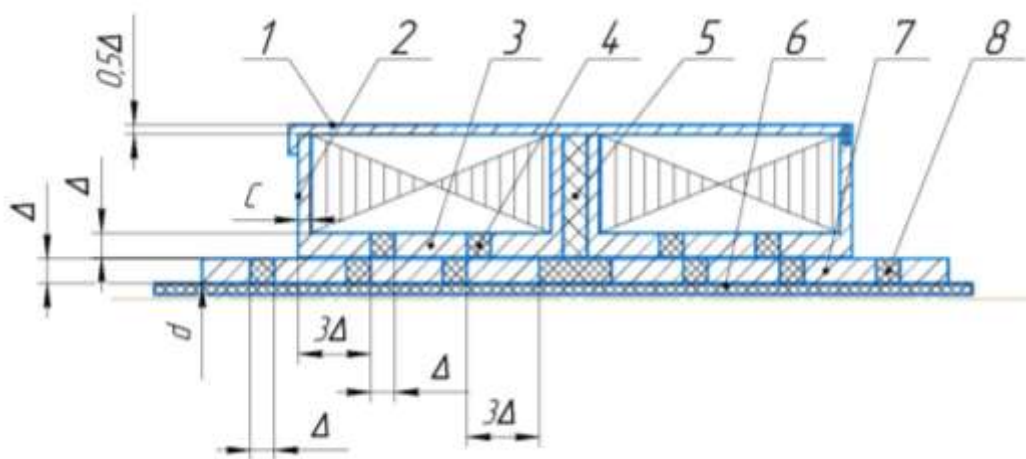


Рис. 1 - Предлагаемая конструкция ЛЭМД с двумя намагничивающими катушками, где δ – относительный размер элементов магнитной системы, C – толщина полюса

На рисунке 1 представлена конструкция ЛЭМД с основными параметрами и размерами.

Линейный электродвигатель работает следующим образом: при подаче напряжения на первую намагничивающую катушку, якорь делает шаг, равный длине немагнитного элемента, тем самым подготавливая условия в геометрии магнитных и немагнитных элементов статора и якоря для отработки шага в обратном направлении при включении второй намагничивающей катушки.

На слайде представлена конструкция с двумя немагнитными элементами в магнитной секции. Длина хода якоря определяется осевым размером немагнитного элемента статора - Δ . Толщина магнитного полюса намагничивающей катушки – C .

Радиальный размер всех магнитных и немагнитных элементов постоянен и равен Δ , радиальный размер корпуса – $0,5\Delta$. Данные параметры изменялись, в зависимости от вариантов расчета.

Для магнитной системы линейного электродвигателя было проведено компьютерное моделирование с целью определения развиваемых усилий по всей длине хода якоря с шагом 1 мм, при различных соотношениях осевых размеров магнитных и немагнитных элементов (3 к 1 и 5 к 1), а также с изменением конфигурации секций магнитной системы (с одним и двумя немагнитными элементами), и толщины полюса намагничивающей катушки. Толщина полюса изменялась в пределах от $0,5C$ до $1,5C$. Характер работы пилы соответствует повторно-кратковременному режиму работы электродвигателя (S3), характеризующегося непрерывным чередованием периодов работы под нагрузкой и холостую. Плотность тока задана для повторно-кратковременного режима $J = 8 \text{ А/мм}^2$.

Таблица 1

Развиваемое усилие якоря в зависимости от толщины полюса намагничивающей катушки при конфигурации с одним и двумя немагнитными элементами в статоре с соотношением относительных длин 3 к 1 и 5 к 1

Шаг якоря, мм	3/1 1-н.э. 0,5С	3/1 1-н.э. 1С	3/1 1-н.э. 1,5С	3/1 2-н.э. 0,5С	3/1 2-н.э. 1С	3/1 2-н.э. 1,5С	5/1 1-н.э. 0,5С	5/1 1-н.э. 1С	5/1 1-н.э. 1,5С	5/1 2-н.э. 0,5С	5/1 2-н.э. 1С	5/1 2-н.э. 1,5С
0	66,257	74,456	53,914	127,4	155,35	155,71	94,302	103,4	105,24	195,53	206,33	207,58
1	91,078	103,71	86,785	184,74	215,25	216,59	122,41	128,99	130,45	249,57	262,17	265,08
2	129,13	141,54	129,68	264,92	297,01	294,24	156,82	166,24	168,01	328,7	342,66	344,08
3	76,285	82,586	78,654	162	177,98	177,24	92,282	93,496	94,339	193,6	196,25	197,43
4	43,883	46,259	45,564	92,925	99,711	99,858	53,242	47,353	50,518	112,85	106,89	109,63
5	23,044	23,966	23,588	48,95	51,468	50,99	28,335	22,848	23,782	60,701	55,088	55,974
6	9,7712	9,5915	9,6939	19,785	19,188	18,644	12,422	6,2281	6,8628	28,491	22,536	22,811
7	0,93712	0,6309	0,14295	0,55617	3,5358	3,6107	3,5402	2,8435	2,7249	10,053	3,6669	4,6588

Анализируя полученные данные, можем прийти к выводу, что наибольшее значение развиваемой электромагнитной силы приходится на конструкцию с двумя немагнитными элементами, соотношением 5 к 1 и толщиной полюса 1,5С (344,08 Н), однако, развиваемые усилия не сильно отличаются от конструкции при той же конфигурации и соотношении осевых размеров, но при толщине полюса 1С (342,66 Н). Это даёт возможность при проектировании конструкции избежать излишней металлоёмкости, при этом получив наибольшее значение силы тяги якоря.

Библиографический список

1. Каитов М.Р., Антонов С.Н. Моделирование магнитной системы линейного электродвигателя ручной электрифицированной пилы для пропила сучьев и веток в промышленном садоводстве / Молодая наука аграрного Дона: традиции, опыт, инновации. - 2023. - № 7. - С. 26-33.
2. Никитенко Г.В., Антонов С.Н., Каитов М.Р. Садовая электрифицированная пила с линейным электродвигателем / Сельских механизатор – 2024. — № 12. – С. 31–31.
3. Каитов М.Р., Антонов С.Н. Влияние конструкции магнитной системы линейного электродвигателя садовой пилы на тяговое усилие якоря / Активная честолубивая интеллектуальная молодёжь сельскому хозяйству. - 2024. - № 1(16). - С. 53-58.
4. Никитенко Г. В., Антонов С. Н. Электрифицированная ножовка на основе линейного электродвигателя для использования в садоводстве // Вестник аграрной науки Дона. 2021. № 3 (55). С. 69–75.
5. Макаричев Ю. А., Ратцев Я. А., Линейный двигатель постоянного тока системы стабилизации прецизионных объектов // Вестник СГТУ. 2022. Т. 30. № 2. С. 73–83.
6. Каргин В. А. Повышение эффективности технических средств для процессов и технологий АПК использованием машин с линейным электромагнитным приводом: дисс. док. техн. наук. Саратов, 2020. 375 с.

7. Нейман Л. А. Линейные синхронные электромагнитные машины для низкочастотных ударных технологий: дисс. док. техн. наук. Новосибирск, 2018. 400 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНЫХ ТЯГОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Мазинова Линара Энверовна, аспирант кафедры электрооборудования и энергообеспечения АПК ФБГОУ ВО СмГАУ, mazinowal@mail.ru

Антонов Сергей Николаевич, к.т.н., доцент кафедры электрооборудования и энергообеспечения АПК ФБГОУ ВО СмГАУ, antonov_serg@mail.ru

Морин Вячеслав Владимирович, ведущий специалист ПАО «Сбербанк России», moris.vyacheslav@yandex.ru

Аннотация. В работе представлено компьютерное моделирование магнитной системы линейного электродвигателя, направленное на исследование влияния угла скоса полюса статора на силовые характеристики якоря линейного электродвигателя. Представлены результаты расчета тяговых характеристик ЛЭД, где тяговая сила якоря в конечном положении равна 566.55 Н.

Ключевые слова: линейный электродвигатель, оптимизация конструкции, тяговое усилие, магнитная система, компьютерное моделирование.

В условиях импортозамещения особую значимость приобретает разработка перспективных средств механизации для уборки плодовой продукции. Научно-технические исследования сосредоточены на создании адаптивных вибрационных плодосборников с регулируемыми режимами колебательного воздействия. Ключевыми направлениями совершенствования являются: оптимизация энергопотребления ($KПД \geq 0.85$), минимизация механических повреждений биологических объектов ($\Delta d \leq 2$ мм) и антропометрическая адаптация рабочих органов. Разрабатываемое устройство для сбора плодов и ягод учитывает агроклиматические особенности регионов РФ (температурный диапазон $+5...+45^\circ\text{C}$) и морфологические параметры плодовых культур. Внедрение таких систем позволит увеличить производительность сбора на 30–40% при сохранении товарных качеств продукции (потери $\leq 5\%$). В ранее опубликованных работах [1,2] приведены результаты исследования конструктивных параметров статора ЛЭД для устройства сбора плодов. С целью получения оптимальных конструктивных параметров магнитной системы, расширим количество исследуемых факторов.

Повышение тяговых характеристик линейного электродвигателя (ЛЭД) возможна при проведении параметрической оптимизации геометрии активных элементов (статора и якоря), направленная на концентрацию магнитного потока в рабочих зазорах. Исследование выполнено в программной среде ElCut Professional посредством решения двумерной магнитостатической задачи в плоской постановке. В качестве ключевого анализирующего параметра взяли силу тяги якоря, которая в программном комплексе принята как пондеромоторная сила.

В целом алгоритм расчета можно представить в виде:

1. Создание геометрической модели;
2. Задание материалов и его свойств;
3. Задание граничных условий;
4. Построение сетки конечных элементов;
5. Решение задачи;
6. Анализ результатов.

По полученным результатам моделирования магнитной системы можно оценить эффективность перераспределения магнитного потока.

Одним из параметров для определения рациональной конструкции является изменение сочетания линейных размеров магнитных и немагнитных вставок якоря, которые были рассчитаны в предыдущих работах. На данном этапе проведем анализ влияния угла скоса полюса статора на тяговое усилие якоря.

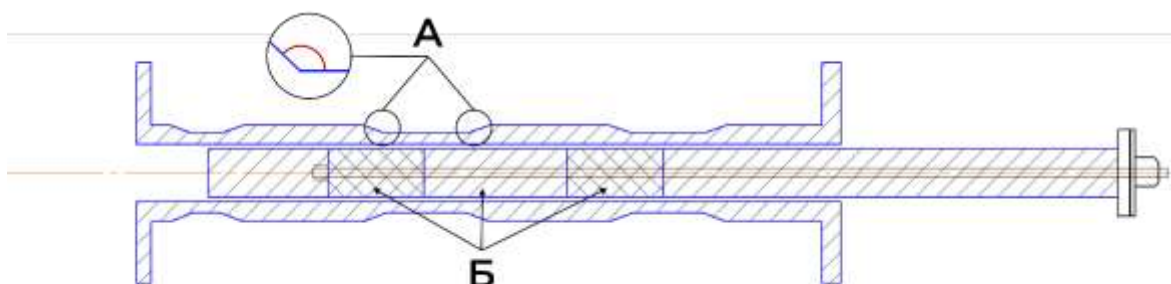


Рис. 1 — Параметры компьютерного моделирования:

А) угол скоса полюсов статора; Б) сочетание магнитных и немагнитных вставок якоря

Моделирование магнитной системы в среде ElCut Professional основано на численном решении краевой задачи магнитостатики методом конечных элементов, где скалярный магнитный потенциал определяется в дискретных узлах расчетной сетки. В исследовании проведен сравнительный анализ шестнадцати вариантов конструктивного исполнения ЛЭД для устройства сбора плодов и ягод.

По результатам компьютерного моделирования магнитной системы получены зависимости влияния этих параметров на значение силы тяги якоря (таблица 1).

Таблица 1

Сила тяги якоря при изменении сочетаний магнитных и немагнитных вставок якоря и сочетание угла скоса, (Н)

Угол скоса полюсов статора		1		2		3		4	
		30°		45°		60°		90°	
Сочетание магнитных и немагнитных вставок		min	max	min	max	min	max	min	max
1	20 – 28 – 20	210.81	560.53	203.2	560.33	197.98	548.1	188.88	515,58
2	25 – 23 – 20	166.9	450.8	192.67	472.07	164.95	475.09	159.32	453.4
3	20 – 23 – 25	211.47	566.55	204.27	559.29	199.33	532.94	191.61	473.98
4	25 – 18 – 25	166.54	454.26	167.19	471.36	165.16	460.75	160.36	418.77

Анализируя полученные результаты выбрана оптимальная конструкция, где тяговая сила в начальный момент равна 211.47 Н, а в максимальное усилие якорь развивает до 566.55 Н. Для этой конструкции приведем зависимость изменения тяги якоря при перемещении с начального в конечное положение. Результаты в таблице 2.

Таблица 2

Зависимость изменения силы тяги якоря в сочетании магнитных и немагнитных вставок якоря и сочетание угла скоса статора

Шаг	Начальный	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

якоря, мм	момент										
F, Н	211.47	245	285	331	376	425	450	497	550	551	566.55

В итоге по результатам проведённого анализа определили оптимальную конструкцию ЛЭД, которая имеет следующие параметры: в якоре сочетание линейных размеров (мм) магнитных и немагнитных вставок – 20-23-25; в статоре сочетание сужения и нормальной толщины – 1-4 и угол скоса полюсов – 30°. Из полученных результатов можно сказать, что при данных конструктивных параметрах возможно увеличение тяговых характеристик ЛЭД для повышения усилия якоря на 27-32% по сравнению с исходной конструкцией магнитной системы.

Библиографический список

1. Мазинова Л.Э. Математическое моделирование магнитной системы линейного электродвигателя устройства для сбора плодов и ягод на основе линейного электропривода / Л.Э. Мазинова, С.Н. Антонов. – Современные исследования как ответ на вызовы нового времени, 2023. – с. 121–125.
2. Мазинова Л.Э. Оптимизация конструкции линейного электродвигателя для устройства сбора плодов и ягод / Л.Э. Мазинова, С.Н. Антонов. – Молодая наука аграрного дона: традиции, опыт, инновации, №7. 2023. – с. 34–38.

УДК 634.1

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ВОССТАНОВЛЕНИЮ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРООСАЖДЁННЫХ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ПОКРЫТИЙ

Худенцов Артем Евгеньевич, аспирант кафедры электроэнергетики и электротехники ФГБОУ ВО Курский ГАУ имени И. И. Иванова, khudentsoff@yandex.ru
Серникова Ольга Сергеевна, аспирант кафедры электроэнергетики и электротехники ФГБОУ ВО Курский ГАУ имени И. И. Иванова, olga.sernikova@mail.ru

Аннотация: В данной работе проведен анализ технологий восстановления деталей различной техники, путем электроосаждения покрытий на основе железа, а также предложены возможные способы усовершенствования процесса электроосаждения.

Ключевые слова: электроосаждение, восстановление, упрочнение, электролит, прочность.

Электроосаждённые покрытия на основе железа и его сплавов представляют собой весьма перспективное направление в восстановлении и упрочнении изношенных деталей машин и сельскохозяйственной техники, особенно в условиях ремонтного производства, где важны технологическая гибкость, прочность сцепления и износостойкость. Эффективность восстановления, в свою очередь, напрямую зависит от правильно подобранного состава электролита, режимов электроосаждения, подготовительных операций и свойств подложки.

Особое значение имеет и прочность сцепления покрытия с основой восстанавливаемой детали, так как именно она определяет возможность применения того или иного состава в практических условиях эксплуатации. Ключевыми факторами, влияющими на прочность сцепления, являются предварительная подготовка поверхности, в том числе анодная обработка и декапирование, свойства основного материала детали, содержание водорода в осадке, режимы начального осаждения и структура первых слоёв покрытия [4]. Повышенное содержание водорода приводит к росту внутренних напряжений

и дефектности покрытия, что ослабляет адгезию, в то время как анодное декапирование при плотности тока 100–150 А/дм² с последующим плавным переходом в режим осаждения при 3–5 А/дм² позволяет добиться значительного улучшения сцепления с легированными сталями, включая Ст45, 20Х и 12ХНЗА, и достичь уровня прочности до 250 мН/м², достаточного для всех видов механической обработки [4].

Также существенное влияние на сцепление оказывает и анодная плотность тока в процессе подготовки: исследования показали, что оптимальной является плотность 70–80 А/дм² в течение 70–80 секунд, при этом наблюдается лучшее травление поверхности серого чугуна СЧ 21–40 и формирование активной поверхности без анодного шлама [2]. При меньшей плотности токов (40–50 А/дм²) возрастает вероятность остаточного шлама и сниженной адгезии, а увеличение времени анодной обработки сверх 90 секунд приводит к чрезмерному разрыхлению и нарушению равномерности структуры [2].

Физико-механические свойства покрытия зависят также от состава и режима осаждения. В случае железо-фосфорных покрытий, формируемых из хлоридных растворов с добавлением гипофосфита натрия, наблюдается ярко выраженное влияние концентрации легирующего компонента на микротвёрдость: при увеличении содержания NaH_2PO_2 до 5 кг/м³ твёрдость возрастает до 7900 МПа, при дальнейшем росте концентрации твёрдость снижается до 6770 МПа, что указывает на наличие оптимума по фосфору [3]. Увеличение концентрации хлорида железа от 300 до 600 кг/м³ сопровождается снижением твёрдости с 8590 до 7330 МПа, что связано с изменением кинетики роста зерна и плотности осадка [3].

Кроме того, исследовано влияние показателя асимметрии и кислотности раствора: увеличение β от 2,5 до 6,5 повышает микротвёрдость до 8050 МПа, а повышение pH от 0,2 до 0,85 вызывает её снижение, что объясняется уменьшением перенапряжения на катоде и образованием более рыхлой структуры [3]. Подбор режима тока особенно важен при осаждении бинарных покрытий, таких как Fe-Мо, где использование асимметричного тока с $\beta = 6$ обеспечивает снижение дендритообразования и формирование равномерных слоёв с прочным сцеплением [5]. Электролит для железомолибденовых покрытий создаётся на основе хлоридного раствора с добавлением молибдата аммония (до 4 кг/м³) и лимонной кислоты (8–9 кг/м³), при температуре 293 К и pH = 1. Наилучшие свойства покрытия получаются при содержании молибдена в осадке не более 3%, при этом достигается высокая износостойкость и стабильность процесса [5]. Попытки превышения концентрации молибдена ведут к нестабильности состава и ухудшению сцепления, что делает процесс непригодным для производственных условий.

Регрессионный анализ, выполненный на основе ротatableного плана второго порядка, показал, что наибольшее влияние на прочность сцепления оказывает именно анодная плотность тока, тогда как концентрация компонентов электролита и продолжительность анодной обработки оказывают сравнительно меньшее воздействие. Для железных КЭП прочность сцепления при оптимальных условиях достигает 18,3 кг/мм², что обеспечивает их надёжную эксплуатацию [2]. При этом был использован электролит на основе FeCl_2 с добавкой $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и ПВХС-7058, плотность тока варьировалась от 2,0 до 25 А/дм², с градиентом нарастания тока 0,8–1,0 А/дм² в минуту и температурой раствора 293–298 К, что позволило формировать качественные покрытия толщиной до 0,5 мм [2].

Проведя подробный анализ по этим исследованиям, можно сделать некоторые предложения. Таковым будет являться следующее предложение, основанное на создании многоуровневой технологии восстановления деталей, которая будет основана на следующих факторах:

- использование баз данных, заранее подготовленных под определенный восстанавливаемый материал по типу самого материала и условиям работы детали;
- использование программируемого тока, который будет изменяться в зависимости от характеристик подложки, например, на основе обратной связи по текущей плотности или напряжению на катоде.

Таким образом, обобщение экспериментальных данных и применение комплексного подхода к выбору состава электролита, подготовке поверхности и режимам осаждения позволяет создавать высокопрочные и износостойкие покрытия на основе железа, применимые для восстановления изношенных деталей автотракторной и сельскохозяйственной техники.

Библиографический список

1. Ишков, И. О. Способы восстановления изношенных деталей / И. О. Ишков, Н. В. Коняев, Б. С. Блинков // Будущее науки -2022 : Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 21–22 апреля 2022 года. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 467-469. – EDN GCTLYO.
2. Серебровский, В. И. Влияние подготовки поверхности на прочность сцепления электроосажденных покрытий / В. И. Серебровский, О. С. Серникова, В. А. Кончин // Современные материалы, техника и технологии. – 2023. – № 1(46). – С. 79-85. – EDN VNSWWW.
3. Серебровский, В. В. Влияние параметров электролиза на микротвердость электроосажденных бинарных покрытий на основе железа / В. В. Серебровский, В. И. Серебровский, О. С. Серникова // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции, Курск, 27 марта 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 322-326. – EDN XUGRJC.
4. Калущий, Е. С. Исследование прочности сцепления при восстановлении деталей машин электроосажденными покрытиями на основе железа / Е. С. Калущий, В. А. Кончин, Д. Н. Шатохина // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 03–04 декабря 2020 года. Том Часть 4. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2020. – С. 43-46. – EDN TAGGZK.
5. Серебровский, В. И. Восстановление и упрочнение деталей машин электроосажденными железомолибденовыми покрытиями / В. И. Серебровский, Ю. П. Гнездилова, О. С. Серникова // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции, Курск, 27 марта 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 330-333. – EDN FJTQOI.

УДК 621.313.333

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ С КЛАССИЧЕСКИМИ И СОВМЕЩЁННЫМИ ОБМОТКАМИ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

Бычков Сергей Александрович, аспирант кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, sergeibychkov1997@yandex.ru

Судник Юрий Александрович, доктор технических наук, профессор кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, sudnikya@mail.ru

Сухов Сергей Алексеевич, аспирант кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, sukhoffserega@yandex.ru

Аннотация: В статье представлен сравнительный экспериментальный анализ тепловых и электрических характеристик асинхронных двигателей, работающих в условиях циклической (повторно-повторяющейся) нагрузки, с классическими обмотками и с совмещёнными обмотками. Измерения включали регистрацию токов, напряжений,

потребляемой мощности, коэффициента мощности, а также косвенное определение температуры обмоток посредством измерения изменения их сопротивления. Дополнительно была изучена динамика нагрева двигателей в течение нескольких последовательных циклов нагрузки.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, совмещённые обмотки, циклическая нагрузка, режим S3, тепловой режим, энергоэффективность, экспериментальное исследование, агропромышленный комплекс.

Асинхронные электродвигатели широко применяются в промышленности и сельском хозяйстве благодаря своей надежности и простоте. Однако при работе в циклическом (повторно-кратковременном) режиме (S3) они подвергаются чередующимся тепловым и механическим перегрузкам, что ускоряет износ двигателей и может приводить к их преждевременному выходу из строя [1,2]. В частности, частые пуски и остановки асинхронных двигателей вызывают накопление тепла в обмотках и связанное с этим ускоренное тепловое старение изоляции. Эти факторы существенно снижают их ресурс, если не принимать специальных мер защиты. При повторных пусках охлаждение обмоток нередко не успевает компенсировать накопленное тепло, что вызывает постепенное деградирование изоляции [3,4]. Одновременно с этим, электромеханические напряжения из-за инерционных нагрузок могут приводить к износу подшипников и другим механическим повреждениям.

Применение совмещённых обмоток – одно из перспективных направлений, предназначенное для снижения нагрева и повышения энергоэффективности асинхронного двигателя. Под совмещёнными обмотками понимается специальная схема соединения или конфигурация обмоток статора, обеспечивающие равномерное распределение токов и уменьшение электрического сопротивления пути тока. Применение совмещённых обмоток способствует снижению амплитуды пусковых токов и уменьшению активных потерь, улучшая тепловой режим двигателя. Однако такое решение требует экспериментальной проверки в условиях реальных нагрузочных циклов.

В связи с изложенным, актуальной задачей является экспериментальное сравнение работы асинхронного двигателя со стандартной (классической) схемой обмоток и двигателя с модифицированной конструкцией (совмещёнными обмотками) в режиме повторно-кратковременной нагрузки. Такой сравнительный анализ позволит количественно оценить влияние совмещённых обмоток на тепловые и энергетические показатели двигателя, и сделать выводы о целесообразности их применения для повышения надежности электроприводов в условиях циклических нагрузок.

Цель исследования – экспериментально оценить влияние конструкции обмоток статора на тепловые и электрические характеристики асинхронного двигателя при работе в повторно-кратковременном режиме.

Для реализации поставленных задач был проведен эксперимент на специализированном испытательном стенде. В качестве объектов контроля использованы серийный трехфазный асинхронный двигатель серии АД (мощностью 1,5 кВт, 1500 об/мин, габарит 90L, число пар полюсов $2p=6$) с классической схемой соединения обмоток (далее – «стандартный двигатель») и его модифицированный аналог с совмещёнными обмотками (далее – «модернизированный двигатель»). Оба двигателя подключались к идентичной нагрузочной машине, обеспечивающей требуемый цикл нагрузки.

Испытания были проведены в режиме S3 с продолжительностью цикла 16 минут (рабочий интервал 6 минут при нагрузке, и пауза 10 минут). Такой режим выбран как репрезентативный, поскольку отражает условия эксплуатации электрических машин в сельском хозяйстве (например, периодическая работа вакуумных насосов, компрессоров, доильных установок и др.), где чередование рабочих и холостых промежутков является обычной практикой. В течение рабочего интервала двигатель был нагружен в последовательности: первые 2 минут – 60%, следующие 2 минуты – 80% и последние 2 минут

- 60% от номинальной мощности, что соответствует типичной частичной загрузке оборудования на ферме. Циклический характер нагрузки позволяет оценивать не только установившиеся тепловые состояния, но и динамику нагрева и охлаждения между циклами.

В ходе эксперимента зафиксировано заметное различие в нагреве стандартного и модернизированного двигателей. На рис. 1 приведена динамика изменения температуры корпуса двигателя в течение рабочего интервала (6 минут) при номинальном напряжении 380 В. Видно, что у стандартного двигателя в конце четвёртого цикла температура достигает порядка 39°C, тогда как двигатель с совмещёнными обмотками нагревается лишь до 31°C. Во всех случаях кривая температуры модернизированного двигателя лежит значительно ниже кривой стандартного. Разница в конечной температуре обмоток составляет 8–10 °С в пользу двигателя с совмещёнными обмотками. Кроме того, для стандартного двигателя наблюдается тенденция к постепенному нарастанию максимальной температуры от цикла к циклу (эффект накопления тепла при повторных пусках) [4,5], в то время как модернизированный образец демонстрирует более стабильный тепловой режим при последовательных включениях. Это указывает на меньшее тепловыделение в модернизированном двигателе при циклической работе.

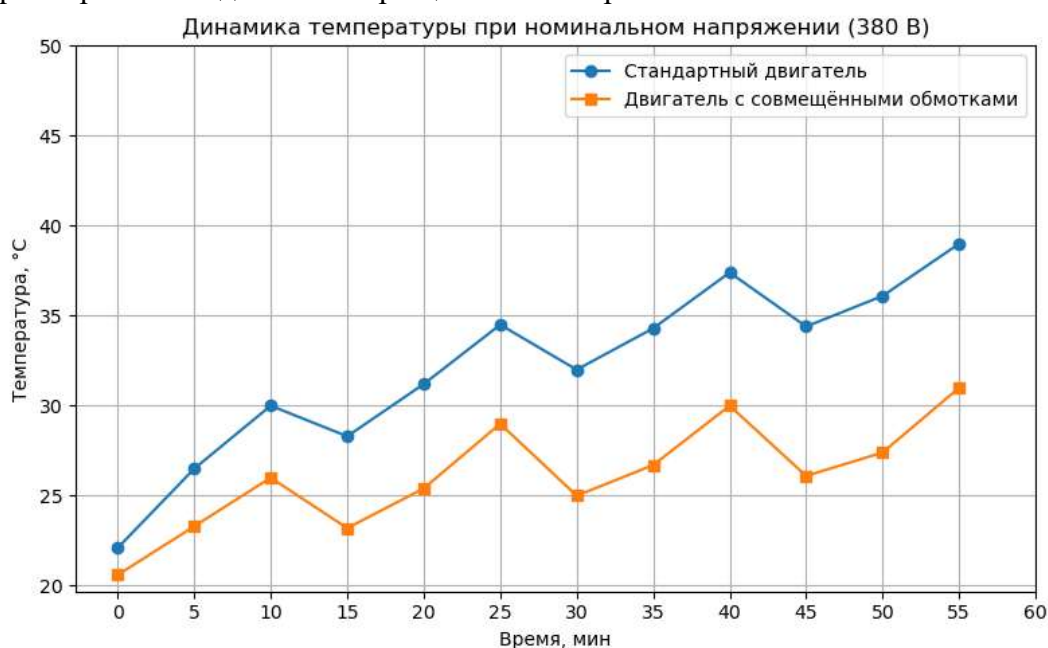


Рис. 1.

Динамика изменения температуры корпуса двигателей при номинальном напряжении (380 В).

В ходе испытаний выявлено, что характер влияния совмещённых обмоток сохраняется при изменении питающего напряжения. Независимо от того, было ли напряжение пониженным до 342 В или повышенным до 418 В, модернизированный двигатель стабильно показывал более низкую температуру обмоток, меньшие токи и потери по сравнению со стандартным образцом двигателя. Это говорит об устойчивости эффекта: технология совмещённых обмоток эффективно работает не только при номинальных условиях, но и при отклонениях напряжения, что чрезвычайно важно для практического применения в реальных электрических сетях с нестабильным питанием. Полученные экспериментальные данные сведены в обобщающую таблицу (табл. 1), где приведены ключевые показатели работы обоих двигателей при трех уровнях напряжения.

Таблица 1.

Сравнительный анализ экспериментальных данных

Параметр\Напряжение	342 В	380 В	418 В

Сопротивление фазы обмотки до начала испытаний, Ом	КО: 7,98		
	СО: 6,218		
Сопротивление в конце испытаний, Ом	КО: ~9,15	КО: ~9,17	КО: ~9,20
	СО: ~6,83	СО: ~6,86	СО: ~6,90
Расчетная температура, °С	КО: ~58	КО: ~59	КО: ~60
	СО: ~46	СО: ~48	СО: ~49
Ток (60% нагрузка), А	КО: ~3,37	КО: ~3,63	КО: ~3,64
	СО: ~3,27	СО: ~3,58	СО: ~3,60
Ток (80% нагрузка), А	КО: ~3,98	КО: ~4,07	КО: ~4,05
	СО: ~3,75	СО: ~3,88	СО: ~3,90
Расчетный КПД, %	КО: ~76	КО: ~77	КО: ~75
	СО: ~82	СО: ~83	СО: ~80

Экспериментальные результаты подтверждают гипотезу о положительном влиянии совмещённых обмоток на работу асинхронного двигателя в циклическом режиме. Снижение максимальной температуры обмоток на 11–12 °С по сравнению со стандартным двигателем является существенным. Практически это означает, что двигатель с совмещёнными обмотками сможет дольше работать без возникновения межвитковых замыканий и пробоев изоляции, особенно при частых пусках.

Полученные результаты согласуются с теоретическими представлениями и расчетными моделями. Ранее разработанные тепловые модели асинхронных двигателей предсказывали снижение нагрева при уменьшении активных потерь в обмотках. В нашем эксперименте уменьшение потерь благодаря совмещённым обмоткам привело к пропорциональному падению температуры, что подтверждает корректность подобных моделей и расчетных методик. Кроме того, отмеченное повышение КПД и понижение потребляемой мощности согласуются с энергетическим балансом двигателя: уменьшение потерь на нагрев высвобождает часть энергии для полезной работы. Таким образом, эксперимент не выявил скрытых негативных факторов модернизации – напротив, все измеренные параметры изменились в благоприятную сторону, не обнаружив компромиссов в виде ухудшения коэффициента мощности.

Библиографический список

1. Bossio J. M., de la Barrera P. M., Verucchi C., Leidhold R. Fault detection in magnetic wedges of induction motor: тез. докл. / J. M. Bossio [и др.] // 24th IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE 2015) : сборник трудов. — Пусан: IEEE, 2015. — С. 506–511.
2. Gubarevych O., Duer S., Melkonova I., Woźniak M., Paś J., Stawowy M., Rokosz K., Zajkowski K., Bernatowicz D. Research on and assessment of the reliability of railway transport systems with induction motors // Energies. — 2023. — Т. 16, № 19. — Статья 6888. — DOI 10.3390/en16196888.
3. Некрасов А. И., Некрасов А. А., Сырыш Н. Н. Научное обоснование прогнозирования и контроля технического состояния сельских электроустановок. Ч. 2 // International Research Journal. — 2016. — № 10(52). — С. 134–139. — DOI 10.18454/IRJ.2016.52.134.
4. Семёнов А. Ю., Корхов И. Ю., Теплова Я. О., Дуюнов Е. Д., Безгин Ф. Г. Совмещённая обмотка энергоэффективной электромашин: пат. RF 2767603 C2 / А. Ю. Семёнов [и др.] — приоритет 27.01.2020; опубл. 17.03.2022.

5. Браславский И. Я., Метельков В. П., Есаулкова Д. В., Костылев А. В. К оценке влияния колебаний температуры на долговечность изоляции обмотки статора асинхронных двигателей в случайных режимах нагружения // Труды XVI Междунар. науч.-техн. конф. «Электроприводы переменного тока», 05–09 окт. 2015, Екатеринбург: сборник трудов. — Екатеринбург: УрФУ, 2015. — С. 67–70.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ШТАТНЫХ ШУМОПОГЛОТИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ТРАКТОРОВ

Старовойтова Юлия Викторовна, аспирант кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,

Научный руководитель:

Перевозчикова Наталья Васильевна, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,

Аннотация: В работе рассмотрены источники шума в кабине трактора и их влияние на оператора, а также представлены практические рекомендации по снижению уровня шума для повышения комфорта и безопасности работы.

Ключевые слова: Шум, механизатор, оператор, трактор, шумопоглощение, оптимизация.

Одной из важнейших задач при проектировании и эксплуатации тракторов является обеспечение оптимальных условий труда для механизаторов. Одним из значимых факторов, влияющих на работоспособность и здоровье оператора, является уровень шума в кабине. Исследование показало, что стандартные шумопоглотительные системы многих тракторов недостаточно эффективны и нуждаются в серьезной доработке для обеспечения требуемого уровня акустического комфорта [1].

Настоящая статья направлена на выявление путей оптимизации штатных шумопоглотелей, исходя из анализа недостатков текущих решений и рекомендаций по устранению выявленных проблем. Представленная информация предназначена для разработчиков, инженеров и руководителей хозяйств, стремящихся повысить комфорт и безопасность работы механизаторов [2].

Анализ штатных шумопоглотительных систем большинства тракторов показал, что большинство серийных изделий недостаточно эффективны и требуют доработки для полноценного снижения уровня шума в кабине.

По результатам анализа штатных шумопоглотелей тракторов, предлагаются следующие рекомендации по их оптимизации.

Выбор материала шумопоглотителя. Правильный выбор материала для шумопоглотелей – критически важный фактор для достижения желаемого уровня звукоизоляции. Рекомендуется отдавать предпочтение материалам с высокой плотностью волокон, способным выдерживать механические нагрузки, влажность и температурные колебания. Вспененный полиуретан или минеральная вата с защитным покрытием – хорошие варианты для рассмотрения [3,4].

Форма и расположение шумопоглотителей. Для достижения максимального шумопоглощения необходимо оптимизировать форму и расположение поглощающих материалов. Увеличение площади поверхности поглотителей за счет углублений и складок способствует более эффективному поглощению звуковых волн. Стратегическое размещение поглотителей в зонах с наибольшим уровнем шума, таких как над двигателем и возле приборной панели, является ключевым для снижения общего уровня шума.

Конструкция крепления. Конструкция крепления поглотителей должна обеспечивать их стабильное положение на поверхности кабины, исключая возможность смещения или отрыва под воздействием вибрационных нагрузок. В качестве оптимальных решений для фиксации рассматриваются клеевые составы с улучшенными адгезионными свойствами, а также механические крепежи, такие как клипсы и зажимы, обеспечивающие надежное соединение [5,6].

Концептуальные новшества. Активное шумоподавление, основанное на создании "анти-шума", является перспективным решением для снижения уровня шума в кабинах современных тракторов. Эта технология, использующая датчики и динамики для генерации противофазных волн, обеспечивает значительное снижение шума. Однако, высокая стоимость и сложность установки пока делают ее доступной только для премиальных моделей.

Контроль качества и регулярная диагностика. Чтобы поддерживать оптимальную шумоизоляцию, важно проводить систематическую оценку состояния шумопоглотителей. Поскольку они подвержены износу и разрушению из-за погодных условий и эксплуатации, рекомендуется регулярно выявлять и заменять вышедшие из строя элементы, используя аналогичные или более современные модели [7].

Образовательные мероприятия. Проведение регулярных семинаров и тренингов для механизаторов, посвященных принципам работы и уходу за шумопоглощающими системами, позволит добиться увеличения срока их службы и поддержания заданного уровня акустического комфорта.

Заключение

Оптимизация штатных шумопоглотительных систем тракторов необходима для обеспечения комфортных и безопасных условий труда механизаторов. Ключевыми аспектами, которые следует учитывать при модификации шумопоглотителей, являются правильный выбор материалов, грамотное проектирование формы и расположение поглотителей, надёжная фиксация, внедрение активных систем шумоподавления и регулярный контроль качества.

Предложенные рекомендации обеспечивают основу для дальнейшей разработки и модернизации транспортных средств, предназначенных для сельского хозяйства. Их последовательное внедрение позволит достичь значительной экономии средств за счет снижения затрат на лечение профессиональных заболеваний, повышения производительности труда и продления сроков эксплуатации самих тракторов.

Библиографический список

1. Иванов, В.И. Совершенствование конструкции тракторов для улучшения условий труда механизаторов / В.И. Иванов // Тракторы и сельхозмашины. — 2018. — № 5. — С. 12–15.
2. Харченко, Н.Г. Организационно-экономические аспекты обеспечения здоровых условий труда на предприятиях АПК / Н.Г. Харченко // Экономика сельского хозяйства России. — 2019. — № 10. — С. 54–61.
3. Смолин, О.Ю. Проблемы шума и вибрации в кабинах тракторов и мобильных сельскохозяйственных машин / О.Ю. Смолин // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2017. — № 1. — С. 21–26.
4. Захаров, В.Д. Оптимизация конструкций тракторов с целью улучшения условий труда / В.Д. Захаров // Технические науки и образование. — 2016. — № 2. — С. 34–38.
5. Савинов, Я.А. Современные технологии шумопонижения в промышленности и сельском хозяйстве / Я.А. Савинов // Современные наукоёмкие технологии. — 2018. — № 6. — С. 56–60.
6. Белов, А.Б. Новая концепция звукоизоляции кабин тракторов / А.Б. Белов // Техника и оборудование для села. — 2016. — № 11. — С. 18–21.
7. Симонова, О.Л. Особенности активного шумоподавления в мобильной сельскохозяйственной технике / О.Л. Симонова // Вестник аграрной науки. — 2015. — № 12. — С. 76–80.

АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МТП

Карамян А.Д. студент группы ДМ 227 Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

Научный руководитель

Тойгамбаев С.К. научный руководитель, д.т.н., профессор кафедры технических сервис машин и оборудования Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

Аннотация: Эффективность использования сельскохозяйственной техники, ее надежность в работе и срок службы во многом зависят от хорошей организации ТО и ремонта. Работы носят планово – предупредительный характер и выполняются в обязательном порядке на протяжении всего периода эксплуатации машины в соответствии с требованием эксплуатационной документации. В данной статье приведен анализ методов организации технического обслуживания машинно-тракторного парка хозяйства.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника; надежность; машинно-тракторный парк; трудоемкость; диагностика; трактор; деталь.

Повышение эффективности использования сельскохозяйственной техники и снижение затрат на ее эксплуатацию обеспечивает техническое диагностирование. Основная цель диагностирования – обеспечить максимальную эффективность эксплуатации машин при минимальных затратах на их ТО и ремонт.

В области автоматизированного диагностирования проводится разработка, на основе применяя микропроцессора машиннотестера, что позволит резко повысить надежность и упростить структуру диагностического средства. Применительно к трансмиссии машин разрабатывается универсальный метод дистанционного диагностирования по радиоканалу с использованием датчика угловых перемещений. Одним из наиболее эффективных мероприятий, обеспечивающих повышение надежности и экономичности использования машин, является внедрение их диагностирования в практику технического обслуживания машинно-тракторного парка. Применение средств диагностирования при проведении сложных видов ТО позволяет сократить в среднем на 20-25% трудоемкость выполнения отдельных операций и простои машин [1,2,3]. В настоящее время наиболее распространены следующие методы организации ТО хозяйств, характеризующиеся различной степенью участия других объединений:

- ТО проводится силами и средствами хозяйств;
- ТО силами хозяйств и районных ремонтно-технических предприятий;
- ТО машин – силами и средствами межхозяйственных объединений механизации и мелиорации;
- ТО силами и средствами районных объединений.

Сотрудниками ГОСНИТИ определены основные направления развития и совершенствования ремонтно-обслуживающей базы сельского хозяйства.

1. Хозяйства, межхозяйственное предприятие должны иметь комплекс объектов ремонтно-обслуживающей базы на центральной усадьбе и в отдельных подразделениях для ТО, ремонта, хранения машины и материально – технического обеспечения с учетом местных производственных особенностей и природно-климатических условий.

2. Сельхозтехника должна иметь комплекс объектов ремонтно-обслуживающей базы для выполнения заказов сельскохозяйственных и других партнеров в АПК на ТО и ремонт машин.

3. В областях и краях необходимо иметь сеть предприятий и производств сельхозтехники по ремонту машин и их составных частей, централизованному восстановлению изношенных деталей, изготовлению ремонтно-технического оборудования,

оснастки и инструмента в соответствии с потребностями сельскохозяйственных предприятий.

4. Объекты ремонтно-обслуживающей базы должны оснащаться высокопроизводительным оборудованием, иметь безопасные условия труда ремонтно-обслуживающего персонала, удовлетворять требованиям охраны окружающей среды пожарной безопасности.

5. В организации ремонтно-обслуживающего производства, должен получить дальнейшее развитие принцип концентрации, специализаций.

Развитие системы ТО и ремонта должно происходить в направлении увеличения периодичности ТО и ремонта, обеспечение выполнения операции, уменьшение номенклатуры операций при ТО, применение универсальных смазочных материалов и рабочих жидкостей. Кроме того, развитие системы заключается в расширении ТО и ремонта по техническому состоянию с периодическим или непрерывным контролем, в применении современных средств механизации и автоматизации операции ТО, более простой, доступной и наглядной нормативно - технической документации, в более тщательном и качественном соблюдении правил ТО, улучшении организации этого процесса [4,5].

Для того чтобы улучшить ТО и ремонт машин и оборудования, необходимо проведение профилактических работ по предупреждению отказов техники, разделение и специализация труда, механизация и автоматизация работ, совершенствование управления процессами ТО и ремонта машин.

Главный принцип организации технического сервиса – единство производства техники и обеспечение ее ремонта и обслуживания. Обслуживание в условиях конкуренции не возможно, сбыт сельскохозяйственной техники затруднен, даже очень высокого качества. В настоящее время планы заводов изготовителей в основном сводятся к одной цели - изготовить технику для машинно-тракторного парка сельского хозяйства. Так в условиях почти 100%-ного госзаказа и возможности продавать по преysкурантной цене продукцию нет необходимости заботиться об устойчивом сбыте, заинтересовывая покупателя обслуживанием изготовленной техники. Опыт обеспечения технического сервиса в области сельскохозяйственного и транспортного машиностроения основан на принципе научно - технического прогресса: производство новой техники – обслуживание и эксплуатация. Обслуживание, рекомендуемое изготовителями, использование ими статистики эксплуатации дают возможность эффективно управлять качеством производства сельскохозяйственной техники. Не производить технику для показателей производства, а уметь ее поддерживать в работоспособном состоянии – это путь решения многих насущных вопросов экономике. Улучшение использования МТП сельского хозяйства осуществляется на базе научно - обоснованной системы ТО и ремонта, позволяющей обеспечить достаточную работоспособность и исправность машин. Система технического обслуживания и ремонта предназначена для решения следующих основных задач:

- повышение производительности труда в сельском хозяйстве и увеличение производства продукции на основе обеспечения надлежащей технической готовности машин при минимальных трудовых и денежных затрат на эти цели;
- улучшение организации и повышение качества работ по техническому обслуживанию и ремонту машин и оборудования, обеспечение их надлежащей сохранности и продление сроков службы.
- оптимизация структуры и состава ремонтно-обслуживающей базы хозяйства, ее планомерного и сбалансированного развития.

Данные учета ремонтов и технических обслуживаний тракторов в ООО «Алексино» приведены в таблице 1.

Таблица 1

Периодичность проведения ремонтов и ТО тракторов в отчетном году

Показатели	Марки тракторов		
	К-701, К-744 Т – 150К	ДТ-75 ДТ-75М	МТЗ всех марок
Проведение капитальных ремонтов	-	1	1
Фактически по плану	-	1	1
Проведено ТО	68	109	124
Средняя фактическая периодичность ТО-3, км.	1660	581	498
Нормативная периодичность ТО-3, км	1680	581	500

Данные затрат на ремонт и ТО взяты из годового отчета хозяйства и приведены в таблице 2. В хозяйстве техническое обслуживание техники выполняется в обязательном порядке на протяжении всего периода эксплуатации. Техническое обслуживание проводят специализированные звенья в составе мастера – наладчика, слесарей и тракториста - машиниста. При необходимости регулировки, каких - либо сложных узлов и агрегатов привлекается мастер – наладчик из участка по ремонту этого узла или агрегата. Из-за отсутствия всех необходимых приборов, оборудования и средств диагностики, техническое обслуживание проводится на низком уровне. Контроль качества проведения технического обслуживания, ведет сам тракторист.

Таблица 2.

Затраты на ремонт и ТО

Показатели	Т ракторы тыс. руб	Зерноуб орочные комбайны тыс. руб	Сельскохоз яйственные машины тыс. руб
Затраты на ремонт и ТО.	2 51,31	179,68	26,2
На капитальный ремонт	1 50,7	107,4	-
На текущий	7 5,3	72,28	-
На ТО	2 5,3	-	26,2
Балансовая стоимость пункта технического обслуживания, тыс. руб.	2 007	-	-

В хозяйстве не всегда техническое обслуживание тракторов проводится во время, так как не хватает в хозяйстве тракторов, а те которые есть, вынуждены выполнять полевые работы, чтобы выполнить производственные операции в агротехнические сроки. Так же не выполняется контроль технического состояния и выполнения плановых работ [6,7]. Техническое состояние машин определяют с помощью внешнего осмотра и обследования, из-за отсутствия средств диагностики.

Организация работ в хозяйстве по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники находятся на удовлетворительном уровне. Однако следует обратить внимание на отсутствие должного контроля при проведении технического обслуживания тракторов. Необходимо внедрить систему диагностирования сельскохозяйственной техники. Установить более жесткий контроль за качеством

выполняемых работ по техническому обслуживанию и ремонту, за состоянием техники в период ее хранения, выполнять планирование видов технического обслуживания.

Расчет трудоемкости технического обслуживания. Для определения трудоемкости технического обслуживания необходимо знать трудоемкость данного вида технического обслуживания по каждой марке трактора и количества технических обслуживаний за каждый месяц. Трудоемкость проведения ТО представлена в таблице 3.

Таблица 3.

Средние нормативы трудоемкости на техническое обслуживание тракторов

Марка трактора	Трудоемкость одного ТО, ч				
	ТО	О-1	О-2	О-3	ТО
К-701	,6	,2	1,6	5,2	8,3
T-150K	,2	,9/2,3	,8/8,1	2,3	,3
К-744	,5	,1/2,5	,5/8,9	6,5	,8
ДТ-75М	,5	,7	,4	1,4	7,3
МТЗ-80, МТЗ-2103	,4	,7/3,2	,9/8,3	9,8	,5
МТЗ-1822.3	,4	,0	,8	8,0	9,8

Примечание: 1 Значения, указанные в знаменателе, соответствуют трудоемкости обслуживания с увеличенной периодичностью (ТО-1-125; ТО-2-500; ТО-3-1000 моточасов). 2 Трудоемкость СТО включает СТО – ВЛ и СТО-03.

Построив годовой план – графика проведения технического обслуживания и ремонтов тракторов, определяем трудоемкость за каждый месяц. Для этого суммируем трудоемкости всех видов ТО, проводимых по тракторному парку за каждый месяц. Данные расчетов сводим в таблицу. Анализируя данные можно сделать вывод о неравномерности распределения трудоемкости по месяцам.

Выводы:

Зная загруженность пункта технического обслуживания в течение месяца, можно будет планировать отпуска рабочих, проведение сезонных обслуживаний тракторов. При малой загрузки пункта технического обслуживания тракторов, например в январе, есть возможность проводить техническое обслуживание другой сельскохозяйственной техники, агрегатов. Зная, распределение трудоемкости по месяцам можно строить график трудоемкости. По оси абсцисс откладываем месяца года, а по оси ординат трудоемкость технического обслуживания.

Библиографический список

1. Апатенко А.С., Владимирова Н.И. Анализ систем ремонтно-профилактического обслуживания технологических машин. / Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". 2016. № 1 (57). С. 72-76.
2. Андреев А.А., Апатенко А.С., Гусев С.С. Ресурсосбережение в АПК при эксплуатации автотракторной техники. / В сборнике: Чтения академика В. Н. Болтинского. 2022. С. 157-163.
3. Евграфов В.А., Апатенко А.С., Новиченко А.И. Применение организационно-экономических методов при формировании парка машин в производственных организациях агропромышленного комплекса. / Монография. Москва, 2015. С. 128

4. Тойгамбаев С.К., Дидманидзе О.Н. Особенности разработки технологического процесса технического обслуживания тракторов в машинно-тракторном парке хозяйства. / Вестник Курганской ГСХА. 2021. № 1 (37). С. 74-80.

5. Тойгамбаев С.К. Совершенствование моечной машины ОМ–21614. / Тех-ника и технология. 2015. № 3. С. 15-188.

6. Тойгамбаев С.К., Дидманидзе О.Н., Апатенко А.С., Парлюк Е.П., Севрюгина Н.С. Работоспособность технических систем. / Учебник для ВУЗов по изучению дисциплины / Москва, 2022.

7. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Исследования по оптимизации и эффективности использования машинно-тракторного парка предприятия. / Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2016. № 5. С. 28-33.

Современное развитие технического обеспечения производственных процессов в АПК

УДК 631.363.7

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РЕСУРСНЫХ ИСПЫТАНИЙ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА И КОРМОПРОИЗВОДСТВА

Скороходов Дмитрий Михайлович, к.т.н., доцент кафедры сопротивления материалов и деталей машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, доцент, d.skorokhodov@rgau-msha.ru

Павлов Александр Сергеевич, соискатель кафедры сопротивления материалов и деталей машин ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация: *Представлена установка и предложена к ней методика ресурсных испытаний режущих элементов сельскохозяйственных машин для животноводства и кормопроизводства.*

Ключевые слова: *методика, ресурсные испытания, рабочие органы, режущие элементы.*

Режущие элементы сельскохозяйственных машин для животноводства и кормопроизводства играют важную роль в обработке кормовых ингредиентов и создании кормовых смесей. Они выполняют несколько функций: измельчение, раздробление, создание однородной кормовой смеси; улучшение производительности [1].

По данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации техническое оснащение отрасли животноводства на 2023 год является импортным и составляет 95% от общего количества, поставляемые рабочие органы тоже являются импортными, а их приобретение и доставка усложнилась, с введением санкций, в том числе увеличилась их стоимость. [1, 2].

К сожалению, отечественная сельскохозяйственная техника по многим показателям качества уступает машинам ведущих зарубежных фирм. Из-за низкого уровня ее надежности сельские товаропроизводители несут значительные экономические потери в структуре себестоимости сельскохозяйственной продукции. Затраты на ремонт, запчасти и поддержание машинно-тракторного парка в работоспособном состоянии составляют более 12% [3].

В настоящее время, в условиях санкций, особенно остро стоит вопрос необходимости замены дорогостоящих импортных рабочих органов отечественными, обладающими высокой износостойкостью и работоспособностью. Для решения этой задачи необходимы новые материалы и технологии [3, 4].

Важным этапом в формировании долговечных рабочих органов является выбор рациональных способов упрочнения их рабочих поверхностей и подбор материалов, обеспечивающих высокую эффективность работы рабочего органа в зависимости от условий их эксплуатации.

Для оценки ресурса испытуемого образца изделия (режущего элемента) до достижения заданного предельного значения установленного параметра или оценки значения этого параметра, соответствующего заданной наработке изделия в нормальном режиме разработана методика ускоренных ресурсных испытаний [5].

Блок-схема методики ресурсных испытаний режущих элементов сельскохозяйственных машин для животноводства и кормопроизводства представлена на рисунке 1.

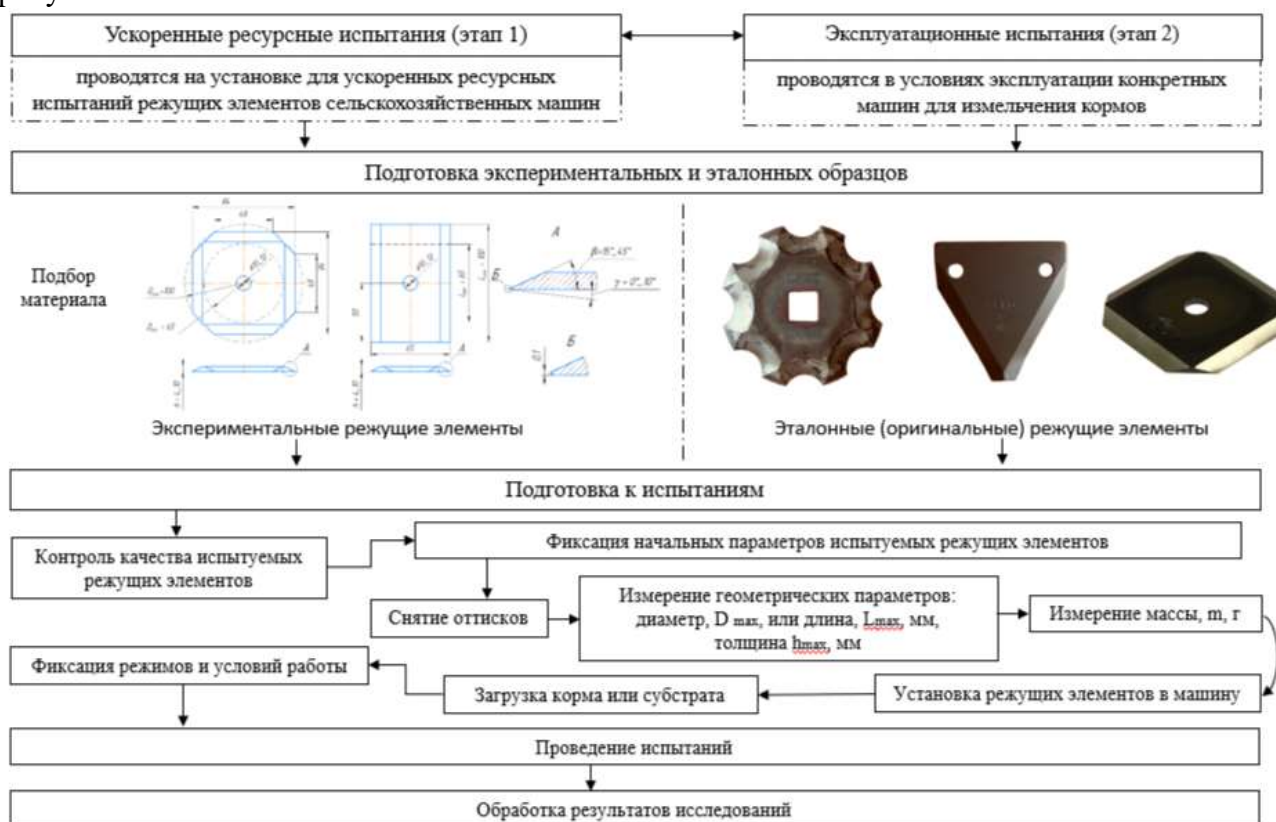


Рис. 1. Блок-схема методики ресурсных испытаний режущих элементов сельскохозяйственных машин для животноводства и кормопроизводства

Методика включает в себя ускоренные ресурсные испытания с периодическим форсированием режима, проводимые на разработанной установке (рис. 2) и эксплуатационные испытания, проводимые в условиях эксплуатации конкретных машин для измельчения кормов.

В качестве субстрата в установку для ускоренных испытаний загружается субстрат с абразивом в виде древесных опилок и мелкозернистого песка и добавлением кислот.

Разработанная методика уникальная, основное ее отличие от известных Методик по оценке износостойкости и коррозионной стойкости деталей, в том, что испытания проводятся на реальных режущих элементах, что позволяет оценивать эффективности упрочняющих технологий и выбор материала изготовления для рабочих органов сельскохозяйственных машин животноводства и кормопроизводства.



Рис. 1. Установка для ресурсных испытаний на коррозионно-механическое изнашивание рабочих органов сельскохозяйственных машин для животноводства и кормопроизводства

(положительное решение о выдаче патента на изобретение от 19.05.2025 г. (заявка №2024127687))

В том числе, на разработанной установке возможно проводить исследования рабочих органов оптимизированной конструктивной формы [6, 7].

Оценка уровня механического изнашивания осуществляется в первую очередь по потере массы исследуемых образцов, в том числе изнашиванию их геометрических параметров, результатом исследования может быть модель сетки изнашивания образцов, в том числе кривые износа.

Оценка уровня коррозионного изнашивания происходит в два этапа согласно ГОСТу 9.908–85.

Первый этап включает в себя степени поражения поверхности металла коррозии пятнами, второй этап металлографический метод оценки для определения типа коррозии и глубины коррозионного поражения.

Контролировать исследуемые геометрические параметры возможно за счет устройство для контроля параметров запасных частей.

Разработанная методика утверждена и внедрена в мае 2025 года Государственным испытательным центром и Тимирязевской академией.

Библиографический список

1. Скороходов, Д. М. Анализ современных смесителей-кормораздатчиков и их рабочих органов / Д. М. Скороходов, Н. Н. Чупятов, А. С. Павлов // Реинжиниринг и цифровая трансформация эксплуатации транспортно-технологических машин и робототехнических комплексов : Сборник статей Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (г. Москва, 19-20 декабря 2023 г.), посвященной 100-летию со дня рождения ветерана Великой Отечественной Войны, заслуженного деятеля науки и техники, заслуженного изобретателя РФ, д.т.н., профессора Николая Федоровича Тельнова, Москва, 19–20 декабря 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2024. – С. 265-269. – EDN AMXPDR.

2. Скороходов, Д. М. Физико-механические свойства сталей, применяемых при изготовлении рабочих органов кормоприготовительных машин для животноводства / Д. М. Скороходов, Н. Н. Чупатов, А. С. Павлов // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича : Сборник статей, Москва, 03–05 июня 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – С. 614-617. – EDN BCLWAR.

3. Износостойкость низколегированных сталей в абразивной среде / М. Н. Ерохин, С. М. Гайдар, Д. М. Скороходов [и др.] // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 3. – С. 72-78. – DOI 10.26897/2687-1149-2023-3-72-78.

4. Ерохин, М. Н. Импортозамещение рабочих органов сельскохозяйственных машин для животноводства / М. Н. Ерохин, Д. М. Скороходов, А. С. Павлов // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева: Сборник статей, Москва, 05–07 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 557-561. – EDN DZZRWD.

5. Ерохин, М.Н. Методика ресурсных испытаний режущих элементов сельскохозяйственных машин для животноводства и кормопроизводства / М.Н. Ерохин, С.П. Казанцев, Д.М. Скороходов [и др.]. – М.: МЭСХ, 2025. – 28 с. ISBN 978-5-6052635-2-4.

6. Петров, В. А. Повышение надежности дробилки зерна путем оптимизации конструкции лопастного колеса барабана: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Петров Виталий Анатольевич, 2023. – 182 с.

7. Дородов, П. В. Регрессионная модель износа рабочей поверхности лопастей барабана дробилки зерна серии ДКР / П. В. Дородов, В. А. Петров, Л. А. Торопов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 3(79). – С. 106-113. – DOI 10.48012/1817-5457_2024_3_106-113. – EDN ENSQQE.

УДК 633.491

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОГАЩЕННОГО МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ КАРТОФЕЛЯ

Барчукова Алина Сергеевна, ассистент кафедры материаловедения и технологии машиностроения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, barchukova@rgau-msha.ru

Ветрова Софья Михайловна, ассистент кафедры материаловедения и технологии машиностроения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, s.vetrova@rgau-msha.ru

Бубнова Софья Олеговна, студент ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация: В статье рассматриваются перспективы обогащения картофеля микроэлементами в процессе его выращивания. Данный способ позволит создавать картофель, обогащенный важными микроэлементами, что представляет собой перспективное направление в области функционального питания и разработки биологически активных добавок.

Ключевые слова: микроэлементы, картофель, обогащение, медь, бор.

В современном мире наблюдается растущий интерес к функциональным продуктам питания и биологически активным добавкам (БАД), обладающим способностью оказывать положительное воздействие на здоровье человека. Одним из перспективных направлений является использование картофеля, обогащенного микроэлементами в процессе выращивания, для создания таких продуктов. Картофель, будучи важным источником углеводов, витаминов и минералов, при дополнительном обогащении может стать ценным сырьем для производства функциональных продуктов.

Процесс обогащения картофеля микроэлементами может осуществляться различными способами, включая внесение микроэлементных удобрений в почву, обработку клубней перед посадкой или применение листовых подкормок. Эффективность этих методов зависит от многих факторов, таких как тип почвы, климатические условия, сорт картофеля и форма используемых микроэлементов [1]. Важным аспектом является выбор оптимальных концентраций и форм микроэлементов, чтобы обеспечить их максимальное усвоение растениями и избежать токсического воздействия.

Исследования показывают, что обогащение картофеля такими микроэлементами, как цинк, железо, селен и медь, может значительно повысить их содержание в клубнях [2,3]. Например, обогащение картофеля селеном может быть достигнуто путем внесения селенатов или селенитов в почву, что приводит к увеличению содержания селена в клубнях в несколько раз [4].

Обогащенный микроэлементами картофель может обладать рядом функциональных свойств, которые делают его привлекательным для использования в производстве БАД. Например, картофель, обогащенный цинком, может способствовать укреплению иммунной системы, улучшению здоровья кожи и волос, а также поддержанию нормальной функции репродуктивной системы. Селен является важным антиоксидантом, который защищает клетки от повреждения свободными радикалами и играет роль в поддержании здоровья щитовидной железы [5]. Не менее значимыми микроэлементами являются медь и бор, участвующие в различных метаболических процессах и способствующие общему оздоровлению организма [6,7].

На основе обогащенного микроэлементами картофеля могут быть разработаны различные виды БАД, такие как порошки, таблетки, капсулы или экстракты. Эти БАД могут использоваться для профилактики и лечения дефицита микроэлементов, а также для поддержания общего здоровья и организма человека. Важно отметить, что при разработке и производстве БАД на основе обогащенного картофеля необходимо соблюдать строгие стандарты качества и безопасности, а также проводить клинические исследования для подтверждения их эффективности и безопасности.

Использование обогащенного микроэлементами картофеля для производства функциональных продуктов питания и БАД представляет собой перспективное направление, которое может способствовать улучшению здоровья населения и решению проблемы дефицита микроэлементов. Однако для успешной реализации этого направления необходимо решить ряд вызовов, таких как разработка эффективных и экономически выгодных методов обогащения картофеля, оптимизация процессов переработки и сохранения микроэлементов в готовых продуктах, а также проведение клинических исследований для подтверждения их эффективности и безопасности. Кроме того, необходимо информировать потребителей о преимуществах и особенностях использования обогащенного картофеля и БАД на его основе, чтобы обеспечить их осознанный выбор и доверие к этим продуктам.

Библиографический список

1. Молявко А. А., Еренкова Л. А., Марухленко А. В., Борисова Н. П. Качество картофеля и удобрения // Вестник БГУ. 2015. №3.
2. Голубкина, Н. А. Селен в продуктах растительного происхождения / Н. А. Голубкина, П. А. Полубояринов, А. В. Синдирева // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 2. – С. 63-69. – EDN YKKEZB.
3. Барчукова, А. С. Повышение пищевой ценности картофеля за счет внекорневых обработок / А. С. Барчукова, С. М. Ветрова // Наука и Образование. – 2024. – Т. 7, № 2. – EDN TCZXUK.
4. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А., Хутинаев О.С., Пехальский М.И. Урожайность и качество насыщенного селеном картофеля, выращенного из клубней 10-15 мм. *Агроинженерия*. 2024;26(3):19-26. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2024-3-19-26>

5. Трошина, Е. А. Роль селена в патогенезе заболеваний щитовидной железы / Е. А. Трошина, Е. С. Сенюшкина, М. А. Терехова // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2018. – Т. 14, № 4. – С. 192-205. – DOI 10.14341/ket10157. – EDN NOEQGO.
6. Барчукова, А. С. Повышение пищевой ценности картофеля за счет внекорневых обработок / А. С. Барчукова, С. М. Ветрова // Наука и Образование. – 2024. – Т. 7, № 2. – EDN TCZXUK.
7. Влияние внекорневой обработки на урожайность и Химический состав картофеля / С. М. Гайдар, А. С. Барчукова, С. М. Ветрова, Т. И. Балькова // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 14 марта 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 83-86. – EDN IDRMPI.

УДК 631.363

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СМЕСИТЕЛЕЙ-КОРМОРАЗДАТЧИКОВ ПРИ ИХ МОДЕРНИЗАЦИИ

Скорыходов Дмитрий Михайлович, к.т.н., доцент кафедры сопротивления материалов и деталей машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, доцент, d.skorokhodov@rgau-msha.ru

Опалев Денис Анатольевич, магистр кафедры сопротивления материалов и деталей машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, opalev_denis@bk.ru

Аннотация: Предложен метод комбинированного изготовления рабочего органа смесителя-кормораздатчика. Описан технологический процесс изготовления комбинированных рабочих органов.

Ключевые слова: импортозамещение, рабочие органы, 3D прототипирование металлом, режущая кромка.

Производство металлических изделий методом трехмерной печати стало прорывом во многих сферах: машиностроения, строительства и медицины особенно в авиастроении [1].

В сельском хозяйстве также активно внедряются современные методы 3D прототипирования при ремонте и модернизации техники [2]. Однако 3D прототипирование металлом на сегодняшний день достаточно дорогостоящее производство, но по сравнению с рядом традиционных способов изготовления деталей имеет свои преимущества, такие как: устойчивость к воздействию высоких температур, антикоррозионные свойства, биосовместимость, хорошие механические свойства, высокая теплопроводность, термостойкость, высокая прочность, устойчивость к высоким нагрузкам, повышенная усталостная прочность, повышенная износ-коррозионная стойкость и др.

3D прототипирование металлом является одним из направлений по импортозамещению деталей сельскохозяйственных машин в том числе их рабочих органов.

Большинство рабочих органов сельскохозяйственных машин для смешивания и измельчения кормовой смеси подвергаются коррозионно-механическому изнашиванию. В первую очередь изнашивается их рабочая поверхность. В связи с этим целью работы является разработка технологии изготовления рабочих органов смесителей-кормораздатчиков при их модернизации.

Для повышения надежности рабочих органов и в целом сельскохозяйственной машины производят оптимизацию конструктивных параметров [3, 4].

С целью оптимизации конструктивных параметров и уменьшения изнашивания рабочей поверхности рабочих органов, на примере рабочего органа типа «Звездочка» предложено ее изготовление комбинированным способом (рисунок 1).

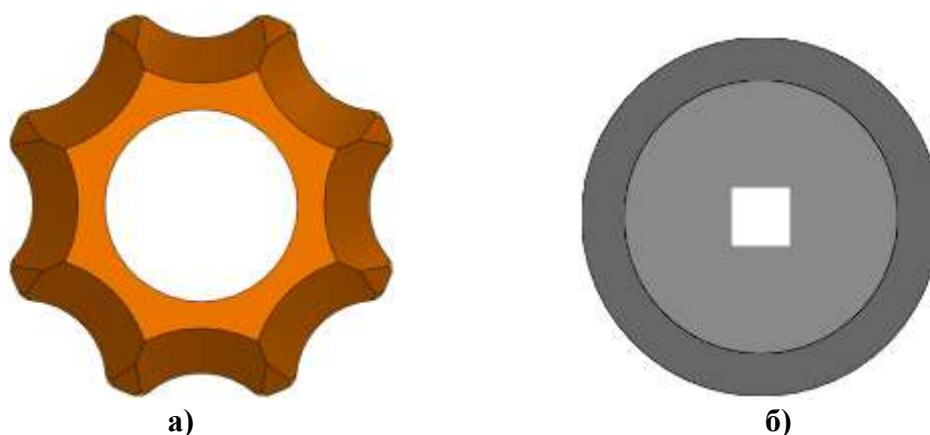


Рис. 1 Комбинированный способ изготовления рабочего органа
а) – режущая кромка; б) фланец сегмента

Данный комбинированный способ позволит изготавливать режущую кромку из высокопрочных материалов методом 3D прототипирования, при этом фланец сегмента изготавливается на станке ЧПУ и его возможно повторно использовать при износе режущей кромки.

В случае износа рабочей поверхности звездообразной режущей кромки по наружному диаметру до 70 %, ее демонтируют с фланца при помощи выколотки.

Повышение износостойкость при импортозамещении комбинированного режущего элемента рабочего органа смесителей-кормораздатчиков обеспечивается за счет изготовления звездообразной режущей кромки методом 3D прототипирования металлом из высокопрочных материалов (суперсплавов). При этом, основные геометрические параметры сборного режущего элемента рабочего органа смесителей-кормораздатчиков, в том числе лезвие звездообразной режущей кромки, остаются неизменными, то есть соответствуют цельным режущим элементам рабочих органов горизонтальных смесителей кормораздатчиков и как следствие режущие характеристики данных элементов остаются неизменными.



Рис. 2 Технология изготовления рабочих органов смесителей-кормораздатчиков при их модернизации

Технологический процесс изготовления износостойкость при импортозамещении комбинированного режущего элемента представлен на рисунке 2.

Сначала моделируется 3D модель режущей кромки с внутренним отверстием под фланец, ее геометрические параметры соответствуют геометрическим параметрам известных ножей сельскохозяйственных машин.

Далее выполняется процесс 3D прототипирования режущей кромки из конструкционной стали методом SLM печати порошкового сплава металла, с последующим механическим удалением поддержек;

Фланца изготавливается на станке с ЧПУ из конструкционной рессорно-пружинной стали.

Далее монтируют режущую кромку в натяг на фланец. При необходимости режущую кромку возможно упрочнить диффузионным насыщением при ее сверхвысокочастотном нагреве.

По результатам выполняют контроль качества геометрических и физико-механических параметров рабочих органов [5, 6].

По результатам конструктивных решений изготовлено несколько экспериментальных образцов. Исследования по выявлению оптимальных конструктивных параметров, в том числе выбор рационального материала для изготовления рабочих органов методом 3D прототипирования продолжаются.

Библиографический список

1. Обоснование внедрения аддитивного производства на машиностроительное предприятие / Ю. В. Катаев, М. Г. Загоруйко, А. С. Свиридов, С. П. Тужилин // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 9. – С. 104-107. – DOI 10.28983/asj.y2022i9pp104-107. – EDN WFBEOV.
2. Скороходов, Д. М. Изготовление рабочих органов типа "звездочка" методом FDM 3D прототипирования при модернизации сельскохозяйственной техники / Д. М. Скороходов, Д. А. Опалев // Реинжиниринг и цифровая трансформация эксплуатации транспортно-технологических машин и робототехнических комплексов : Сборник статей Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (г. Москва, 19-20 декабря 2023 г.), посвященной 100-летию со дня рождения ветерана Великой Отечественной Войны, заслуженного деятеля науки и техники, заслуженного изобретателя РФ, д.т.н., профессора Николая Федоровича Тельнова, Москва, 19–20 декабря 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2024. – С. 260-264. – EDN VHRQAF. Дородов, П. В. Регрессионная модель износа рабочей поверхности лопастей барабана дробилки зерна серии ДКР / П. В. Дородов, В. А. Петров, Л. А. Торопов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 3(79). – С. 106-113. – DOI 10.48012/1817-5457_2024_3_106-113.
3. Петров, В. А. Повышение надежности дробилки зерна путем оптимизации конструкции лопастного колеса барабана : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Петров Виталий Анатольевич, 2023. – 182 с.
4. Дородов, П. В. Регрессионная модель износа рабочей поверхности лопастей барабана дробилки зерна серии ДКР / П. В. Дородов, В. А. Петров, Л. А. Торопов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 3(79). – С. 106-113. – DOI 10.48012/1817-5457_2024_3_106-113. – EDN ENSQQE.
5. Скороходов, Д. М. Устройство для контроля параметров запасных частей / Д. М. Скороходов // Сельский механизатор. – 2016. – № 9. – С. 36-37. – EDN XBWAWB.
6. Скороходов, Д. М. Разработка автоматизированной измерительной установки для контроля качества запасных частей сельскохозяйственной техники / Д. М. Скороходов, А. М. Пикина // Наука без границ. – 2021. – № 3(55). – С. 56-60. – EDN WTPXNQ.

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЛОПАСТНЫХ КОЛЁС БАРАБАНОВ МОЛОТКОВЫХ ДРОБИЛОК С ПНЕВМАТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ЗАГРУЗКИ ЗЕРНА

Торопов Лев Алексеевич, соискатель кафедры теоретической механики и сопротивления материалов ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ, hiket@mail.ru

Петров Виталий Анатольевич, доцент кафедры эксплуатации и ремонта машин ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ, pva.agrolog@mail.ru

Научный руководитель: Дородов Павел Владимирович, д.т.н., профессор кафедры теоретической механики и сопротивления материалов ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ, доцент, pvd80@mail.ru

Аннотация: *Исследован характер разрушения рабочей поверхности лопасти молотковых дробилок зерна с пневматическим способом загрузки путем измерения остаточной толщины изношенной лопасти; получены регрессионные модели, которые позволят впоследствии оптимизировать конструкции основного рабочего органа – лопастного колеса барабана дробилок.*

Ключевые слова: *дробилка зерна с пневматическим способом загрузки; абразивный износ лопастного колеса; регрессионный анализ износа рабочей поверхности.*

Несмотря на серьёзное санкционное давление со стороны недружественных государств, отечественный агропромышленный комплекс уверенно обеспечивает высокие показатели по производству основных видов сельскохозяйственной продукции таких как зерно, молоко, мясо и т.д. [1]. Постоянное поддержание положительной динамики производства требует использования передовых исследований и разработок, в том числе и в сельскохозяйственном машиностроении. Не случайно, западные государства, запретив доступ к современному сельскохозяйственному оборудованию и технике, намеревались ослабить продовольственный суверенитет нашей страны. Принятие мер по импортозамещению, развитие собственной производственной базы и поддержка наукоемких технологий позволяет сегодня говорить перспективах повышения уровня показателей надежности отечественных сельхозмашин, агрегатов и деталей [4, 5].

Приготовление концентрированных кормов в животноводстве является важной задачей, что особенно ощутимо проявляется в производстве молока. Для АПК Прикамья и среднего Предуралья основным оборудованием для измельчения зерна служит молотковая дробилка всасывающе-нагнетательного типа из-за простоты и технологичности конструкции, унификации при применении в составе мобильных комбикормовых установок. Оборудование такой конструкции используется в основном от трех производителей: пневматическая молотковая дробилка Adraf SO1/4 (Польша); пневматическая молотковая дробилка ДКР - 4 (Доза-Агро, Россия); пневматическая молотковая дробилка КУ - 203 (Слободской машиностроительный завод, Россия).

Особенностью работы представленных дробилок зерна является боковая подача измельчаемого материала, что приводит к неравномерному износу рабочих органов и снижению их долговечности [3].

Причиной разрушения деталей и узлов является абразивный износ их поверхностей и развитие трещин вследствие динамического характера нагрузок [2]. У всех трех представленных типоразмеров дробилок износ неравномерный по всей ширине лопасти независимо от их геометрических параметров. При исследовании характера износа лопастей их форма приведена к прямоугольнику: а) с соотношением длины (c) к ширине (t), равным примерно 2; б) с соотношением длины к ширине, равным примерно 1,5; в) с соотношением

По полученным данным определялась средняя толщина изношенной поверхности как среднеарифметическое значение, которое приводилось к безразмерной величине h_w через отношение толщины изношенной поверхности лопасти в точке замера к первоначальной толщине лопасти. В результате замеров были получены усредненные формы изношенных поверхностей лопастей для каждого указанного типоразмера дробилки (рисунок 1).

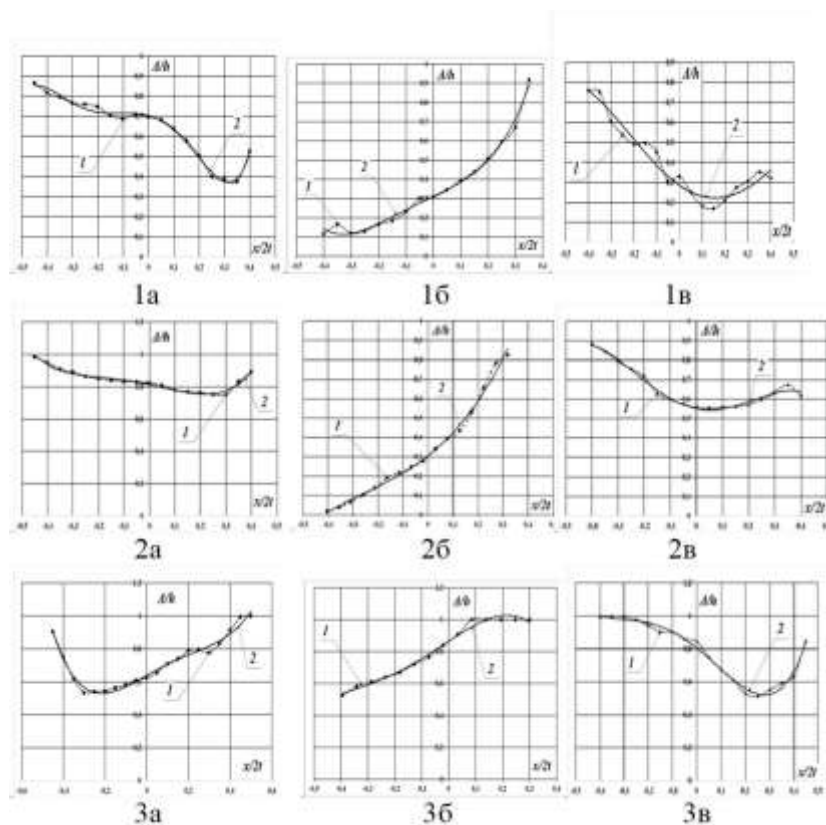


Рис. 2 Средняя величина износа лопасти по четырем лопастям

1 – линия, построенная по результатам замеров, 2 – линия тренда;

а) для дробилки Adraf SO1/4; б) для дробилки ДКР - 4; в) для дробилки КУ – 203;

1а,1б,1в – износ на внешнем контуре; 2а,2б,2в – износ в среднем сечении;

3а,3б,3в – износ на внутреннем контуре

Библиографический список

1. АПК 2023–2024: итоги и новые вызовы, Октябрь 2024г. – Режим доступа: (<https://rosagro-portal.ru/apk-2023-2024-itogi-i-novye-yzovy/?ysclid=mbonajoybp934310284>)
2. Дородов, П. В. Регрессионная модель износа рабочей поверхности лопастей барабана дробилки зерна серии ДКР / П. В. Дородов, В. А. Петров, Л. А. Торопов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 3(79). – С. 106-113. – DOI 10.48012/1817-5457_2024_3_106-113.
3. Петров, В. А. Повышение надежности дробилки зерна путем оптимизации конструкции лопастного колеса барабана : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Петров Виталий Анатольевич, 2023. – 182 с.
4. Скороходов, Д.М. Физико-механические свойства сталей, применяемых при изготовлении рабочих органов кормоприготовительных машин для животноводства/ Д.М. Скороходов, Н.Н. Чупятов, А.С. Павлов //Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвященной 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича: Сборник статей, Москва, 03-05 июня 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – С. 614-617.
5. Фофлин, Д. И. Анализ парка кормозаготовительной техники предприятий российского агропромышленного комплекса / Д. И. Фофлин, Н. Д. Самуков, Д. М. Скороходов // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича : Сборник статей, Москва, 03–05 июня 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – С. 668-672.

УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И УПРОЧНЕНИИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Серов Никита Вячеславович, к.т.н., доцент кафедры сопротивления материалов и детали машин

Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

Серов Антон Вячеславович, к.т.н., доцент кафедры МТ-13 (Технологии обработки материалов) Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана e-mail: n.serov@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье рассмотрены основные факторы, влияющие на износ рабочих органов почвообрабатывающих машин. Показано что одним из перспективных направлений повышения ресурса рабочих органов является создание функциональных покрытий, обладающих высокой абразивной стойкостью, полученных электроконтактной приваркой сталей марок V12A и 11P3AM3Ф2. Приведены результаты испытаний на износостойкость полученных покрытий.

Ключевые слова: износостойкость, функциональные покрытия, приварка, абразив, отходы, полотно.

В сложившихся реалиях беспрецедентных санкций против Российской Федерации, наложенных странами коллективного ЗАПАДА, особо остро встают вопросы контрмер (рис. 1).



Рис.1. Распределение наложенных санкций по отраслям

Так под наибольшим ударом оказались одни из важнейших отраслей РФ это металлургия, сельское хозяйство и химическая промышленность. Причем сельское хозяйство находится в жёсткой зависимости как от металлургии, так и от химической промышленности, а это означает что по **продовольственной** безопасности нанесен тройной удар. Одна из важнейших задач которая стоит перед любым государством это обеспечение продовольствием в достатке граждан своей страны. Для достижения этой цели требуется принять ряд действий направленных на диверсификацию отраслей промышленности и сельского хозяйства.

Так одним из важнейших направлений диверсификации является импортозамещение, способное заменить продукцию ушедших с нашего рынка производителей техники и оборудования.

Перспективным направлением способным реализовать поставленную цель является: развитие технологий повышения технико-экономических показателей при изготовлении и ремонте деталей машин, а именно технологии упрочнения и восстановления [1-3]. К таким

технологиям относиться функциональные покрытия способные обеспечить требуемые характеристики рабочих поверхностей в зависимости от условий работы (Рис. 2) [3-4].



Рис. 2. Классификация функциональных покрытий.

Так перспективным направлением получения функциональных покрытий с высокой износостойкостью являются методы позволяющие использовать в качестве присадочного материала отходы получаемые, например с инструментальных производств (Рис. 3) [5-6]. Одни из таких методов получения покрытий из металлических отходов является электроконтактная приварка металлической ленты. Он позволяет получать покрытия из различных сталей и сплавов, с минимальными потерями присадочного материала, имеет низкую зону термического влияния и обеспечивает высокое качество покрытий с необходимыми свойствами [7].





Рис. 3. Пример присадочных материалов.

Так, например износостойкость покрытий полученных из отработанных ножовочных полотен изготовленных из сталей марок У12А и 11РЗАМЗФ2 в 4 и 7 раз соответственно имеют большую износостойкость чем эталон из стали 45. Это говорит о том, что направление получения функциональных покрытий является важным для обеспечения импортозамещения в нашей стране.

Выводы:

1. Рассмотрены факторы, влияющие на продовольственную безопасность.
2. Показано что перспективным направлением повышения ресурса деталей машин является создание функциональных покрытий с высокой износостойкостью из металлических отходов различных производств.
3. Показано что технологии получения функциональных покрытий способны обеспечить импортозамещение за счет повышения ресурса деталей машин.

Библиографический список

1. Серов, А. В. Исследование возможности применения холодного газодинамического напыления при заделке отверстий радиаторов охлаждения / А. В. Серов, П. И. Бурак, Н. В. Серов // Техника и оборудование для села. – 2018. – № 12. – С. 38-41. – EDN YQZJBR.
2. Критерий возможности использования компактных материалов для получения функциональных покрытий электроконтактной приваркой на цилиндрические поверхности / А. В. Серов, П. И. Бурак, Р. А. Латыпов, Н. В. Серов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2018. – № 1(83). – С. 52-58. – DOI 10.26897/1728-7936-2018-1-52-58. – EDN YPMТТС.
3. Бурак, П. И. Дефекты радиаторов охлаждения автотранспортных средств, способы их предотвращения и ремонт / П. И. Бурак, А. В. Серов, Н. В. Серов // Сборник научных трудов молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов. – Москва: Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина, 2012. – С. 45-50. – EDN YJHХN.
4. Серов, Н. В. Особенности некоторых методов упрочнения материалов / Н. В. Серов, В. М. Соколова // Доклады ТСХА, Москва, 06–08 декабря 2018 года. Том выпуск 291, часть 2. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. – С. 92-97. – EDN KHSKVY.
5. Developing and Testing the Air Cooling System of a Combined Climate Control Unit Used in Pig Farming / I. Yu. Ignatkin, S. Kazantsev, N. A. Shevkun [et al.] // Agriculture. –

2023. – Vol. 13, No. 2. – P. 334. – DOI 10.3390/agriculture13020334. – EDN ZJWUMP.

6. Утилизация отходов инструментального и машиностроительного производства электроконтактной приваркой / Р. А. Латыпов, П. И. Бурак, А. В. Серов, Н. В. Серов // Доклады ТСХА : Материалы международной научной конференции, Москва, 05–07 декабря 2017 года. Том Выпуск 290, Часть 2. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018. – С. 207-209. – EDN UPQANQ.

7. Методика назначения оптимальных режимов электроконтактной приварки / А. В. Серов, Н. В. Серов, П. И. Бурак, В. М. Соколова // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2019. – № 6(94). – С. 35-39. – DOI 10.34677/1728-7936-2019-6-35-39. – EDN ZBWHAZ.

УДК 004.054

ТЕСТИРУЕМОСТЬ И ОЦЕНИВАЕМОСТЬ В РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Горбатовский Кирилл Алексеевич, Старший преподаватель, БГТУ им. Шухова, Россия, Белгород, silveoo@yandex.ru

Научный руководитель: Коломыцева Е. П. Заведующий лабораторией; БГТУ им. Шухова, Россия, Белгород

Аннотация: В статье рассматриваются ключевые аспекты тестируемости и оцениваемости программного обеспечения (ПО), их влияние на качество и надежность разрабатываемых систем. Анализируются основные принципы, методы и инструменты, способствующие повышению тестируемости и оцениваемости, а также приводятся практические рекомендации для разработчиков и тестирующих.

Ключевые слова: тестируемость, оцениваемость, качество ПО, модульное тестирование, метрики, автоматизация тестирования.

Введение

Современная разработка программного обеспечения (ПО) предъявляет высокие требования к качеству создаваемых систем. Помимо высокой функциональности, особенно важными становятся надежность, сопровождаемость, масштабируемость и предсказуемость поведения системы в различных условиях эксплуатации. Для достижения этих целей особое значение приобретают такие характеристики, как тестируемость и оцениваемость.

Тестируемость и оцениваемость являются ключевыми аспектами качества программных систем, позволяющими обеспечить их стабильную работу, своевременное обнаружение ошибок и оптимизацию процессов разработки и поддержки. Их внедрение способствует снижению затрат, повышению эффективности команд и обеспечению высокого уровня доверия к создаваемым продуктам.

Тестируемость программного обеспечения

Определение и критерии тестируемости

Тестируемость – это свойство системы, характеризующее ее способность проходить проверку на предмет обнаружения дефектов с минимальными затратами времени и ресурсов. Основные критерии тестируемости включают:

- Детерминированность: способность системы показывать одинаковое поведение при одинаковых входных данных, что облегчает автоматизированное тестирование и анализ результатов.

- **Изолированность компонентов:** возможность тестировать отдельные модули без необходимости запуска всей системы, что ускоряет процесс выявления ошибок и повышает точность диагностики.

- **Наблюдаемость:** доступность информации о внутреннем состоянии системы, логов, переменных и метрик во время выполнения, что позволяет быстро обнаруживать и локализовать неисправности.

- **Управляемость:** возможность задавать точные входные параметры, управлять условиями выполнения и получать ожидаемые результаты, что повышает эффективность тестирования и автоматизации.

Методы повышения тестируемости

1. **Модульное тестирование (Unit Testing)** – разбивка системы на мелкие, независимые компоненты, что позволяет проводить тесты в изолированном режиме и быстро выявлять ошибки на ранних этапах разработки.

2. **Использование mock-объектов, стабов и заглушек** – замена реальных зависимостей тестируемых модулей для имитации их поведения, что обеспечивает изоляцию и контроль условий тестирования.

3. **Логирование и трассируемость** – внедрение систем логирования, метрик и трассировок для отслеживания выполнения программы, анализа ошибок и поведения системы в реальном времени.

4. **Соблюдение принципов SOLID, Clean Code и паттернов проектирования** – написание чистого, модульного и легко поддерживаемого кода, что способствует повышению тестируемости и уменьшению числа ошибок.

5. **Использование автоматизированных тестовых сред и CI/CD-процессов** – интеграция тестирования в цепочку сборки и доставки, что обеспечивает быстрое обнаружение проблем и ускоряет цикл разработки.

Оцениваемость программного обеспечения

Метрики для оцениваемости

Для оценки качества ПО применяются различные метрики, позволяющие количественно определить уровень надежности, производительности и сложности системы:

- **Метрики кода:**

- **Цикломатическая сложность (Cyclomatic Complexity)** – показатель сложности кода, указывающий на число независимых путей выполнения, что влияет на тестируемость и сопровождаемость.

- **Покрытие тестами (Test Coverage)** – процент кода, покрытого автоматическими тестами, что свидетельствует о степени проверенности системы.

- **Метрики производительности:**

- **Время отклика (Response Time)** – время, затраченное на выполнение запроса или операции, важный показатель пользовательского опыта.

- **Нагрузочные характеристики (Throughput, Конкурентность)** – способность системы обрабатывать заданное количество запросов или данных без деградации качества.

- **Метрики надежности:**

- **Частота отказов (Failure Rate)** – количество сбоев или ошибок за определенный период эксплуатации.

- **Среднее время восстановления (Mean Time to Recovery, MTTR)** – средний период, необходимый для восстановления системы после сбоя.

Инструменты для оцениваемости

- **Статический анализ кода:** SonarQube, ESLint, PMD – автоматический анализ исходного кода на предмет потенциальных дефектов, уязвимостей и нарушений стандартов кодирования.

- Профилирование производительности: JMeter, Gatling, VisualVM – инструменты для измерения времени отклика, нагрузки и выявления узких мест.

- Системы мониторинга: Prometheus, Grafana, Nagios – сбор и отображение метрик системы в реальном времени, анализ трендов и своевременное реагирование на проблемы.

Практические рекомендации

- Внедрение тестирования на ранних этапах разработки (TDD – Test-Driven Development) – позволяет создавать код, который уже покрыт тестами, и снижает число ошибок.

- Автоматизация сбора и анализа метрик – использование CI/CD и систем мониторинга для постоянного контроля качества и быстрого реагирования на отклонения.

- Оптимизация архитектуры: переход к микросервисной архитектуре, event-driven подходу – упрощает тестирование, позволяет масштабировать системы и повышает их оценку.

- Регулярное проведение ревью и рефакторинга – поддержание кода в чистом и понятном состоянии, что способствует повышению тестируемости и надежности.

- Обучение команд лучшим практикам разработки, тестирования и оценки – создание культуры качества и ответственности.

Заключение

Тестируемость и оцениваемость являются важнейшими характеристиками программных систем, напрямую влияющими на их качество, надежность и стоимость владения. Повышение этих характеристик достигается использованием современных методов разработки, автоматизации тестирования и метрического анализа. Интеграция принципов тестируемости и оценивания в процессы разработки, сопровождения и поддержки позволяет снизить риски, ускорить выпуск новых версий и обеспечить высокое качество программных продуктов. В условиях быстро меняющихся требований и технологий, эти подходы становятся основой для построения устойчивых и конкурентоспособных решений.

Библиографический список

1. Critical Impacts of Advanced Technology in Certification of Vehicle Repair and Maintenance Facilities in Agrifood Systems / A. S. Guzalov, E. S. Schnaras, E. G. Ivakina [et al.] // Unlocking Digital Transformation of Agricultural Enterprises. Technology Advances, Digital Ecosystems, and Innovative Firm Governance. – Cham : Springer, 2023. – P. 167-175.

2. Parlyuk, E. P. Mathematical efficiency model of the block-module cooling system of automotive vehicles and tractors / E. P. Parlyuk, N. N. Pulyaev, A. V. Kurilenko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 16–19 июня 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Vol. Volume 839. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52061. – DOI 10.1088/1755-1315/839/5/052061.

3. Kurilenko, A. V. Development of a new polyurethane radiator for the cooling system of an internal combustion engine / A. V. Kurilenko // , 20 мая 2021 года, 2021. – P. 257-260.

УДК 004.054

РАЗВИТИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИГР И УЧЕБНЫХ СИМУЛЯТОРОВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НАУКАМ И ТЕХНИКЕ

Мосичкин Дмитрий Павлович, Старший преподаватель, БГТУ им. Шухова, Россия, Белгород, silveoo@yandex.ru

Научный руководитель: Коломыцева Е. П. Заведующий лабораторией; БГТУ им. Шухова, Россия, Белгород

Аннотация: Данная статья рассматривает важность и потенциал развития образовательных игр и учебных симуляторов в контексте обучения наукам и технике.

Ключевые слова: игры, симуляторы, образование, влияние, возможности.

В настоящее время стремительно развиваются информационные технологии, увеличивается объем информации, и появляются новые способы её восприятия. К такому быстрому прогрессу стоит адаптироваться и привыкать. Этому способствует компьютерное обучение, которое уже со школы готовит детей к новому миру. Такие методы позволяют учиться в интерактивной и увлекательной форме, что способствует вовлеченности в образовательный процесс и повышению интереса к учебе.

Образовательные игры обычно ориентированы на развитие логического мышления, математических навыков, а также развитие умений решать проблемы и принимать решения. Они позволяют на практике применять усвоенные знания и навыки, что способствует более глубокому усвоению материала.

Компьютерные игры, используемые в качестве средства обучения, могут быть классифицированы по нескольким категориям:

1. Образовательные игры — это игры, которые разработаны специально для обучения определенным предметам или навыкам. Они обычно содержат интерактивные уроки и задачи, направленные на улучшение понимания и запоминания информации.

2. Симуляторы — это компьютерные игры, которые позволяют игрокам испытать или изучить различные ситуации и процессы. Например, медицинские симуляторы позволяют студентам изучать анатомию и практикуют медицинские процедуры, а экономические симуляторы помогают студентам понять принципы работы экономики.

3. Игры для развития навыков — это игры, предназначенные для развития различных навыков, таких как критическое мышление, решение проблем и креативность.

Важно отметить именно симуляторы. Их используют как для обучения школьников, так и для подготовки специалистов. Благодаря ним можно оказаться в разных ситуациях, проверить свои знания на практике и набраться опыта. Уже сейчас симуляторы активно используются для подготовки врачей. К примеру, для обучения хирургов используют тренажер для обработки навыков сосудистого шва. Также симуляторы активно используются для управления транспортными средствами: автомобилей, самолетов и так далее.

Профессиональная подготовка специалистов с использованием учебных тренажеров и симуляторов ориентирована на реализацию практико-ориентированного обучения, внедрение личностно-ориентированной модели обучения. Цель использования учебных тренажеров, игр и симуляторов заключается в создании условий для формирования профессиональной саморегуляции будущего специалиста.

В современном образовании образовательные игры и учебные симуляторы активно используются в различных образовательных дисциплинах с целью обогащения учебного процесса и улучшения качества образования.

В области математики образовательные игры и симуляторы помогают учащимся визуализировать математические концепции и развивать абстрактное мышление. Например, игры, основанные на решении математических головоломок, могут способствовать развитию логического мышления и навыков решения проблем.

Для изучения физики образовательные симуляторы могут включать в себя виртуальные физические эксперименты, моделирование движения объектов, или даже создание собственных физических моделей в виртуальной среде. Это помогает студентам понять сложные физические законы и основы науки о движении и энергии.

Симуляторы химических реакций позволяют студентам экспериментировать с различными химическими веществами и реакциями в безопасной виртуальной среде. Это не только повышает интерес к изучению химии, но и способствует углублению понимания химических процессов.

Образовательные игры и симуляторы в области биологии могут включать в себя виртуальные лаборатории для изучения клеточных процессов, генетики, и экосистем. Эти симуляции позволяют студентам проводить эксперименты и исследования, которые могут быть недоступны в реальных лабораторных условиях.

Учебные симуляторы в области технических и инженерных наук позволяют студентам применять теоретические знания на практике. Например, симуляторы механических систем или программирования могут помочь студентам понять основы инженерных концепций и развить практические навыки.

Внедрение образовательных игр и учебных симуляторов в образовательную практику сталкивается с несколькими вызовами. Одним из них является необходимость разработки качественных образовательных игр, которые соответствуют образовательным стандартам и целям. Это требует больших инвестиций времени и ресурсов, а также сотрудничества между специалистами по образованию, разработчиками и педагогами.

Другим вызовом является обеспечение равного доступа к образовательным играм и симуляторам для всех учащихся, независимо от их социального или экономического статуса. Это может потребовать усилий в области финансирования, обеспечения доступности технологий и развития специальных программ для школ с ограниченными ресурсами.

Однако, несмотря на вызовы, перспективы образовательных игр и симуляторов весьма обнадеживающие. С развитием технологий виртуальной и дополненной реальности, образовательные игры и симуляторы становятся все более реалистичными и эффективными в обучении. Интерактивные методики обучения, такие как геймификация и виртуальные лаборатории, становятся все более популярными и доступными. Это открывает новые возможности для улучшения образования в области наук и техники и привлечения студентов к изучению этих предметов.

И, наконец, развитие и распространение образовательных игр и симуляторов в образовании может способствовать повышению мотивации и интереса студентов к учебе, что в свою очередь может привести к улучшению успеваемости и обучаемости в различных образовательных дисциплинах, включая науки и технику.

Библиографический список

1. Алиева, М. К. Применение цифровых образовательных игр в учебном процессе / М. К. Алиева. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2024. — № 13 (512). — С. 205-207.
2. Дудырев И.А., Максименкова О.В. Симуляторы и тренажеры в профессиональном образовании. // Вопросы образования №3. 2020. С.255-276
3. Иорданский М.А., Мухин Н.А. Учебные компьютерные тренажеры – важный класс новых образовательных продуктов // Вестник Мининского университета. 2016. №2 (15). С. 1-11
4. Коломыцева Е.П., Жуков Е.Е., Моделирование веб-ориентированной информационной системы предприятия по развитию стрелковых и охранных навыков // 2019. С.31-35

УДК 628.9 : 631.544.45

ВЫБОР ОСВЕТИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ БЫТОВОГО ФИТОТРОНА

Гусенников Евгений Николаевич, аспирант кафедры автоматизированного электропривода ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ, ujhuf99@gmail.com

Юран Сергей Иосифович, профессор кафедры автоматизированного электропривода ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ, yuran-49@yandex.ru

Аннотация: При разработке фитотрона в рамках бюджетного сегмента необходимо проводить анализ осветительного оборудования по принципу цена-качество. В

данной статье приводится универсальная методика выбора осветительного оборудования на основе отношения уровня фотосинтетически активной радиации к цене оборудования. В качестве примера на основе предложенной методики проведён анализ оборудования для освещения камеры разрабатываемого фитотрона, в результате которого была выбрана светодиодная лента типа WRGB SMD 5050 PCB, обладающая рядом функциональных преимуществ.

Ключевые слова: фитотрон, светодиодное освещение.

Фитотрон в классическом представлении является узкопрофессиональной установкой, обеспечивающей заданные условия микроклимата для роста растений, в том числе и освещения [1]. Как правило, данные устройства имеют высокую цену, обусловленную во многом такими важными показателями, как широкий набор регулируемых параметров, точность их поддержания на заданном уровне, степень стерильности и объём рабочей камеры, мощность осветительного оборудования и др. При этом ближайшие менее дорогие конкуренты, а именно, домашние теплицы, growbox, стеллажи с фитолампами, не соответствуют требованиям для проведения агрономических исследований. Для заполнения данной пустой ниши ведётся разработка устройства «Бытовой фитотрон» [2]. Ключевой особенностью данного решения является объединение профессиональных возможностей, таких как гибкость настройки и функциональность с относительно невысокой ценой в рамках корпуса бытового формата. Вследствие этого возникает необходимость в анализе рынка осветительного оборудования для разрабатываемого устройства.

Целью исследования является определение наиболее подходящего осветительного оборудования для разрабатываемого фитотрона.

Задачи исследования:

1. Разработка методики выбора осветительного оборудования в соответствии с основными требованиями, предъявляемыми к разрабатываемому фитотрону.
2. Анализ и выбор согласно методике необходимого осветительного оборудования для разрабатываемого фитотрона.

Сформулируем основные требования к выбираемому осветительному оборудованию. Главным фактором является цена, так как разработка ведётся в рамках бюджетного устройства. Вторым по важности фактором выделим функциональность и гибкость, что необходимо для проведения исследований. Поскольку освещение выбирается для фитотрона, то третий фактор – полнота спектра освещения, а именно, соответствие спектру фотосинтетически активной радиации (ФАР). Также выделим надёжность и особенности корпуса, так как оборудование будет работать в неблагоприятной влажной среде.

На основании представленных требований сформируем пошаговую методику выбора осветительного оборудования.

1. Составление списка анализируемого оборудования.
2. Определение параметров оборудования.
3. Выявление приоритетного варианта.
4. Проверка совместимости с остальным оборудованием.

Рассмотрим более подробно каждый этап.

На первом этапе составляется список осветительного оборудования, которое теоретически может быть использовано в устройстве. Основное внимание должно уделяться готовым решениям, что позволит сократить затраты на разработку осветительного оборудования.

Вторым этапом составляется сводная таблица, в которую записываются выбранное оборудование, его параметры и характеристики. К ним относятся: создаваемый световой поток, коэффициент эффективности облучения ФАР, цена оборудования, отношение уровня ФАР к цене.

В свою очередь коэффициент эффективности облучения ФАР определяется по выражению:

$$k_{\text{ФАР}} = \int_{400}^{700} f_{\text{осв}}(\lambda) \cdot f_{\text{ФАР}}(\lambda) d\lambda, \quad (\text{С. Ф. 001})$$

где $k_{\text{ФАР}}$ – коэффициент эффективности облучения ФАР, $f_{\text{осв}}(\lambda)$ – функция спектральной характеристики оборудования, $f_{\text{ФАР}}(\lambda)$ – функция спектра действия ФАР, λ – длина волны, нм.

При этом отношение уровня ФАР к цене определяется как:

$$R_{\text{ФАР}} = \frac{k_{\text{ФАР}} \cdot \Phi_{\text{осв}}}{P_{\text{осв}}}, \quad (\text{С. Ф. 002})$$

где $R_{\text{ФАР}}$ – отношение уровня ФАР к цене, мкмоль/с·руб, $\Phi_{\text{осв}}$ – световой поток оборудования, лм, $P_{\text{осв}}$ – цена оборудования, руб.

Третьим этапом на основе анализа характеристик оборудования определяется наиболее подходящее оборудование. Поскольку уровень облучения ФАР и функциональность невозможно в полной мере сравнивать, то выбор происходит по следующим образом: выбирается оборудование с наибольшим $R_{\text{ФАР}}$, после чего анализируется его функциональность и гибкость. В случае, если оборудование не удовлетворяет концепции устройства, то аналогично анализируется оборудование с меньшим значением $R_{\text{ФАР}}$.

Четвёртым этапом происходит проверка электротехнических особенностей выбранного оборудования. К данным особенностям отнесём: напряжение питания оборудования, потребляемый ток, пусковой ток, мощность нагрева. Выбранное оборудование анализируется индивидуально в контексте разрабатываемого устройства.

В качестве примера приведём выбор осветительного оборудования для камеры выращивания растений в «Бытовом фитотроне». Поскольку разрабатываемое оборудование предполагает универсальное использование, то зададимся общей для большинства видов растений спектральной характеристикой ФАР [3,4].

Анализ будет проводиться следующего оборудования:

1. Minifermer Quantum board 30 Вт – светодиодная панель, на панели которой установлены специализированные фито-светодиоды марки Samsung LM281B+PRO, для работы требуется драйвер, питающийся от сети промышленного напряжения, уровень пылевлагозащиты не указан.

2. ЭРА FITO18WRa90E27 – светодиодная фитолампа полного спектра в формате лампочки грибовидной формы с цоколем E27, напряжение питания 220 В, мощность 18 Вт.

3. Светодиодная лента типа WRGB SMD 5050 PCB, позволяющая отдельно регулировать яркость белых, красных, зелёных и синих светодиодов, рабочее напряжение питания равно 24 В, максимальная потребляемая мощность 12 Вт/м, цветовая температура белых светодиодов 5500 К, пылевлагозащита IP65.

4. AVANLED AL T8-9-BR-600 FITO – светодиодная лампа красно-синего спектра, форма исполнения колбы линейная (T8), мощность 9 Вт, номинальное напряжение питания 220 В.

5. Светодиодная лента марки Areuron 24В, оснащена светодиодами холодного белого цвета от фирмы San'an марки SMD5050, имеется возможность изменения уровня яркости, рабочее напряжение 24 В, мощность 14,4 Вт/м, класс пылевлагозащиты IP20.

Составим таблицу для данного списка (таблица 1). При заполнении таблицы использовалась справочная и паспортная информация. В расчёте использовались выражения (С.Ф.001) и (С.Ф.002). Для интегрирования функций спектра использовался графический метод площадей с шагом интегрирования равными 25 нм в диапазоне 400...700 нм.

Таблица 1

Сравнительная таблица осветительного оборудования

№	Марка	$\Phi_{\text{осв}}$, лм	$k_{\text{ФАР}}$	$P_{\text{осв}}$, руб	$R_{\text{ФАР}}$, мкмоль/с·руб
1	Quantum board 30 Вт	5 207	5,81	2 005,00	15,09

2	ЭРА FITO18WRa90E27	800	4,54	1 183,00	3,07
3	WRGB SMD 5050 PCB	5 175	1,86	902,00	10,67
4	AVANLED AL T8-9-BR-600	315	2,46	296,00	2,62
5	Apeyron 24B	4 000	1,92	912,00	8,41

Визуализация данных осветительного оборудования из таблицы 1 представлена на рисунке 1.

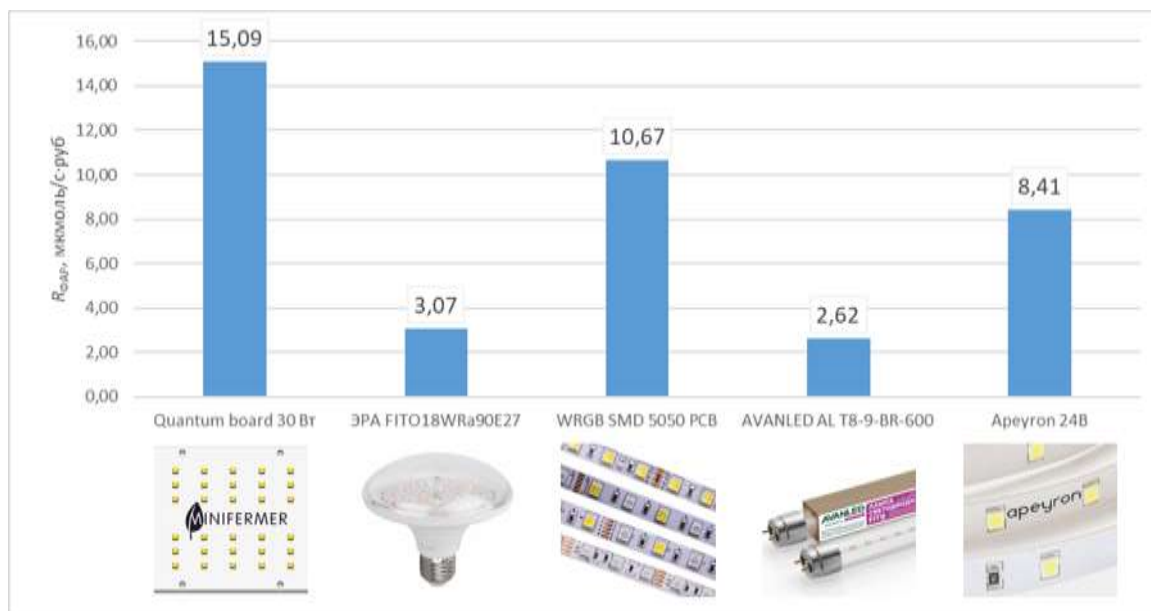


Рис. 1 Визуализация данных анализируемого оборудования

В результате анализа (таблица 1) оборудованием с наибольшим $R_{\text{ФАР}}$ является Quantum board 30 Вт, однако данное оборудование имеет существенные функциональные ограничения, а именно, невозможность регулировки яркости, отсутствие возможности изменения спектра света, крупный корпус, необходимость подключения панели через драйвер. Далее рассмотрим второй вариант по параметру $R_{\text{ФАР}}$ – светодиодная лента типа WRGB SMD 5050 PCB. Данное оборудование позволяет регулировать яркость светодиодов каждого цвета по отдельности, в результате чего можно изменять спектральный состав света, что актуально для проведения агрономических экспериментов. Также формфактор ленты удобен для проектирования устройств, а заявленный класс пылевлагозащиты позволяет использовать её в камере фитотрона. Остальные варианты имеют меньший уровень $R_{\text{ФАР}}$ и меньшую функциональность, из чего сделаем вывод, что наиболее подходящим оборудованием для освещения в камере фитотрона является светодиодная лента типа WRGB SMD 5050 PCB.

Подводя итог работы, отметим следующее:

1. В ходе исследования была разработана универсальная методика выбора осветительного оборудования на основе отношения уровня ФАР к цене.
2. На основе предложенной методики проведён анализ оборудования для освещения камеры разрабатываемого «Бытового фитотрона», в результате которого была выбрана светодиодная лента типа WRGB SMD 5050 PCB.

Библиографический список

1. Гусенников, Е. Н. Пути создания благоприятных условий для роста рассады в условиях закрытого грунта / Е. Н. Гусенников, С. И. Юран // Наука и молодежь: новые идеи и решения в АПК : Материалы Национальной научно-практической конференции молодых

ученых с международным участием, посвященной Десятилетию науки и технологий и 80-летию Удмуртского ГАУ. Ижевск, 28 ноября – 2023 года. – Ижевск : Удмуртский государственный аграрный университет, 2023. – С. 175–184.

2. Гусенников, Е. Н. Концепт комбинированного устройства контролируемого выращивания растений для бытового применения / Е. Н. Гусенников, С. И. Юран // Современные тенденции технологического развития АПК: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной Десятилетию науки и технологий и 300-летию Российской академии наук. – Ижевск : Удмуртский государственный аграрный университет, 2024. – С 253–256.

3. Патент № 232987. Фитотрон с системой бесконтактного нагрева почвы в горшках : № 2024130240 : заявл. 08.10.2024 : опубл. 31.03.2025 / С. И. Юран, Е. Н. Гусенников ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Удмуртский государственный аграрный университет". – 8 с.

4. Whole high-quality light environment for humans and plants / A. S. Sharakshane. – DOI 10.1016/j.lssr.2017.07.001 // Life Sciences in Space Research. – 2017. – Vol. 15. – p. 18–22. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214552417300305> (дата обращения: 20.05.2025).

УДК 628.4

УСТОЙЧИВЫЕ УПАКОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ В АГРОСЕКТОРЕ: КАК ТЕХНОЛОГИИ ПОМОГАЮТ СОКРАТИТЬ ОТХОДЫ

Огнева Екатерина Дмитриевна, студентка кафедры «Тракторы и автомобили» ИМЭ им. В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ekat.ognewa@yandex.ru

Митягин Григорий Евгеньевич, к.т.н., доцент, доцент кафедры «Тракторы и автомобили» ИМЭ им. В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mityagin@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье рассматриваются устойчивые упаковочные технологии в агропромышленном комплексе (АПК) и их вклад в снижение экологической нагрузки. Анализируются инновационные биоразлагаемые материалы, цифровые технологии и системы повторной переработки. Представлены примеры внедрения устойчивых решений в России и за рубежом, а также перспективы развития экотехнологий в агросекторе.

Ключевые слова: Устойчивое развитие, упаковка, агросектор, биоразлагаемые материалы, цифровизация, переработка

Рост объемов сельскохозяйственного производства сопровождается увеличением использования упаковочных материалов. В большинстве случаев упаковка изготавливается из трудноразлагаемых полимеров, что ведёт к загрязнению окружающей среды и росту перерабатываемых отходов [1]. В условиях актуальности экологических требований, особенно для экспортно-ориентированных хозяйств, возникает необходимость перехода к устойчивым решениям. Современные технологии позволяют использовать биоразлагаемые материалы и внедрять цифровые системы управления упаковкой, что снижает негативное воздействие и повышает эффективность логистических операций.

Традиционные упаковочные материалы, используемые в агропромышленном комплексе, включают в себя преимущественно синтетические полимеры: полиэтилен, полипропилен, полистирол, а также многослойные композитные пленки [2]. Они широко применяются для хранения и транспортировки как свежей, так и переработанной продукции, поскольку обладают низкой стоимостью, устойчивостью к влаге и механическим повреждениям [3]. Однако экологическая и технологическая оценка данных решений выявляет их ряд существенных недостатков.

Во-первых, полимерная упаковка практически не разлагается в природных условиях [4]. По оценкам международных организаций, срок естественного разложения полиэтилена может составлять от 100 до 400 лет, в зависимости от условий окружающей среды [5]. Во-вторых, система сбора и переработки упаковки в сельских районах, особенно в малых и средних хозяйствах, отсутствует или функционирует нестабильно [6]. Это приводит к попаданию отходов в почву, водоемы и пищевые цепи [7].

Дополнительную проблему составляет низкий уровень повторного использования тары. В большинстве хозяйств упаковка носит одноразовый характер и после первичного применения уничтожается или вывозится на свалку. Такая модель потребления ресурсов формирует линейную экономику, что противоречит принципам устойчивого развития, на которых строятся современные стратегии агроинженерии и биоэкономики.

Экономические издержки, связанные с ежегодной закупкой новых упаковочных материалов, также оказывают давление на себестоимость сельскохозяйственной продукции. При этом стоимость утилизации растёт, а риски санкций и ограничений при экспорте товаров, упакованных в неэкологичную тару, усиливаются.

Осознание этих проблем стало отправной точкой для перехода к разработке и внедрению устойчивых упаковочных решений, минимизирующих отходы и обеспечивающих возможность интеграции в систему переработки и повторного использования.

В качестве альтернативы традиционным материалам в агросекторе внедряются биоразлагаемые и многоразовые упаковочные решения. Наиболее перспективными считаются материалы на основе крахмала, полимолочной кислоты и целлюлозы, способные разлагаться в природных условиях. Они обеспечивают необходимый уровень защиты продукции и не создают загрязнений при утилизации. Дополнительно используются переработанные полимеры и композиты для производства возвратной тары, что позволяет многократно применять упаковку и снижать объем отходов. Переход к таким материалам требует поддержки на уровне логистики, учёта и нормативного регулирования, но уже демонстрирует положительные результаты в пилотных аграрных проектах.

Цифровизация упаковки в агросекторе направлена на повышение контроля и сокращение потерь. Основу таких решений составляют QR-коды, RFID-метки и системы учёта, позволяющие отслеживать перемещение, состояние и количество упаковочной тары. Это особенно важно для возвратной упаковки, где требуется точный контроль за оборотом. Интеграция цифровых систем в логистику снижает избыточное использование материалов и упрощает процессы сортировки и переработки. Внедрение подобных решений поддерживается в рамках цифровой трансформации агропромышленного комплекса, особенно в хозяйствах, применяющих элементы «умной» логистики и автоматизированного управления поставками.

Практика внедрения устойчивых упаковочных решений постепенно распространяется среди российских аграрных предприятий. В ряде хозяйств Краснодарского края и Татарстана применяются биоразлагаемые мешки и многоразовые контейнеры. Крупные агрохолдинги тестируют цифровую маркировку тары с целью оптимизации возврата и сокращения расходов. За рубежом аналогичные технологии активно внедряются в странах Европейского союза, где действуют жёсткие экологические стандарты. Поддержка со стороны государства, развитие перерабатывающей инфраструктуры и распространение цифровых платформ создают условия для масштабного перехода к устойчивым упаковочным моделям в агропромышленном комплексе России.

Заключение

Устойчивые упаковочные решения становятся важной частью экологической трансформации агросектора. Применение биоразлагаемых и многоразовых материалов, а также цифровизация упаковочного оборота позволяют сократить объёмы отходов, снизить экологическую нагрузку и повысить эффективность логистических процессов. Внедрение таких подходов требует комплексной поддержки, включая нормативное регулирование, развитие инфраструктуры и стимулирование аграрных предприятий. Перспективы перехода

к устойчивой упаковке напрямую связаны с общими тенденциями цифровизации и экологизации агропромышленного комплекса.

Библиографический список

1. Evgrafov, A. Experimental studies of temperature-dynamic properties of peat soils in agricultural lands / A. Evgrafov, A. Guzalov, D. Moskvichev // E3S Web of Conferences : XI International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development, Termez, Uzbekistan, 31 октября – 02 2024 года. – Termez, Uzbekistan: EDP Sciences, 2025. – P. 5003. – DOI 10.1051/e3sconf/202561305003. – EDN KQAYOQ.
2. Москвичев, Д. А. Развитие модульного транспорта в сельском хозяйстве / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Управление рисками в АПК. – 2016. – № 1. – С. 28-34. – EDN VUYPRH.
3. Москвичев, Д. А. Актуальность применения модульных автомобилей / Д. А. Москвичев // Новая наука: Проблемы и перспективы. – 2016. – № 3-2(67). – С. 231-234. – EDN VONXZX.
4. Москвичев, Д. А. Применение технологий технического обслуживания модульных транспортных средств в агропромышленном комплексе / Д. А. Москвичев // Молодой ученый. – 2016. – № 6-5(110). – С. 9-10. – EDN VWLHNP.
5. Москвичев, Д. А. Развитие технологий технического обслуживания модульных сельскохозяйственных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства и сельских территорий: Сборник статей V Международной научно-практической конференции, Саратов, 18 марта 2016 года. – Саратов: Техно-Декор, 2016. – С. 76-79. – EDN VOALCB.
6. Москвичев, Д. А. Анализ модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Наука молодых - агропромышленному комплексу: Сборник статей Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, Москва, 01–03 июня 2016 года / Редакционная коллегия: А.В. Голубев, Р.А. Мигунов, Н.Е. Арестова, Н.А. Милюкова, Е.В. Пронина, А.В. Байдина, А.В. Бочкарев, Д.В. Котусов, Д.Д. Постникова, Е.Ф. Малыха, А.А. Волков, В.И. Горностаев. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – С. 169-171. – EDN YXPVJZ.
7. Москвичев, Д. А. Развитие модульных автопоездов / Д. А. Москвичев // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. – 2017. – Т. 1, № 4. – С. 30-32. – EDN YJMUER.

УДК 631.3.02

ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СМЕСИТЕЛЯ-КОРМОРАЗДАТЧИКА ПУТЕМ МОДУЛЬНОЙ ЗАМЕНЫ ИЗНАШИВАЕМЫХ ЧАСТЕЙ

Самуков Николай Дмитриевич, Магистр 2 курса института механики и энергетики имени В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, Nik.samik@yandex.ru

Научный руководитель – Скороходов Дмитрий Михайлович, к.т.н., доцент кафедры сопротивления материалов и деталей машин института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, d.skorokhodov@rgau-msha.ru

Аннотация. Рассмотрены особенности восстановления работоспособности смесителя-кормораздатчика путем модульной замены изнашиваемых частей. По результатам анализа рассмотрены основные места износа, определены выводы по ремонту опасных зон

Ключевые слова: смеситель–кормораздатчик, корм, рабочий орган, звездочка, износ.

Сейчас сложно представить себе современную животноводческую ферму без кормораздатчика. Это устройство позволяет получать высококачественный, легкоусвояемый смешанный и измельчённый корм для животных [1].

В этой статье мы рассмотрим, ресурс рабочего витка шнека — основного элемента кормораздатчика, отвечающего за крепление ножей, измельчение и перемешивание загруженной массы корма.

Для начала рассмотрим основные места износа шнека кормораздатчика. На рисунке 1 представлено фото основного рабочего органа горизонтального кормораздатчика KUHN. Как мы можем видеть основной износ приходится на середину шнека. Так происходит из-за принципа перемешивания корма [3]. Шнек сделан таким образом, что загружаемые корма (основными компонентами корма загружаемого в кормораздатчик являются: силос, сенаж, сено, солома, концентрированные корма (рапсовый шрот, свекловичный жом, комбикорм и т.д.)) сталкиваются витками шнека в середины, тем самым образуя место повышенного давления. Из данного факта следует, что основной износ будет приходиться на витки шнека которые находятся по середине, а витки, находящиеся по краям шнека почти не подвержены износу.

Как мы можем наблюдать на рисунке 1, середина шнека пришла в совсем не годное к эксплуатации состояние. Использование кормораздатчика в таком состоянии возможно, но с сопутствующими проблемами. К таким проблемам относятся: увеличение времени перемешивания, неравномерность перемешивания, плохое измельчение, увеличение потребляемой мощности от трактора и тд. Все эти проблемы приносят дополнительные затраты для хозяйств, что в свою очередь снижает рентабельность производства СХ продукции.



Рис. 1. Вид рабочих органов кормораздатчика

Замена всего шнека это трудоемкая и длительная по времени операция, требующая наличия специального оборудования, но её можно избежать, используя метод модульной

замены изнашиваемых частей. На рисунке 2 мы можем видеть разницу изношенного и только изготовленного витка шнека. Данная лопасть была спроектирована, основываясь на геометрические размеры менее изношенных лопастей с учетом износа.



Рис. 2. Изношенный виток шнека в сравнении с новым

Повысить износостойкость модульных шнековых витков возможно за счет применения комбинированных технологий упрочнения [2, 4]. Контролировать геометрические параметры при изготовлении модульных витков шнека возможно за счет применения установки [5].

Разработка оптимизированных конструкций лопастей шнекового рабочего органа и в том числе других рабочих органов сельскохозяйственных машин является актуальной задачей [6, 7].

Принцип модульной замены изнашиваемых частей шнека заключается в замене витков шнека без снятия самого шнека с машины, что в свою очередь помогает экономить время и средства при ремонте смесителей-кормораздатчиков. Процесс делится на 5 этапов:

1. Очистка и подготовка
2. Удаление изношенных частей
3. Финишная подгонка изготовленного витка
4. Приварка нового витка
5. Установка ножей

Очистка и подготовка. Важный этап, отвечающий за безопасность на рабочем месте при замене витков. Необходимо удалить все остатки корма, находящиеся в кормовой ванне после последнего смешивания, чтобы избежать их возгорания при удалении старого и сварке нового витка.

Удаление изношенных частей. На данном этапе происходит удаление изношенного витка шнека с трубы на которой он крепится. Можно использовать разные методы резки металла. Наиболее удобным является использование плазмореza, с помощью которого можно добиться ровного реза на криволинейных заготовках. Далее производится обтачивание сердцевины шнека для удаления остатков резки.

Финишная подгонка изготовленного витка. Так как во время работы шнек может изнашиваться не равномерно, новый виток шнека с вырезанной на лазерном чпу станке нижней дугой может не ровно вставать на место крепления. Плюсом при удалении старого витка могут остаться впадины и бугры прошлой сварки, что в свою очередь затруднит процесс сварки и сделает её менее прочной. Чтобы избежать таких явлений производят финишную подгонку витка шнека к плоскости сердцевины шнека.

Приварка нового витка. Важный этап, требующий специальных навыков и оборудования, но из-за постоянного применения сварочных работ при ремонте СХ техники, не вызывающий трудностей в найме специалистов и приобретении оборудования. Именно от этого этапа зависит будущее работы кормораздатчика. Сварка должна осуществляться качественно и без дефектов так как на виток шнека приходится большие нагрузки практически во всех направлениях. Сварку следует производить специальными электродами, подходящими по составу для свариваемых сталей.

Установка ножей. Заключительный этап восстановления работоспособности кормораздатчика. Установка ножей должна производиться в порядке, установленном производителем. Следует использовать только качественные крепежные элементы, которые способны держать большие нагрузки. Обычно производители рекомендуют использовать болты классом прочности не ниже 10.9

Основываясь на методе, приведенном в статье, можно вернуть рабочее состояние кормораздатчику в течении 1 суток, что в свою очередь не сильно скажется на процессах кормления и раздачи кормов. Оборудование для проведения данных операций есть почти в каждой мастерской, что и делает его доступным для большого количества хозяйств.

Библиографический список

1. Цифровые решения при техническом сервисе сельскохозяйственной техники: Аналитический обзор / И.Г. Голубев, Н.П. Мишуров, В.Ф. Федоренко [и др.]. – Москва: ФГБНУ "Росинформагротех", 2020. – 76 с. – ISBN 978-5-7367-1569-5. – EDN GCUZEQ.
2. Казанцев, С.П. Разработка комбинированной технологии получения железоборидных покрытий при восстановлении и упрочнении деталей сельскохозяйственной техники : специальность 05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Казанцев Сергей Павлович. – Москва, 2006. – 32 с. – EDN NJYXMN.
3. Казанцев, С. П. Производство мясопродуктов и развитие мясопереработки: проблемы, вызовы, барьеры, тренды и тенденции совершенствования / С. П. Казанцев, Д. М. Скороходов, О. В. Чеха. – Москва : Издательство «Спутник +», 2025. – 119 с. – ISBN 978-5-9973-7003-9. – EDN OKTLIG.
4. Казанцев, С.П. Новая технология получения комбинированных диффузионных покрытий / С.П. Казанцев // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2003. – № 7. – С. 30-32. – EDN ZFDIGH.
5. Дорохов, А.С. Контроль качества запасных частей сельскохозяйственной техники автоматизированным измерительным устройством / А. С. Дорохов, Ю. В. Катаев, К. А. Краснящих, Д. М. Скороходов // Наука без границ. – 2018. – № 2(19). – С. 44-50. – EDN YSWRRS.
6. Петров, В.А. Повышение надежности дробилки зерна путем оптимизации конструкции лопастного колеса барабана: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Петров Виталий Анатольевич, 2023. – 182 с.
7. Дородов, П.В. Регрессионная модель износа рабочей поверхности лопастей барабана дробилки зерна серии ДКР / П. В. Дородов, В. А. Петров, Л. А. Торопов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 3(79). – С. 106-113. – DOI 10.48012/1817-5457_2024_3_106-113. – EDN ENSQQE.

УДК 621.785.53; 621.793

УПРОЧНЕНИЕ ПЛОСКИХ НОЖЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН МЕТОДОМ СКОРОСТНОГО ТВЧ-БОРИРОВАНИЯ

Рожков Юрий Николаевич младший научный сотрудник ФГБНУ Федеральный научный агроинженерный центр «ВИМ», РФ, г. Москва, e-mail: dozor.06@mail.ru

Аннотация. *Повышение ресурса и эксплуатационной надёжности режущих элементов сельскохозяйственных машин является актуальной задачей для агропромышленного комплекса. В данной работе рассмотрено применение технологии ТВЧ-борирования с последующим формированием упрочняющего слоя на основе соединений бора на поверхности ножей косилки. Установлено, что такая обработка способствует существенному увеличению износостойкости рабочих органов, что, в свою очередь, позволяет повысить эффективность функционирования техники.*

Ключевые слова: *нож, износостойкость, борирование, лезвие, сталь.*

Введение

В настоящее время скашивание трав осуществляется как на сельскохозяйственных угодьях, так и вдоль транспортных магистралей. Косилка модели КРН-2.1 агрегируется с трактором посредством вала отбора мощности через карданную передачу. Для реализации холостого хода предусмотрено ремённое соединение с обгонной муфтой. Передача движения к рабочим органам косилки осуществляется через редуктор и систему роторных шестерён [1].

Контакт с поверхностью почвы обеспечивается за счёт опорных башмаков, конструкция которых допускает изменение положения в соответствии с рельефом местности. Машина оснащена четырьмя роторами, на каждом из которых установлено по восемь ножей различной длины; при этом центральные ножи могут иметь увеличенные размеры [2–3].

Для предотвращения повреждений при столкновении с твёрдыми препятствиями конструкцией косилки предусмотрена предохранительная система: при срабатывании она разворачивает режущий механизм, позволяя ему безопасно отклониться от препятствия [4].

Современные тенденции в техническом обслуживании сельхозмашин предполагают использование быстро заменяемых узлов. В частности, применение сменных ножевых модулей позволяет существенно сократить время простоев и повысить общую эффективность эксплуатации оборудования [5–6].

Цель и задачи исследований – повышение износостойкости плоских ножей косилки КРН-2.1 путем использования технологического процесса ТВЧ-борирования.

Материалы и методы исследования

Острота режущей кромки плоских ножей оказывает существенное влияние на качество среза как луговых трав, так и сельскохозяйственных культур. На рисунке 1 представлен нож косилки КРН-2.1, подвергнутый обработке методом скоростного ТВЧ-борирования. Применение данной технологии позволяет значительно улучшить эксплуатационные характеристики инструмента, особенно в зоне режущей кромки.



Рис. 1 Процесс наплавки ножа косилки КРН-2.1 на установке СВЧ-40АВ

Метод скоростного ТВЧ-борирования основан на использовании индуцированных токов высокой частоты. Частотные параметры оказывают прямое воздействие на глубину термического воздействия и, соответственно, на зону формирования боридного слоя [7].

Результаты исследований

С целью оценки эффективности предложенного упрочняющего метода плоские ножи, обработанные по технологии скоростного ТВЧ-борирования, были направлены на эксплуатационные испытания во Владимирскую машиноиспытательную станцию (г.

Владимир). Там были проведены полевые испытания, направленные на определение износостойкости режущих элементов.

В результате исследований сотрудники станции установили, что упрочнённые ножи соответствуют требованиям по качеству изготовления и техническим параметрам. Твёрдость рабочей части лезвия после обработки составила 65 HRC, что значительно превышает показатель стандартного (заводского) исполнения, равный 45 HRC. Испытания проводились при скашивании трав на площади 53 га.

Анализ результатов показал, что износостойкость упрочнённых ножей превышает аналогичный параметр серийных изделий более чем в три раза.

Выводы

1. Проведённые испытания подтвердили высокую эффективность технологического процесса скоростного ТВЧ-борирования для повышения износостойкости плоских ножей. Образцы, подвергнутые данной обработке, продемонстрировали увеличение стойкости к износу в 2,5-3 раза по сравнению с серийными изделиями.

2. Перспективным направлением является изготовление ножей из углеродистых конструкционных сталей с пониженным содержанием углерода, таких как сталь 45 или сталь 3. При этом достижение твёрдости в зоне режущей кромки в пределах 52–60 HRC обеспечивает необходимый ресурс при снижении себестоимости.

3. Рекомендуются внедрение метода скоростного ТВЧ-борирования в серийное производство режущих элементов косилок модели КРН-2.1 на предприятиях-изготовителях. Использование менее легированных сталей в сочетании с локальным упрочнением позволит снизить производственные издержки без потери эксплуатационных характеристик.

Библиографический список

1. Косилка ротационная навесная КРН-2.1 Режим доступа: <https://tractorreview.ru/navesnoe-i-pricepnoe-oborudovanie/kosilka-rotatsionnaya-navesnaya-krn-2-1.html>

2. Иванов В.И., Аулов В.Ф., Рожков Ю.Н. Эффективность эксплуатации ножей-измельчителей отечественного и импортного производства, используемых в сельскохозяйственных машинах // Технический сервис машин. – 2020. – № 2 (139). – С. 149-154.

3. Крупин А.Е. Результаты исследований износостойкости рабочих органов косилки КРН при эксплуатационных испытаниях // Вестник НГИЭИ. – 2013. – № 8. – С. 42-48.

4. Крупин А. Е., Колпаков А. В. Способы увеличения ресурса рабочих органов режущих аппаратов уборочных машин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. Теоретический и научнопрактический журнал. 2012. №5. С. 31–33.

5. Ишков А.В., Кривочуров Н.Т., Мишустин Н.М., Иванайский В.В., Максимов А.А. Износостойкие боридные покрытия для почвообрабатывающих органов сельхозтехники // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. -2010. -№ 9 (71). -С. 71-75.

6. Кривочуров Н.Т., Иванайский В.В., Ишков А.В., Щеголев А.В. Об эффективности различных вариантов упрочнения ножей измельчителя-разбрасывателя соломы зерноуборочного комбайна // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 9 (167). С. 151-158.

7. Аулов В.Ф., Рожков Ю.Н., Ишков А.В., Кривочуров Н.Т., Иванайский В.В., Новиков В.С., Коневцов Л.А. Экспериментальные исследования износостойкости образцов из стали 65Г и с покрытием скоростным ТВЧ-борированием // Труды Кольского научного центра РАН – 2018. – Т. 9. № 2-2. – С. 507-511.

РАЗРАБОТКА УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ МЕТОДОВ УПРОЧНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЭКСТРУДЕРА

Белоусов Дмитрий Валерьевич, магистр 2 курса института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tom.klaus.14@mail.ru

Научный руководитель – Казанцев Сергей Павлович, доктор технических наук, профессор кафедры сопротивления материалов и детали машин института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kazansev@rgau-msha.ru

Аннотация. Рассмотрены вопросы, связанные с усовершенствованием технологий восстановления и упрочнения шнеков экструдеров.

Ключевые слова: лазер; упрочнение; износ; диффузия; поверхностное насыщение; рабочий орган.

Актуальность исследования. Современная промышленность предъявляет высокие требования к эксплуатационным характеристикам деталей машин и механизмов. Износостойкость, твёрдость, коррозионная стойкость – ключевые свойства, определяющие срок службы изделий, работающих в экстремальных условиях. Вследствие чего необходимо искать инновационные и совершенствовать старые технологии восстановления и упрочнения рабочих органов.

Цели и задачи исследования. Разработать и обосновать комплексную технологию восстановления и упрочнения винтовой поверхности шнека кормового экструдера с помощью диффузионном борировании.

Процесс изготовления комбикормов реализуется посредством экструдеров, где ключевым функциональным элементом выступает шнек.

Основным фактором, вызывающим износ винтовой кромки шнека, служит воздействие твердых включений растительного происхождения и минеральных компонентов, присутствующих в перерабатываемом материале. К ним относятся: фрагменты зерновой оболочки, абразивные минеральные частицы. Твёрдость растительных компонентов кормовой смеси, в частности зерновой шелухи, варьируется в диапазоне 40–70 МПа, этот показатель существенно зависит от уровня влажности сырья. Особую опасность для рабочих поверхностей представляют абразивные частицы, чья микротвёрдость может достигать значений 11 000 МПа, что может превышать аналогичный показатель для поверхностей шнека.

Восстановление изношенных поверхностей шнека осуществляется следующими методами: наплавка, 3D-печать сталью и механическая обработка. При этом следует учитывать, что механическая обработка принципиально не способна компенсировать утраченный объем материала, что в большинстве случаев делает ее непригодной для полноценного восстановления рабочих характеристик шнека. 3D-печать металлами представляют собой перспективное направление в ремонтном производстве. Однако их практическое применение сопряжено с рядом существенных ограничений, включая необходимость использования высокотехнологичного и дорогостоящего оборудования. Учитывая технологические и экономические аспекты, наиболее рациональным решением для восстановления работоспособности шнеков представляется применение наплавки. Данный метод позволяет эффективно восстанавливать геометрические параметры винтовой кромки, обеспечивая при этом необходимые эксплуатационные характеристики поверхности.

После восстановления геометрии шнека для увеличения срока службы детали, а также для улучшения его физико-химических свойств предлагается упрочнять шнеки. Упрочнение позволяет повысить твёрдость поверхности шнека, улучшая его сопротивление абразивному и коррозионному износу, что особенно важно при работе в агрессивных средах или с твёрдыми кормами.

Основным методом упрочнения была выбрана химико-термическая обработка, а в частности для упрочнения внешней поверхности винтовой кромки шнека кормового

экструдера был выбран метод насыщения бором. Поскольку атомы бора, обладая малым атомным радиусом, обладают высокой способностью к диффузии в кристаллическую решётку железа, что способствует интенсификации процесса диффузии и формированию твёрдого боридного слоя. Одним из недостатком является повышение хрупкости, однако, шнек функционирует преимущественно в условиях пониженных ударных и вибрационных нагрузок и в таких условиях ключевым эксплуатационным показателем становится высокая микротвёрдость, обеспечивающая значительное повышение износостойкости и увеличение срока службы детали.

Борирование, это процесс насыщение поверхности стальных деталей бором при высоких температурах, что приводит к образованию боридного слоя, обладающего высокой твёрдостью и износостойкостью. Борирование проводят смесях в виде порошка, в специальных обмазках в виде пасты и в расплавах солей и окислов.

Для нагрева при диффузионном борировании была выбрана лазерная установка, а в частности наилучший выбором является волоконный лазер, он имеет высокую эффективность нагрева металлов, компактность, низкие затраты на обслуживание, тонкая настройка и поддержание заданной температуры.

К допустимым вариантам можно отнести CO₂-лазеры и диодные лазеры. CO₂-лазеры обладают средней мощностью, а также и не высокой стоимостью по сравнению с твердотельными лазерами. Диодный лазеры в свою очередь же обладают низкой мощностью вследствие чего при использовании данного типа лазера необходимо увеличить длительность лазерного нагрева, но главным преимуществом является низкая стоимость. Не рекомендуется использовать твердотельные лазеры (низкий КПД, высокая стоимость).

Выводы. Проанализировав современные технологии восстановления и упрочнения шнеков экструдеров, мы определили оптимальное решение - комбинацию электродуговой наплавки с последующим лазерным борированием. Этот комплексный подход позволяет не только полностью восстановить геометрию детали, но и существенно повысить износостойкость поверхности за счет формирования сверхтвёрдого боридного слоя. В результате значительно увеличивается срок службы шнеков при сохранении экономической эффективности ремонта.

Выбранная технология доказала свою эффективность в условиях интенсивного абразивного износа, характерного для производства комбикормов. Использование волоконного лазера для борирования обеспечивает точный контроль процесса при минимальных эксплуатационных затратах. Всё это делает предложенное решение технически обоснованным и экономически выгодным для предприятий кормовой промышленности.

Библиографический список

- 1.Иванова Т.Г. Разработка и исследование процессов одновременного насыщения поверхности стальных изделий бором, хромом и титаном: дис. ... канд. техн. наук. Брянск, 2017. 150 с.
2. Казанцев С.П. Разработка комбинированной технологии получения железоборидных покрытий при восстановлении и упрочнении деталей сельскохозяйственной техники: 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Казанцев Сергей Павлович. - Москва, 2016. – 301 с.
3. Казанцев С.П. Новая технология получения комбинированных диффузионных покрытий / С.П. Казанцев // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2016. - № 7. - С. 30-32.
4. Operability assessment of drive shafts of john deere tractors in operational parameters / Erokhin M., Kazantsev S., Pastukhov A. В сборнике: Engineering for Rural Development. 2019. С. 28-33.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ

Акулов Алексей Андреевич¹, Подгорный Артем Велимирович¹, Ганжа Никита Михайлович¹

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, 64.

Аннотация. В работе проведен анализ свойств существующих на Российском рынке СОЖ, который состоял из нескольких групп испытаний. Приведены результаты проведенных испытаний, показывающие высокие свойства полученного состава по сравнению с аналогами.

Ключевые слова: смазочные материалы, трибологические характеристики, обработка резанием, трение, эксперимент.

Введение. В последние годы большое значение приобретают вопросы повышения производительности труда. Увеличение производительности труда в масштабах предприятия позволяет снизить издержки, повысить качество и конкурентоспособность готовой продукции, увеличить доход предприятия и заработную плату сотрудников, в машиностроении повышение производительности труда определяется как увеличение количества продукции, выпускаемой в единицу времени, либо как уменьшение затрачиваемого времени на производство одной единицы продукции. В частности, в металлообработке увеличение производительности труда осуществляется за счет повышения эффективности технологических процессов. Как правило, это осуществляется применением одного или нескольких нижеперечисленных методов:

1. Интенсификация режимов резания;
2. Внедрение высокопроизводительных методов механической обработки (протягивание, накатывание резьбы, высокоскоростное фрезерование и т.д.);
3. Оптимизация траектории движения инструмента.

Одним из самых широко применяемых является первый способ, так как для реализации на работающих предприятиях он не требует перестроения технологического процесса, серьезной переналадки оборудования (по сравнению с другими методами) и больших материальных вложений.

Но данный метод обладает и рядом недостатков. Так увеличение скоростей движения инструмента приводит к значительному увеличению тепловыделения, что приводит к ускоренному износу режущего инструмента и ухудшению качества поверхности обрабатываемой детали. Температура в зоне резания влияет на износ режущего инструмента как непосредственно, так и через тип взаимодействия, который обуславливается условиями деформации контактирующих слоев обрабатываемого металла и характером контакта «режущий инструмент - заготовка». Таким образом, снижение температуры в области резания является одним из основных способов повышения эффективности металлообработки [3].

Сравнение охлаждающей способности воды и масла представлено в табл. 1.

Уже на этом этапе наблюдается противоречивость решаемой задачи, так как масло имеет высокую смазочную способность, но плохо охлаждает. Вода же напротив, обладает хорошей охлаждающей способностью, но не смазывает трущиеся поверхности. Таким образом, имеется многофакторная задача, которая чаще всего решается применением водно-масляных эмульсий, к которым ввиду широкого спектра дополнительных требований к СОЖ (защита от коррозии деталей и частей станка, стабильность при хранении, медицинско-токсикологические и многие другие) добавляют различные добавки, такие как ингибиторы

коррозии, биоциды, антипенные, противоизносные и другие присадки, без учета их синергетического влияния друг на друга. В данной работе существующим многокомпонентным СОЖ предлагается альтернатива в виде раствора поверхностно-активного вещества, полученного путем синтеза [4].

Таблица 1

Параметры охлаждающей способности масла и воды

Жидкость	Удельная теплоемкость, кДж/(кг*К)	Теплопроводность, Вт
Вода	4,2	0,6
Масло	1,67...1,8	0,6

В данной работе поставлена задача всестороннего, комплексного исследования свойств СОЖ и их последующего анализа с целью выработки рациональных рекомендаций, которые в свою очередь при внедрении на металлообрабатывающих производствах позволят увеличить эффективность обработки режущим инструментом, повысить качество обрабатываемой поверхности, снизить издержки.

Материалы и методы.

Для всестороннего исследования свойств СОЖ было проведено 5 типов испытаний:

1. Определение износа режущего инструмента.
2. Определение шероховатости обработанной поверхности.
3. Исследование влияния СОЖ на процесс коррозии стали.
4. Исследование влияния СОЖ на процесс коррозии меди.
5. Определение коэффициента трения по схеме «колодка-ролик».

Для сравнительных испытаний были выбраны водорастворимые СОЖ в концентрации 10%. СОЖ № 1 - широко распространенные в машиностроении водосмешиваемые СОЖ, относящиеся к классу эмульсолов. Данные СОЖ представляют собой смеси нефтяных масел, эмульгаторов, антипенных и других присадок. Содержание базового масла может достигать в эмульсоле 85%. СОЖ №2 - представляет собой ПАВ неионогенного типа, полученное путем синтеза борной кислоты и является полиэфиром амидов жирных кислот.

Испытания по определению износа режущего инструмента проводились на токарных проходных отогнутых резцах с пластинами из твердого сплава. В качестве обрабатываемого материала была выбрана Ст45. Испытания проводились на станке 16Р25. Износ инструмента измерялся по задней поверхности после 750 метров пути резца.

Шероховатость измерялась на профилографе модели 130 после проточки с обработкой данных в программе «Профи-130». Измерения проводились в четырех различных точках с шагом в 90°, шероховатость в точке получена путем проведения пяти замеров с отбрасыванием максимального и минимального значений и вычисления среднего арифметического.

Исследование процесса коррозии стали и меди проводилось в соответствии с ГОСТ 9.054-75 «Единая система защиты от коррозии и старения. Консервационные масла, смазки и ингибированные пленкообразующие нефтяные составы. Методы ускоренных испытаний защитной способности» по третьему методу в среде соляного тумана. Результаты оценивались гравиметрическим методом по убыли массы, так как этот метод, хоть и обладает некоторыми недостатками, в частности, невозможность оценки изменения скорости коррозии во времени, но обладает большим преимуществом — высокая точность измерений [5,6].

Трибологические испытания проводились на машине трения ИИ 5018 по схеме «колодка-ролик» представленная, частота вращения ролика составляла 300 об/мин, сила прижима образцов — 800 Н, что соответствовало смешанному типу трения.

Результаты и обсуждение.

По результатам проведенных испытаний можно сделать выводы о преимуществе однокомпонентных СОЖ на основе ПАЖ, но для более глубокого и всестороннего анализа требуется провести нормализацию полученных данных и их оценку.

Стандартные методы нормализации в данном случае не совсем подходят, так как, к примеру, при линейном преобразовании (как и при многих других стандартных преобразованиях) мы получим только 0 и 1. Поэтому проведем оценку одной СОЖ относительно другой.

В результате максимальное значение в строке будет 1, от которой будет отсчитываться минимальное. Итоговые данные представлены в табл. 2. Для комплексной оценки и сравнения свойств, исследуемых СОЖ графически данные представлены в виде лепестковой диаграммы. Данный способ визуализации полученных данных позволяет сравнить сразу несколько различных свойств исследуемых объектов. Диаграмма представлена на рис. 1. Из представленного графика видно, что однокомпонентная СОЖ обладает лучшим комплексом свойств по сравнению с многокомпонентными СОЖ типа эмульсолов.

Таблица 2

Результаты испытаний

Показатель	Эмульсол	АЖК
Защита режущего инструмента от износа	0,46	1
снижение шероховатости обработанной поверхности	0,76	1
защита от коррозии черных металлов	0,58	1
защита от коррозии цветных металлов	0,002	1
уменьшение износа	0,53	1

Выводы

Из приведенных экспериментальных данных можно сделать следующие выводы, что однокомпонентные СОЖ на основе АЖК обладают гораздо более высокими эксплуатационными свойствами, в частности:

- Более чем в 2 раза повышают износостойкость режущего инструмента.
- На 25 % снижают шероховатость поверхности.
- На 40% эффективнее защищают черные металлы от коррозии.
- Эмульсолы практически не защищают от коррозии медные сплавы.
- При использовании АЖК на 46% снижается износ.

Библиографический список

1. Разработка технологии переработки жировых отходов в продукты технического назначения / С. М. Гайдар, А. М. Пикина, О. М. Лапсарь, И. Г. Голубев // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 3(309). – С. 32-35. – DOI 10.33267/2072-9642-2023-3-32-35. – EDN WUTRYF.
2. Гайдар, С. М. Инновационное техническое средство для нанесения защитной молекулярной пленки на поверхность машин / С. М. Гайдар, М. Ю. Карелина // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 3. – С. 26-28. – EDN TLPVXZ.
3. Консервационные составы на основе водорастворимых ингибиторов коррозии / Е. Г. Кузнецова, Л. Г. Князева, В. Д. Прохоренков, С. М. Гайдар // Наука в центральной России. – 2013. – № 5. – С. 43-47. – EDN RSZOYV.

4. Использование наноматериалов в качестве присадок к маслам для уменьшения трения в трибосопряжениях / С. М. Гайдар, В. Н. Свечников, А. Ю. Усманов, М. И. Иванов // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 1. – С. 35-37. – EDN PNHSZV.

5. Филиппова А.В. Исследование влияния режимов резания на шероховатость поверхности при обработке точением / Филиппова А.В, Прокофьев М.А., Тимофеев М.В. // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика. – 2014. – Том 2. – С.478-484.

6. Латышев В.Н. Повышение эффективности СОЖ. – М.: Машиностроение, 1975. – 88 с.

7. Смагин Г.И. Варианты межоперационной антикоррозийной защиты труб в зоне прокатки на примере «НМЗК» (г. Новосибирск) / Смагин Г.И., Коновалов Г.А., Карпов Е.В., Цюпко А.Б. // Автоматизированное проектирование в машиностроении. – 2013. - №1. – С. 123-126.

Данная работа подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет средств федерального бюджета по государственному заданию (наименование темы научного исследования «Разработка научно-методических основ и методик производства и внедрения полимерных, композиционных материалов и смазочных композиций в интересах агропромышленного комплекса Российской Федерации»; код научной темы, присвоенной учредителем - FSFM-2024-0018).

УДК 628.147.22

СНИЖЕНИЕ КОРРОЗИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СТАЛЬ ПРИМЕНЕНИЕМ ЛЕТУЧИХ ИНГИБИТОРОВ

Узлов Алексей Алексеевич¹, Береснева Валерия Леонидовна², Пикина Анна Михайловна^{1,2}

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» 119071, Российская Федерация, г. Москва ул. Малая Калужская, д.1

Аннотация. *Изделия из металлов, если их не защищать, под действием различных природных, физико-химических и биологических факторов корродируют и теряют свои потребительские качества. Выбор оптимального способа защиты металлов, зависящего от области применения изделия, позволяет значительно снизить материальный ущерб, вызванный коррозией.*

Ключевые слова: *коррозия, защитные материалы, сохраняемость, черные металлы, физико-химические факторы.*

Введение. В настоящее время одним из наиболее распространенных методов защиты металлов от коррозии является использование ингибиторов [1-2]. Преимуществом данного способа является возможность значительного снижения коррозионного разрушения при наименьших затратах. Многочисленные исследования в области защиты металлов от коррозии связаны с поиском новых и изучением уже существующих ингибирующих составов.

Среди наиболее перспективных классов ингибиторов коррозии выделяются летучие ингибиторы коррозии (ЛИК). Их применение возможно при наличии изолированного защищаемого пространства. При переходе ЛИК в газообразное состояние его молекулы проникают в зазоры, недоступные другим видам ингибиторов, адсорбируются на поверхности металла и образуют защитную пленку, обеспечивающую замедление коррозионных процессов и, как следствие, защиту металлоизделия.

В качестве летучих ингибиторов коррозии металлов используются органические соединения различных классов: азотсодержащие (амины, азолы, нитросоединения), кислородсодержащие (спирты, сложные эфиры органических и неорганических кислот) и другие соединения [3-4].

Материалы и методы. Сталь марки Ст3 по ГОСТ 380-2005. Борная кислота (Scharlau), этаноламин (Scharlau), NaCl (Scharlau). Испытательные пластинки из стали Ст3 с площадью поверхности $[(50,0 \times 50,0) \pm 0,2]$ мм, толщиной 3,0-3,5 мм зачищали наждачной бумагой, промывали в спирте, ацетоне и высушивали. Образцы подвешивали вертикально на штативах из нержавеющей стали так, чтобы расстояние между ними составляло не менее 10 мм и не менее 100 мм от дна банки, а испытательный штатив помещали в банку-эксикатор с плотной крышкой.

Образцы летучих ингибиторов коррозии помещали в колбу, концентрация ингибитора составляла 100...300 г/м³. Испытания проводили в течение 3 дней при температуре 25°C, для обеспечения адсорбции ингибитора на поверхности исследуемых образцов. Контрольный образец был также обработан ЛИК, но в колбу не помещался.

Относительная влажность в колбе составила 100% (относительную влажность поддерживали добавлением на дно колбы дистиллированной воды в объеме 1/100 колбы). Исследования проводили в 20 циклов, длительность одного цикла составляла 24 часа (1 сутки). При начале каждого цикла в первые 7 часов камеру нагревали до $40 \pm 2^\circ\text{C}$. Далее камера остывала до комнатной температуры ($25 \pm 2^\circ\text{C}$). Образцы выдерживались при данной температуре в течение последующих 17 часов, для конденсации влаги на исследуемых образцах.

После окончания периода испытаний (20 циклов) образец вынимали из испытательного сосуда, промывали этанолом, ацетоном и сушили.

Результаты и обсуждение. Защитная способность от коррозии стали Ст3 ингибитором V3 при 100г/м³, 200г/м³, 300г/м³ концентраций определялась методом ускоренных испытаний на воздействие тепла и влаги с конденсацией влаги.

Результаты визуальной оценки показали, что на поверхности контрольных образцов появились первые признаки коррозии после 2 циклов испытаний, после 20 циклов испытаний на поверхности образцов (рис.1а) появились коррозионные пятна, коррозионные раковины, помутнение и потеря блеска; на поверхности испытуемых образцов при 100г/м³ концентрации V3 первые очаги коррозионного разрушения начали появляться после 12 циклов, далее по окончании 20 циклов испытаний на образцах новых очагов не зафиксировано (рис. 1б); на поверхности испытуемых образцов при 200г/м³ и 300г/м³ концентрации V3 после 20 циклов испытаний нет признаков коррозии (рис. 1с, д).

Выводы. Самый высокий результат показал ингибитор, представляющий собой три(аминоэтил)борат, при проведении ускоренных испытаний он показал наибольший защитный эффект для стали Ст3.

а)



б)



в)



д)



**Рис. 1. Внешний вид образцов из стали Ст3 после ускоренных испытаний при различных концентрациях V3:
а - контроль; б, с, д – 100, 200, 300 г/м³.**

Библиографический список

1. Разработка технологии переработки жировых отходов в продукты технического назначения / С. М. Гайдар, А. М. Пикина, О. М. Лапсарь, И. Г. Голубев // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 3(309). – С. 32-35. – DOI 10.33267/2072-9642-2023-3-32-35. – EDN WUTRYF.
2. Патент № 2787477 С1 Российская Федерация, МПК C07C 233/18, C07C 231/02. Способ получения моно- и диэтаноламидов жирных кислот : № 2022109878 : заявл. 13.04.2022 : опубл. 09.01.2023 / С. М. Гайдар, В. Е. Коноплев, О. М. Лапсарь [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева". – EDN BNRHHH.
3. Impact of operational factors on environmental safety of internal combustion engines / S. Gaidar, M. Karelina, A. Laguzin, H. D. Quang // Transportation Research Procedia : 14, Saint Petersburg, 21–24 октября 2020 года. – Saint Petersburg, 2020. – P. 136-144. – DOI 10.1016/j.trpro.2020.10.017. – EDN EDCQTK.
4. Практикум по хранению и защите от коррозии сельскохозяйственной техники / А. Э. Северный, Е. А. Пучин, В. Е. Рязанов [и др.]. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2009. – 160 с. – EDN YMLTGH.
5. Гайдар, С. М. Концепция создания ингибиторов коррозии с использованием нанотехнологических подходов / С. М. Гайдар, Р. К. Низамов, М. И. Голубев // Вестник

Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2012. – № 7. – С. 140-142. – EDN PCZSGD.

6. Гайдар, С. М. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии и износа с применением нанотехнологий : специальность 05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Гайдар Сергей Михайлович. – Москва, 2011. – 33 с. – EDN QHOMYB.

7. Использование наноматериалов в качестве присадок к маслам для уменьшения трения в трибосопряжениях / С. М. Гайдар, В. Н. Свечников, А. Ю. Усманов, М. И. Иванов // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 1. – С. 35-37. – EDN PNHSZV.

Акулов Алексей Андреевич¹, Талдыкин Дмитрий Сергеевич¹, Логанов Никита Витальевич¹

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, 64.

Аннотация. В работе представлена технология производства смазки для волочения. В состав разработанной смазки входят кальциевое мыло, модифицированный графит ГС-1, гидроксид кальция. Количество компонентов в составе при проведении исследований подвергалось корректировке в зависимости от результатов проведенных исследований.

Ключевые слова: твердые смазочные материалы, фторсодержащие ПАВ, модифицированный графит, трибологические характеристики, фильера, волочильный стан.

Введение. Одним из основных факторов, влияющих на качество волочения и технологичность его свивки, является качество предельной заготовки, проволооченной на участке грубосреднего волочения. При этом важным параметром, определяющим качество предельной заготовки на участке грубосреднего волочения, является применяемая для волочения смазка.

Наиболее распространенным твердым смазочным материалом является графит. Это можно объяснить слоистой структурой графита, так как связи между параллельными плоскостями базиса существенно слабее, чем между атомами в плоскостях базиса. При повышении температуры до 100°C и выше коэффициент трения графита увеличивается в 4-5 раз и он теряет свои высокие трибологические свойства [1]. Решить данную проблему позволяет модификация поверхности графита молекулами фторсодержащего ПАВ за счет их адсорбции [2].

Целью выполнения исследований является разработка технологии производства смазки для волочения.

Материалы и методы.

На основе литературно-патентного анализа произведен выбор материалов, которые были включены в состав рецептуры смазки для волочения: кальциевое мыло, модифицированный графит ГС-1, гидроксид кальция. Количество компонентов в составе при проведении исследований подвергалось корректировке в зависимости от результатов трибологических исследований.

Объектами исследований являются: графит ГС-1, графит ГС-1 модифицированный, опытный образец и прототип смазки для волочения.

Результаты и обсуждение.

Формирование испытательного контакта – зоны трения – длительный процесс, в течение которого скорость изнашивания колодки постоянно снижается, коэффициент сил трения в процессе приработки также, как правило, снижается, хотя и бывают исключения. Температура масла 150°C.

После приработки коэффициенты трения составили:

0,0876 при штатной скорости скольжения – 0,18 м/с; 0,0389 при скорости скольжения – 0,36 м/с; 0,0146 при скорости скольжения – 0,72 м/с

Линейное значение коэффициента трения достигнутое на масле И-20 при штатной скорости скольжения составило – 0,0686. В результате опытов были получены испытательный контакт для исследований графита ГС-1 и модифицированного графита ГС-1, а также базовые трибологические характеристики на масле И-20:

а) полное отсутствие износа; б) постоянное значение $f_{тр} = 0,0686$

Для графита ГС-1 коэффициент трения в течение 26 минут постоянно снижался и достиг значения 0,12, однако затем стал повышаться и достиг в течение 5 минут значения 0,17. Работа машины трения при этом характеризовалась исключительно мягким ходом и низким шумом.

Для модифицированного графита ГС-1 коэффициент трения в течение 48 минут постоянно рос и вырос до 0,065. Работа машины трения, как и в случае с просто графитом ГС-1, характеризовалась исключительно мягким ходом и низким шумом.

Модифицированный графит ГС-1 показал полное отсутствие износа, как и в случае с И-20, а также минимальное значение $f_{тр}$ среди всех испытаний равно 0,065, что ниже значительного трения в среде масла И-20.

Для приготовления смазки в результате анализа литературных источников были выбраны следующие материалы [3-4]: - сульфат натрия ГОСТ 21458-75;- стеарат кальция ТУ 2432-005-10269039-05;- графит смазочный ГС-1 ГОСТ 8295-73.

Улучшение трибологических характеристик графита ГС-1 осуществляли за счет его модификации фторсодержащими ПАВ (эпилам «Автокон-0,5»ТУ 2229-008-27991970-95).

Следующим этапом создания смазки была изготовлена опытная партия, подлежащая оптимизации по компоненту, влияющему на трибологические свойства – модифицированный графит. Для решения этой задачи в рецептуру поэтапно добавляли модифицированный графит, начиная с 1,2% и на машине трения ЧМТ-1 увеличивая нагрузку определяли нагрузку сваривания. Результаты испытаний показал, что до количества 3,6% модифицированного графита в составе смазки нагрузка сваривания равна 400 кгс как для зарубежного аналога. Увеличение концентрации до 4,8% позволило получить результат превышающий зарубежный аналог. Нагрузка сваривания составила 700 кгс.

Выводы

1. Проведенные трибологические испытания на машине трения ЧМТ-1 позволили оптимизировать состав смазки для волочения. Сравнение трибологических характеристик у полученной смазки выше, чем у зарубежного аналога. При почти одинаковых пятнах износа, нагрузка сваривания для нового образца составила 700 кгс, а для зарубежного – 400 кгс.

Библиографический список

1. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника)/ А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун.; Под. общ. ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2003 – 576 с.; ил.
2. Вильнав Жан-Жак Клеевые соединения, Москва: Техносфера, 2007. – 384 с.
3. Электронный ресурс <http://www.fips.ru/> является официальным Интернет-сайтом Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности» (ФИПС).
4. Электронный источник <https://rospatent.gov.ru/ru>
5. Исследование эффективности триботехнических препаратов на основе наноматериалов/ Карелина М.Ю., Гайдар С.М.// Грузовик. 2015. № 4. С. 17-29.
6. Адсорбция ФТОР-ПАВ и ее влияние на смазку трибосопряжений в условиях граничного и гидродинамического трения/Гайдар С.М., Волков А.А., Карелина М.Ю.//Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 118. С. 113-124.
7. Противоизносная и противозадирная добавка к пластичным смазкам/Рябинин Н.А., Рябинин А.Н., Гайдар С.М., Ляшенко М.Н., Паркова Г.И.// Патент на изобретение RU 2266315 С1, 20.12.2005. Заявка № 2004115714/04 от 25.05.2004.

Данная работа подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет средств федерального бюджета по государственному заданию (наименование темы научного исследования «Разработка научно-методических основ и методик производства и внедрения полимерных, композиционных материалов и смазочных композиций в интересах агропромышленного комплекса Российской Федерации»; код научной темы, присвоенной учредителем - FFSM-2024-0018).

СИНТЕЗ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ

Баранов Евсений Андреевич², Береснева Валерия Леонидовна², Лапсарь О.М.¹

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» 119071, Российская Федерация, г. Москва ул. Малая Калужская, д.1

Аннотация. В работе была получена серия летучих ингибиторов коррозии. В качестве реагентов были выбраны этаноламин, борная кислота, аминоэтилборат, ди(аминоэтил)борат и три(аминоэтил)борат, соотношение реагентов и температура реакции варьировалось в процессе исследований.

Ключевые слова: синтез, коррозия, защитные материалы, сохраняемость, черные металлы, физико-химические свойства.

Введение. Среди наиболее перспективных классов ингибиторов коррозии выделяются летучие ингибиторы коррозии (ЛИК). Их применение возможно при наличии изолированного защищаемого пространства. При переходе ЛИК в газообразное состояние его молекулы проникают в зазоры, недоступные другим видам ингибиторов, адсорбируются на поверхности металла и образуют защитную пленку, обеспечивающую замедление коррозионных процессов и, как следствие, защиту металлоизделия.

Материалы и методы. *Синтез аминоэтилбората (V1):* В колбе, снабженной термометром и прямым холодильником, нагревают при перемешивании до 70 °С 30,5 г (0,5 моль) этаноламина (ЭА), затем добавляют 31,0 г (0,5 моль) борной кислоты (БК). Смесь нагревают до 130 °С, в ходе чего происходит реакция конденсации с выделением воды. Температуру реакционной смеси увеличивают до 160 °С, получают прозрачную однородную массу. Полученный продукт (V1) после охлаждения до комнатной температуры имеет вид стекленной твердости.

Синтез ди(аминоэтил)бората (V2): В колбе, снабженной термометром и прямым холодильником, нагревают при перемешивании до 70 °С 61,0 г (1,0 моль) этаноламина (ЭА), затем добавляют 31,0 г (0,5 моль) борной кислоты (БК). Смесь нагревают до 130 °С, в ходе чего происходит реакция конденсации с выделением воды. Температуру реакционной смеси увеличивают до 160 °С, получают прозрачную однородную массу. Полученный продукт (V2) после охлаждения до комнатной температуры имеет вид прозрачной однородной жидкости (78,2 г) с аминным числом 395,9 мгHCl/г.

Синтез три(аминоэтил)бората (V3): В колбе, снабженной термометром и прямым холодильником, нагревают при перемешивании до 70 °С 91,5 г (1,5 моль) этаноламина (ЭА), затем добавляют 31,0 г (0,5 моль) борной кислоты (БК). Смесь нагревают до 130 °С, в ходе чего происходит реакция конденсации с выделением воды. Температуру реакционной смеси поднимают до 160 °С, получают прозрачную однородную массу. Полученный продукт (V3) после охлаждения до комнатной температуры имеет вид прозрачной однородной жидкости (105,2 г) с аминным числом 499,9 мгHCl/г.

Результаты и обсуждение. При взаимодействии этаноламина с борной кислотой, возможно образование различных продуктов в зависимости от соотношения исходных реагентов и от условий проведения реакции (рис.3).

При нагревании происходит конденсация борной кислоты и этаноламина с выделением воды. Строение образующихся эфиров борной кислоты зависит от соотношения исходных реагентов. При проведении реакции в мольном соотношении 1:1, 2:1 и 3:1 образуются соответственно аминоэтилборат, ди(аминоэтил)борат и три(аминоэтил)борат (рис. 1). При проведении реакции в мольном соотношении 1:1

образуется соответственно аминоэтилборат (V1) в виде стекленной твердости, не обладающие летучестью, поэтому рассматривать их в качестве летучих индикаторов коррозии было нецелесообразно.

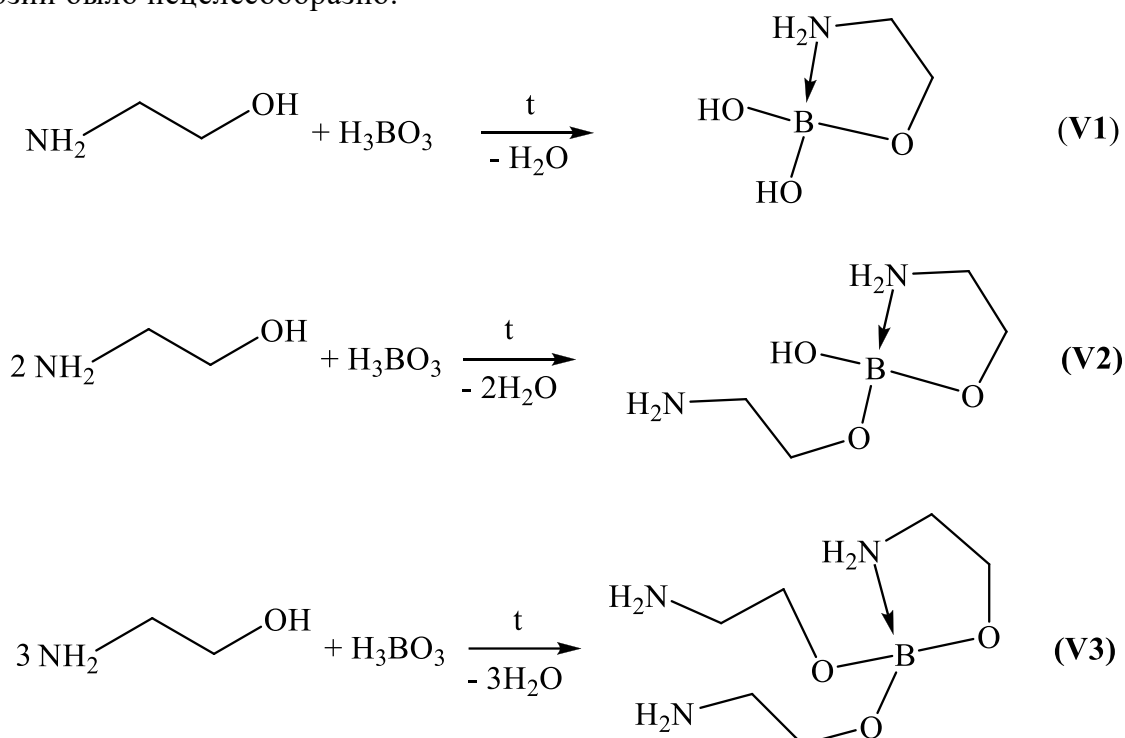


Рис.1. Взаимодействие этаноламина с борной кислотой в различных мольных соотношениях.

Выводы. По результатам проведенных электрохимических и ускоренных испытаний были рассчитаны скорость коррозии, степень защиты и коэффициент торможения.

Библиографический список

1. Разработка технологии переработки жировых отходов в продукты технического назначения / С. М. Гайдар, А. М. Пикина, О. М. Лапсарь, И. Г. Голубев // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 3(309). – С. 32-35. – DOI 10.33267/2072-9642-2023-3-32-35. – EDN WUTRYF.
2. Патент № 2787477 С1 Российская Федерация, МПК C07C 233/18, C07C 231/02. Способ получения моно- и диэтаноламидов жирных кислот : № 2022109878 : заявл. 13.04.2022 : опубл. 09.01.2023 / С. М. Гайдар, В. Е. Коноплев, О. М. Лапсарь [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева". – EDN BNRHHH.
3. Impact of operational factors on environmental safety of internal combustion engines / S. Gaidar, M. Karelina, A. Laguzin, H. D. Quang // Transportation Research Procedia : 14, Saint Petersburg, 21–24 октября 2020 года. – Saint Petersburg, 2020. – P. 136-144. – DOI 10.1016/j.trpro.2020.10.017. – EDN EDCQTK.
4. Практикум по хранению и защите от коррозии сельскохозяйственной техники / А. Э. Северный, Е. А. Пучин, В. Е. Рязанов [и др.]. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2019. – 160 с. – EDN YMLTGH.
5. Гайдар, С. М. Концепция создания ингибиторов коррозии с использованием нанотехнологических подходов / С. М. Гайдар, Р. К. Низамов, М. И. Голубев // Вестник

Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2012. – № 7. – С. 140-142. – EDN PCZSGD.

6. Гайдар, С. М. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии и износа с применением нанотехнологий : специальность 05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Гайдар Сергей Михайлович. – Москва, 2011. – 33 с. – EDN QHOMYB.

7. Использование наноматериалов в качестве присадок к маслам для уменьшения трения в трибосопряжениях / С. М. Гайдар, В. Н. Свечников, А. Ю. Усманов, М. И. Иванов // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 1. – С. 35-37. – EDN PNHSZV.

УДК 628.147.22

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ СИНТЕЗИРОВАННЫХ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ

Ветрова Софья Михайловна¹, Береснева Валерия Леонидовна²

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» 119071, Российская Федерация, г. Москва ул. Малая Калужская, д.1

***Аннотация.** В работе было определено, что при электрохимическом исследовании в 0,1М растворе хлорида натрия наилучшие результаты были зафиксированы в составе на основе этаноламина и борной кислоты в соотношении три к одному, а именно, три(аминоэтил)бората.*

***Ключевые слова:** коррозионные разрушения, защитные материалы, летучие ингибиторы коррозии, электрохимические исследования.*

Введение. Высокую антикоррозионную активность по отношению к черным и цветным металлам показали аминоспирты. Антикоррозионное действие таких производных спиртов можно объяснить образованием комплексных соединений между гетероатомами (азотом или кислородом) и ионом металла. При использовании борных эфиров аминоспиртов возможно также получение прочных хелатных комплексов, что приводит к появлению на поверхности металла труднорастворимых защитных пленок, образуемой посредством донорно-акцепторной связи между атомами азота и кислорода с одной стороны и атомом металла с другой [1-4].

Материалы и методы. Образцы рабочих электродов из стали Ст3 механически и химически (раствор C₂H₅OH в 3% HNO₃) полировались с последующим обезжириванием в смеси ацетона и этилового спирта. Площадь рабочего электрода составляла 0,785 см².

Электрохимические исследования проводились на потенциостате PGSTAT302N с 3-электродной системой: рабочий электрод из исследуемого материала (сталь Ст3), Электродом сравнения служил хлорсеребряный электрод, помещенный в капилляр Габера-Луггина, противоэлектрод – из нержавеющей стали. В качестве фоновой раствора использовался 0,1 М раствор NaCl. Диапазон сканирующего потенциала составляет от -0,5 В до +0,5 В, рассчитанный по хлорсеребряному электроду сравнения, скорость сканирования составляет 0,25 В/с, время погружения образца перед измерением составляет 300 секунд, регламентируется ГОСТ 9.509-89. Температура во всех измерениях была постоянной $t = 25^{\circ}\text{C}$. Параметры коррозии стали Ст3 рассчитываются методом тафелевской экстраполяции с использованием программного обеспечения NOVA 2.1.

Степень защиты (Z, %) рассчитывали по формуле [5]:

$$Z = (1 - K/K_0) \times 100 \quad (1)$$

Коэффициент торможения (γ) рассчитывали по формуле:

$$\gamma = K_0/K \quad (2)$$

где: K_0 – скорость коррозии стали Ст3 в фоновом растворе в отсутствии ингибитора, мм/г; K , скорость коррозии стали Ст3 в фоновом растворе в присутствии ингибитора, мм/г.

Результаты и обсуждение. Для сравнения защитной способности ингибиторов электрохимическим методом были взяты образцы ингибиторов ЭА, V2, V3в одной концентрации 2,0% в фоновом 0,1 М растворе NaCl. Результаты исследования представлены на рис. 1 и в таблице 1.

Потенциометрическое исследование показало, что присутствие в 0,1 М растворе NaCl ингибитора ускоряют катодную и сильно замедляют анодную реакцию, потенциал коррозии смещается при этом в положительную сторону. Таким образом, ингибиторы ЭА, V2, V3 по характеру защитного действия являются соответственно анодными. Наблюдаемый синергетический эффект ингибиторов можно объяснить воздействием их на анодные участки. Анодные ингибиторы, являются донором электронов по отношению к металлу, уменьшают энергию выхода электрона из металла. Данный ингибитор образует хемосорбционные соединения прежде всего на положительно заряженных электроноакцепторных участках, т.е. на анодных участках корродирующего металла.

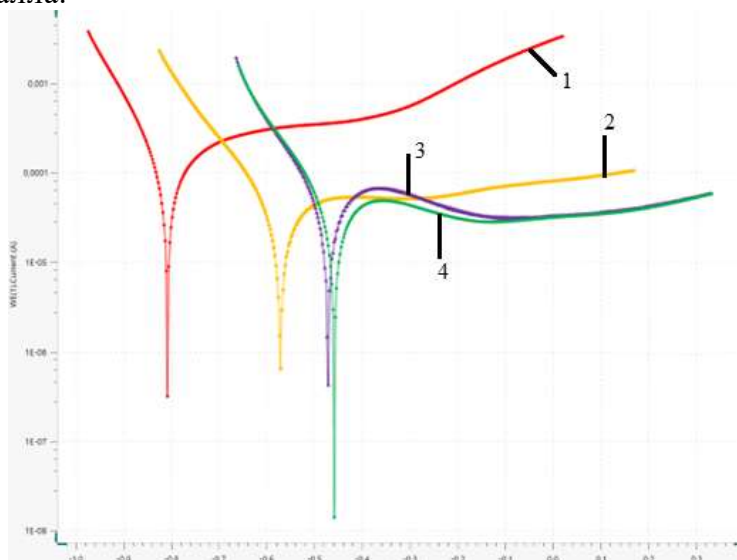


Рис. 1. Поляризационные кривые на стали Ст3 при различных ингибиторах:
1 – фоновый раствор; 2 – 2% ЭА; 3 – 2% V2; 4 – 2% V3

Таблица 1.

Параметры коррозии стали Ст3 в 0.1М растворе NaCl в зависимости от различных ингибиторов

№	Ингибитор	$ b_a $ (V/dec)	$ b_c $ (V/dec)	$-E_{\text{corr}}$, (мВ)	i_{corr} ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	K (мм/г.)	Z (%)	γ
1	(*)	0,280	0,101	808	93,508	0,6168	-	-
2	ЭА	0,477	0,141	571	31,198	0,2058	66,64	3,00
3	V2	0,197	0,096	473	26,925	0,1776	71,21	3,47
4	V3	0,220	0,096	458	22,821	0,1505	75,59	4,10

(*) Контрольный опыт в фоновом растворе

Ингибирование коррозии увеличивается в порядке *этанолмин* < *ди(аминоэтил)борат* < *три(аминоэтил)борат*. Лучшее торможение процесса коррозии происходит при использовании ингибитора **V3**, что согласуется с ускоренными опытами. Как видно из поляризационных кривых, такой ингибитор перемещает потенциал в положительную сторону ($\Delta E_{\text{corr}} = 350\text{мВ}$) по сравнению с E_{corr} в фоновом растворе.

Для исследования были взяты ингибитор **V3** в диапазоне концентрации 0,5 ÷ 3,0% в 0.1М фоновом растворе NaCl. Результаты исследования представлены на рис. 2 и в таблице 2.

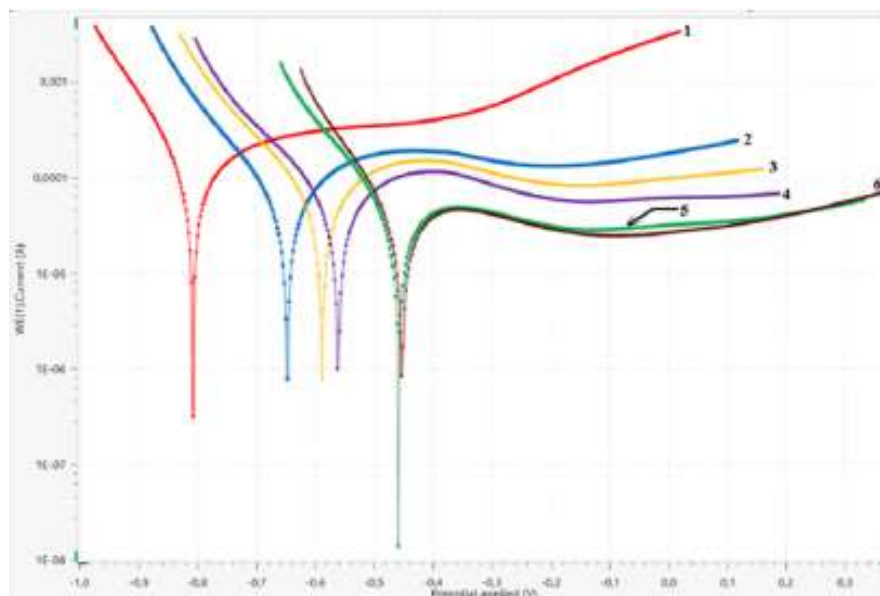


Рис. 2. Электрохимические исследования стали Ст3 при различных концентрациях ингибитора V3: 1 – фоновый раствор; 2, 3, 4, 5, 6 – 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, 3,0% V3 соответственно

Таблица 2

Параметры коррозии стали Ст3 в 0,1М растворе NaCl в зависимости от различных концентраций ингибитора V3

№	Концентрация (%)	$ b_a $ (V/dec)	$ b_c $ (V/dec)	$-E_{\text{corr}}$ (мВ)	i_{corr} ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	K (мм/г.)	Z (%)	γ
1	0	0,280	0,101	808	93,508	0,6168	-	-
2	0,5	0,203	0,136	648	46,526	0,3069	50,24	2,01
3	1,0	0,193	0,132	588	42,247	0,2787	54,82	2,21
4	1,5	0,197	0,126	561	35,478	0,2340	62,06	2,64
5	2,0	0,220	0,096	458	22,821	0,1505	75,59	4,10
6	3,0	0,226	0,092	452	22,348	0,1474	76,10	4,18

Потенциометрическое исследование показало, что присутствие в 0,1М растворе NaCl ингибитора **V3** при концентрации от 0,5 до 3 % ускоряют катодную и сильно замедляют анодную реакцию, потенциал коррозии смещается при этом в положительную сторону. Защитная способность стали Ст3 от коррозии постепенно значительно увеличивается с концентрацией **V3** от 0,5% до 2,0% и достигает 75,59% при концентрации 2%; при концентрации **V3** более 2% защитная способность незначительно увеличивается. Причина в том, что при концентрации 2% поверхность металлического образца практически полностью покрывается ингибитором. Дальнейшее увеличение

концентрации не приводит к значительному увеличению уровня покрытия стальной поверхности.

Библиографический список

1. Разработка технологии переработки жировых отходов в продукты технического назначения / С. М. Гайдар, А. М. Пикина, О. М. Лапсарь, И. Г. Голубев // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 3(309). – С. 32-35. – DOI 10.33267/2072-9642-2023-3-32-35. – EDN WUTRYF.
2. Патент № 2787477 С1 Российская Федерация, МПК С07С 233/18, С07С 231/02. Способ получения моно- и диэтаноламидов жирных кислот : № 2022109878 : заявл. 13.04.2022 : опубл. 09.01.2023 / С. М. Гайдар, В. Е. Коноплев, О. М. Лапсарь [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева". – EDN BNRHHH.
3. Impact of operational factors on environmental safety of internal combustion engines / S. Gaidar, M. Karelina, A. Laguzin, H. D. Quang // Transportation Research Procedia : 14, Saint Petersburg, 21–24 октября 2020 года. – Saint Petersburg, 2020. – P. 136-144. – DOI 10.1016/j.trpro.2020.10.017. – EDN EDCQTK.
4. Практикум по хранению и защите от коррозии сельскохозяйственной техники / А. Э. Северный, Е. А. Пучин, В. Е. Рязанов [и др.]. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2009. – 160 с. – EDN YMLTGH.
5. Гайдар, С. М. Концепция создания ингибиторов коррозии с использованием нанотехнологических подходов / С. М. Гайдар, Р. К. Низамов, М. И. Голубев // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2012. – № 7. – С. 140-142. – EDN PCZSGD.
6. Гайдар, С. М. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии и износа с применением нанотехнологий : специальность 05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Гайдар Сергей Михайлович. – Москва, 2011. – 33 с. – EDN QHOMYB.
7. Использование наноматериалов в качестве присадок к маслам для уменьшения трения в трибосопряжениях / С. М. Гайдар, В. Н. Свечников, А. Ю. Усманов, М. И. Иванов // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 1. – С. 35-37. – EDN PNHSZV.

УДК 620.197

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОНЦЕНТРАТА СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ

Акулов Алексей Андреевич¹, Барчукова Алина Сергеевна²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, 64.

² Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49

Аннотация. Основным исходным сырьем для синтеза ПАВ являются жирные кислоты, получаемые из растительных и животных жиров (триглицеридов). Как известно ПАВ применяются в различных областях промышленности: моющие средства, ингибиторы коррозии, эмульгаторы, диспергаторы минералов, присадки к смазочным маслам и т.д.

Ключевые слова: трибологические свойства, смазочно-охлаждающие жидкости, износ

Введение. В современном машиностроении применяется большое количество различных СОЖ. Чаще всего СОЖ применяется с целью уменьшения износа режущего инструмента, снижения температуры в зоне резания, и, в результате, применение СОЖ позволяет повысить производительность труда путем интенсификации режимов резания.

Использование в процессе механической обработки СОЖ значительно влияет на качество обработанной поверхности, в частности на шероховатость, глубину наклепанного слоя, степень его деформации, и, следственно, его механические свойства.

Шероховатость обработанной поверхности главным образом зависит от типа обработки, т.к. шероховатость формируется режущим инструментом и является следом режущего клина на поверхности детали. При механической обработке форма, направление и величина микронеровностей зависит от многих факторов, например, режимов резания, жесткости технологической системы, схемы обработки, применяемой технологической среды. Известно, например, что при точении низкоуглеродистых сталей на низких скоростях резания (менее 50 м/мин), при прочих равных условиях, шероховатость достигает максимального значения ввиду сильного наростообразования на режущей кромке резца.

Таким образом, можно утверждать, что применяемые СОЖ должны влиять на широкий спектр параметров в процессе механической обработки. Помимо указанных выше параметров, СОЖ должна препятствовать наростообразованию на кромке режущего инструмента, а также повышать коррозионную стойкость деталей, т.е. СОЖ должны содержать ингибиторы коррозии и оказывать комплексное действие на обрабатываемую поверхность, что особенно актуально при межоперационной защите изделий.

Материалы и методы.

В качестве испытываемых составов были выбраны 2 типа товарных СОЖ, обозначенных Образец-1, Образец-2 и Опытный образец.

Образец-1 – аналог составов типа Эмульсол. Представляет собой сбалансированную смесь минеральных масел, эмульгатора, ингибитора коррозии и других компонентов (Oilcool).

Образец-2 – полусинтетическая СОЖ, содержит около 15% минерального масла, а также ингибитор коррозии, биоцидные добавки, эмульгатор и другие компоненты (ПРАКТИКА).

Опытный образец – полусинтетическая СОЖ, содержит в своем составе 50% минерального масла.

Результаты и обсуждение. В результате исследований была определена шероховатость обработанных поверхностей, усредненные результаты измерений представлены в виде таблицы 1 и на рисунке 1.

Таблица 1

Шероховатость поверхности после токарной обработки

Технологическая среда	Шероховатость поверхности R_a в различных точках замеров, мкм.				Средняя шероховатость R_a , мкм.
	1	2	3	4	
Без СОЖ	2,29	2,44	2,31	2,36	2,35
СОЖ 1	1,71	1,69	1,98	1,90	1,82
СОЖ 2	2,00	2,01	2,22	2,12	2,09

СОЖ 3	1,68	1,45	1,49	1,75	1,59

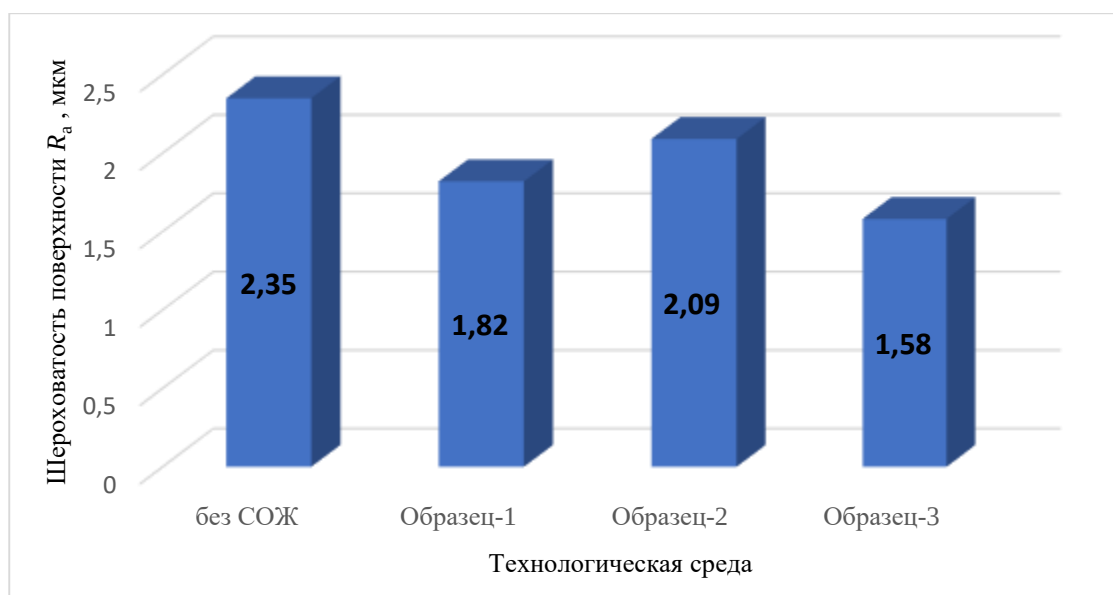


Рис.1. Шероховатость поверхности R_a после обработки с применением различных составов.

Таким образом, испытания показали, что происходит снижение шероховатости обработанной поверхности, причем меньше всего снижает шероховатость образец -2, больше всего образец -3.

Библиографический список

1. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника)/ А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун.; Под. общ. ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2003 – 576 с.; ил.
2. Вильнав Жан-Жак Клеевые соединения, Москва: Техносфера, 2007. – 384 с.
3. Электронный ресурс <http://www.fips.ru/> является официальным Интернет-сайтом Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности» (ФИПС).
4. Электронный источник <https://rospatent.gov.ru/ru>
5. Исследование эффективности триботехнических препаратов на основе наноматериалов/ Карелина М.Ю., Гайдар С.М.// Грузовик. 2015. № 4. С. 17-29.
6. Адсорбция ФТОР-ПАВ и ее влияние на смазку трибосопряжений в условиях граничного и гидродинамического трения/Гайдар С.М., Волков А.А., Карелина М.Ю.//Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 118. С. 113-124.
7. Противоизносная и противозадирная добавка к пластичным смазкам/Рябинин Н.А., Рябинин А.Н., Гайдар С.М., Ляшенко М.Н., Паркова Г.И.// Патент на изобретение RU 2266315 С1, 20.12.2005. Заявка № 2004115714/04 от 25.05.2004.

Данная работа подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет средств федерального бюджета по государственному заданию (наименование темы научного исследования «Разработка научно-методических основ и методик производства и внедрения полимерных, композиционных материалов и смазочных композиций в интересах агропромышленного комплекса Российской Федерации»; код научной темы, присвоенной учредителем - FFSM-2024-0018).

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ CVD/PVD ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ

Казанцев Сергей Павлович, заведующий кафедрой сопротивления материалов и деталей машин ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, профессор, kazansev@rgau-msha.ru.

Логачёв Константин Михайлович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, klogachyov@mail.ru.

Аннотация: В статье рассматриваются гибридные CVD/PVD-технологии нанесения износостойких покрытий из соединений тугоплавких металлов (карбидов, нитридов и другие.) на стальные детали машин. Приведены примеры современных решений, включая DLC-покрытия как частный случай, и отмечена высокая эффективность гибридных методов для повышения ресурса и надежности узлов и агрегатов машин.

Ключевые слова: нанопокрывтия, тугоплавкие соединения, детали машин, CVD, PVD, DLC

Введение. В машиностроении стальные детали машин широко используются благодаря своей прочности и технологичности. Для повышения их износостойкости и долговечности на поверхность таких деталей наносятся покрытия из соединений тугоплавких металлов — карбидов, нитридов и других твердых фаз хрома (Cr), титана (Ti), вольфрама (W), ванадия (V) и другие. Эти покрытия обеспечивают защиту от износа, коррозии и термического разрушения в условиях интенсивной эксплуатации. Методы химического (CVD) и физического (PVD) осаждения, а также их гибридные комбинации, являются основой для создания таких покрытий [1]. Алмазоподобные углеродные (DLC) покрытия представляют собой частный случай интеграции технологий CVD и PVD и обладают уникальными свойствами, однако именно покрытия из тугоплавких соединений остаются основным решением для защиты стальных деталей в машиностроении. [2].

Цель работы. Обосновать необходимость и преимущества внедрения гибридных CVD/PVD-технологий для формирования износостойких покрытий из тугоплавких соединений на стальных деталях машин с целью повышения их эксплуатационных характеристик, а также продемонстрировать перспективы дальнейшего развития этих технологий и оборудования для создания покрытий нового поколения.

Методы и методика. Выполнен литературный анализ по существующим технологиям формирования нанопокровтий, получаемых совокупностью CVD и PVD способами.

Результаты и обсуждение. Разработка гибридных технологий осаждения покрытий обусловлена необходимостью объединить преимущества CVD и PVD способов и компенсировать их недостатки. Гибридные процессы позволяют получать покрытия с высокой адгезией, улучшенной структурой и минимальными внутренними напряжениями, что значительно повышает микротвердость, износо- и коррозионную стойкость и долговечность деталей [3]. Кроме того, такие технологии обеспечивают более гибкий контроль состава и структуры покрытий, расширяют возможности нанесения на сложные подложки и способствуют снижению затрат за счёт повышения скорости осаждения и уменьшения брака [4]. В результате гибридные методы становятся ключевыми для создания современных износостойких покрытий с улучшенными эксплуатационными свойствами в машиностроении и других отраслях.

Среди современных технологий и мировых решений выделяются различные методы интеграции базовых технологий осаждения покрытий. Например, *электроэрозионное легирование (ЭЭЛ)* представляет собой комплексный метод, объединяющий элементы технологий химического (CVD) и физического (PVD) осаждения. В процессе ЭЭЛ на стальные детали наносится износостойкое покрытие из карбидов тугоплавких металлов, при котором химические реакции и физическое осаждение взаимодействуют для формирования пленок с высокой адгезией, твердостью и долговечностью. В частности, элементы CVD проявляются в ходе электроэрозионного диспергирования, когда происходит химическое взаимодействие и образование новых фаз, например, полное растворение исходного карбида вольфрама в кубическом карбиде (Ti,W)C, что свидетельствует о химическом синтезе покрытий на поверхности детали. Элементы PVD выражаются в физическом переносе порошка, включая металлические гранулы и порошок, на поверхность заготовок с помощью электроискрового легирования, что обеспечивает формирование покрытия с высокой адгезией и равномерным распределением элементов по глубине слоя [5]. Таким образом, ЭЭЛ сочетает химические реакции формирования соединений, характерные для CVD, с физическим переносом и осаждением частиц, присущим PVD, что позволяет получать износостойкие покрытия с высокой твердостью и улучшенными трибологическими свойствами.

Метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) представляет собой процесс экзотермического горения порошковых смесей, который обеспечивает быстрое формирование многослойных композиционных материалов на основе тугоплавких металлов и керамики с улучшенными прочностными характеристиками. Хотя СВС не является прямым сочетанием классических технологий CVD и PVD, данный метод включает в себя элементы, сходные с этими процессами. В ходе реакции происходит химический синтез новых соединений (нитридов, карбидов и других) в газовой или паровой фазе с последующим осаждением на поверхности подложки, что напоминает химическое осаждение из паровой фазы, характерное для CVD. Одновременно наблюдается физическое перенесение и конденсация продуктов реакции с формированием тонких слоев и наноструктур, что соответствует принципам физического осаждения, присущим PVD [6]. Таким образом, СВС можно рассматривать как комплексный высокотемпературный процесс, объединяющий химический синтез и физическое формирование покрытий и композитов, что позволяет получать материалы с уникальными свойствами и улучшенной микроструктурой.

Комбинация плазменно-усиленного химического осаждения из паровой фазы (PECVD) и технологий физического осаждения из паровой фазы (PVD) применяется для формирования износостойких покрытий с точно контролируемой структурой и составом. В рамках PECVD используется плазма для активации химических реакций при более низких температурах, что обеспечивает однородное осаждение тонких пленок с высокой адгезией и минимальным количеством дефектов, таких как поры и трещины. Этот метод позволяет получать покрытия с улучшенными электрохимическими и структурными характеристиками, например, водородсодержащие алмазоподобные углеродные (HDLC) пленки с высокой однородностью и прочностью. Технология PVD дополняет PECVD физическим переносом и конденсацией частиц на поверхность подложки, что способствует формированию плотных, износостойких слоев с контролируемой толщиной и микроструктурой. Совместное использование PECVD и PVD позволяет объединить преимущества обоих методов: химическую реактивность и гибкость PECVD с высокой плотностью и прочностью покрытий, характерной для PVD [4]. Таким образом, гибридные процессы PECVD/PVD обеспечивают возможность точного управления составом и структурой покрытий, расширяют диапазон наносимых материалов и позволяют создавать износостойкие покрытия с улучшенными эксплуатационными характеристиками, востребованными в машиностроении и других отраслях промышленности.

В условиях динамичного развития машиностроительной отрасли и современных геополитических вызовов разработка новых эффективных методов нанесения покрытий

приобретает особую актуальность [7]. Для создания новых методов получения покрытий с уникальными и высокотехнологичными свойствами нами разработан инновационный реактор (патент RU 2836439 C1), обеспечивающий конвергенцию термодинамических химических реакций через самоорганизацию метастабильных соединений с последующим их рекомбинированием и синтезом нанопокровтий. Управление сложными термодинамическими процессами внутри реактора реализовано с помощью специализированного устройства ввода электрической цепи (патент RU 2832582 C1) [7].

Выводы

1. Износостойкие покрытия из соединений тугоплавких металлов представляют собой одно из наиболее эффективных решений для повышения ресурса стальных деталей машин и увеличения надежности техники.
2. DLC-покрытия, являясь частным случаем объединения CVD и PVD способов, обладают уникальными эксплуатационными свойствами, однако именно широкий ассортимент покрытий на основе карбидов, нитридов и других тугоплавких соединений, а также разнообразие гибридных методов их нанесения, позволяют создавать покрытия, оптимально адаптированные под конкретные условия эксплуатации.
3. Перспективы развития гибридных технологий связаны с возможностью точного управления структурой и составом покрытий, интеграцией новых физических и химических процессов, а также разработкой инновационных реакторов и оборудования.
4. Реализация этих направлений открывает путь к созданию покрытий нового поколения с заданными характеристиками, что существенно расширяет функциональные возможности и повышает долговечность изделий машиностроения.

Статья подготовлена при поддержке Фонда содействия инновациям ООО «БЕК-21» МОСКОВСКИЙ МОЛОДЕЖНЫЙ СТАРТ – 2022 «Умник».

Библиографический список

1. Логачев, К. М. Разработка технологии восстановления распылителей форсунок автотракторных дизелей термическим разложением соединений гексакарбонила хрома : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Логачев Константин Михайлович, 2023. – 216 с. – EDN SFRTXT.
2. Denton Vacuum. Hybrid PVD/CVD Coating Systems for Wear Protection : Technical Overview / Denton Vacuum, 2023. – 68 p.
3. Plasma-Therm. PECVD and PVD Hybrid Systems for Advanced Coatings : Brochure / Plasma-Therm, 2023. – 44 p.
4. Казанцев, С. П. Инновационный способ восстановления и упрочнения распылителей форсунок дизельных двигателей / С. П. Казанцев, К. М. Логачев // Чтения академика В. Н. Болтинского : Сборник статей, Москва, 22–23 января 2025 года. – Москва: ООО «Сам Полиграфист», 2025. – С. 57–65. – EDN AWACXB.
5. Глушко, С. П. Исследование технологии электроискрового нанесения покрытий, легирования и упрочнения, С. П. Глушко // Advanced Engineering Research. — 2021 — Т. 21, № 3 — С. 253–259. <https://doi.org/10.23947/2687-1653-2021-21-3-253-259>
6. Яцюк, И. В. Получение методом СВС перспективных керамических материалов на основе боридов, силицидов циркония и карбида кремния : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Яцюк Иван Валерьевич, 2018. – 180 с.
7. Казанцев, С. П. Тенденции развития рынка износостойких покрытий в Российской Федерации / С. П. Казанцев, В. И. Пляка, К. М. Логачев // Реинжиниринг и цифровая трансформация эксплуатации транспортно-технологических машин и робототехнических комплексов : Сборник статей Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых

(г. Москва, 19-20 декабря 2023 г.), посвященной 100-летию со дня рождения ветерана Великой Отечественной Войны, заслуженного деятеля науки и техники, заслуженного изобретателя РФ, д.т.н., профессора Николая Федоровича Тельнова, Москва, 19–20 декабря 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2024. – С. 236-240. – EDN NVZIZI.

УДК 004.8

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ ОТКАЗОВ И УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Рябой Илья Анатольевич, студент магистратуры направления «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, sensep@mail.ru

Аннотация: в статье рассматривается использование методов искусственного интеллекта (ИИ) для предсказания отказов и повышения эффективности эксплуатации транспортных машин. Особое внимание уделено анализу данных с датчиков, прогнозированию на основе машинного обучения и методам оптимизации обслуживания транспорта. Представлены результаты исследований, а также практические рекомендации по внедрению таких технологий в автомобильной и железнодорожной промышленности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, предсказание отказов, эксплуатация транспортных машин, машинное обучение, оптимизация.

С развитием технологий и увеличением количества транспортных средств, эксплуатация транспортных машин требует эффективных методов управления их состоянием и профилактики отказов. Искусственный интеллект (далее – ИИ), в частности методы машинного обучения, позволяют значительно улучшить процессы предсказания технических неисправностей, что, в свою очередь, снижает затраты на ремонт и обслуживание, увеличивает срок службы машин и повышает безопасность.

Целью данной работы является исследование применения ИИ для предсказания отказов транспортных машин на основе анализа данных и создания интеллектуальных систем диагностики и управления эксплуатацией.

Одной из ключевых задач современной транспортной отрасли является повышение надежности и долговечности машин. Технические неисправности и неожиданные отказы наносят значительные убытки, как для владельцев машин, так и для конечных потребителей. Это особенно важно для таких типов транспорта, как автомобили, железнодорожные локомотивы и воздушные суда, где простои могут стоить многомиллионные суммы.

В традиционных методах диагностики поломок часто используются исключительно запланированные осмотры и замены деталей. Однако такие подходы не всегда позволяют выявить неисправности до их проявления. В связи с этим, необходимость внедрения более продвинутых технологий, таких как ИИ, становится очевидной.

Одним из ключевых направлений использования ИИ является прогнозирование отказов на основе анализа больших данных, полученных с датчиков, установленных на транспортных средствах. Использование таких технологий позволяет заранее выявить потенциальные поломки и принять меры до того, как они произойдут.

Машинное обучение (ML) и его разновидности, такие как глубокое обучение (DL), предоставляют мощные инструменты для анализа данных в реальном времени. Системы ИИ могут обучаться на исторических данных о поломках, а затем использовать эти знания для предсказания будущих отказов. Примеры алгоритмов, используемых в таких системах:

Классификация (например, метод опорных векторов, дерева решений) для прогнозирования типа поломки. Регрессия для предсказания времени до поломки.

Нейронные сети для более сложных задач, таких как анализ изображений с камер и обработка сигналов с датчиков.

Для успешного применения ИИ в эксплуатации транспортных машин необходимо обеспечить возможность обработки данных с датчиков в реальном времени. Это позволяет системе ИИ не только прогнозировать поломки, но и автоматически предлагать оптимальные меры по обслуживанию и ремонту.

Рассмотрим примеры применения ИИ в транспортной отрасли.

А) Автомобильная промышленность

В автомобилях системы на базе ИИ могут анализировать данные о состоянии двигателя, тормозной системы, подвески и других ключевых узлов. Так, например, система предсказания отказов на основе машинного обучения может использовать данные о вибрациях, температуре, давлении и других параметрах для того, чтобы заранее сообщить водителю о потенциальных проблемах с тормозной системой или двигателем.

Б) Железнодорожный транспорт

На железнодорожном транспорте ИИ используется для диагностики состояния локомотивов и вагонов. Системы машинного обучения анализируют данные с датчиков, установленных на колесных парах, двигателях и других системах.

Прогнозирование отказов в железнодорожных транспортных средствах позволяет сократить время на профилактические ремонты и снизить риски аварий.

В) Авиационный транспорт

В авиации использование ИИ для предсказания отказов двигателей и других критически важных систем может значительно повысить безопасность полетов. Программное обеспечение на базе ИИ может анализировать данные с датчиков о работе двигателя, систем охлаждения, давления и других параметров, чтобы предсказать поломку с высокой степенью точности.

При применении ИИ можно выделить как ряд преимуществ, так и ряд ограничений.

К преимуществам относятся:

- Уменьшение затрат на ремонты и обслуживание.
- Повышение безопасности за счет раннего обнаружения неисправностей.
- Оптимизация эксплуатации транспортных средств и увеличение их срока службы.
- Автоматизация процессов диагностики и профилактики.

Среди ограничений отметим:

- Необходимость больших объемов данных для обучения моделей.
- Проблемы с интерпретируемостью моделей ИИ (особенно глубоких нейронных сетей).
- Высокие затраты на внедрение технологий в старые системы.

Применение искусственного интеллекта для предсказания отказов и улучшения эксплуатации транспортных машин представляет собой перспективное направление в области повышения надежности и эффективности транспортных систем. Системы машинного обучения позволяют существенно повысить точность прогнозирования поломок и снизить затраты на обслуживание. Однако для полноценного внедрения таких технологий необходимо решить ряд технических и организационных проблем, включая сбор и обработку больших объемов данных и адаптацию существующих систем.

Библиографический список

1. Акимов А.Е. Большие данные, искусственный интеллект и облачные технологии: цифровизация железных дорог // Инновации и инвестиции. 2023. № 3. С. 150-153.
2. Исхакова А.Ф. Применение искусственного интеллекта // Вестник современных исследований. 2018. № 9.3. С. 261-262.

3. Головастов А. Аспекты внедрения искусственного интеллекта на транспорте и в критически ответственных секторах // СТА. 2022. №2. С. 24-35.
4. Ерохина Е.В., Соцкова Е.А. Перспективы развития логистики и транспорта в процессе цифровизации // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet». 2022. №6. С. 6712-6721.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Актуальные вопросы пищевых технологий и управление качеством

УДК 621.929.6

ПРИМЕНЕНИЕ БАРАБАННЫХ СМЕСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

Будова Анна Владимировна, аспирант кафедры технологии хранения и переработки плодовоовощной и растениеводческой продукции Технологического института ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
e mail: budova.a@rgau-msha.ru

Бородулин Дмитрий Михайлович, д-р техн. наук, профессор, и.о. директора Технологического института, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева e mail: borodulin@rgau-msha.ru

Аннотация: в статье обосновывается актуальность разработки новых видов пищевых концентратов функциональной направленности, а также технологических решений их получения. Рассмотрены существующие конструкции барабанных смесителей, а также их особенности, влияющие на качество смешивания сыпучих продуктов.

Ключевые слова: пищевые концентраты, сухие смеси, барабанный смеситель, качество смешивания

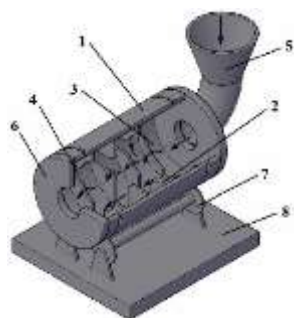
Установлено, что на сегодняшний день структура питания населения РФ не соответствует оптимальной, в первую очередь за счет низкого уровня потребления растениеводческой продукции – картофеля, овощей, фруктов, а также молочной продукции. Известно, что неполноценное питание повышает риск развития дефицита эссенциальных микронутриентов (витаминов, минеральных веществ и иных минорных соединений). В связи с этим, для оптимизации питания населения, профилактики алиментарных заболеваний и укрепления здоровья населения следует расширять ассортимент функциональных и обогащенных пищевых продуктов, что соответствует целям «Основ государственной политики России в области здорового питания». Наиболее эффективным путем решения данной проблемы считается обогащение продуктов массового потребления физиологически активными функциональными ингредиентами, при этом необходимо учитывать структуру питания и пищевые привычки потребителя [1].

В последние годы как среди частных домохозяйств, так и предприятий малого и среднего бизнеса отмечается рост спроса на продукты быстрого приготовления – пищевые концентраты, в том числе различные виды сухих смесей для выпечки. Данная продукция обладает рядом преимуществ – удобство и быстрота приготовления, а также стабильность функционально-технологических свойств при длительных сроках хранения. Важнейшим технологическим этапом производства многокомпонентных сухих смесей для выпечки является смешивание компонентов, а основным критерием качества выступает однородность их распределения [2]. При этом количество компонентов в рецептуре может превышать 15 наименований, а их соотношение варьируется в пределах 1:30...1:40 и может быть повышено до 1:60 [3].

Вопрос получения однородных по своему составу и физико-механическим свойствам сухих смесей является междисциплинарным и затрагивает не только пищевую промышленность, но и различные отрасли сельского хозяйства, фармацевтическую, химическую, строительную и др. отрасли промышленности [2, 4]. Для этого широко применяются смесители различных конструкций, оснащенные механическими мешалками, при этом наибольшее распространение получили барабанные смесители. Основным недостатком данных смесителей является сегрегация сухой смеси при смешивании компонентов с различной плотностью и размером частиц. В связи с этим первостепенной задачей при разработке новых конструктивных решений барабанных смесителей является подавление процессов сегрегации смеси [4, 5].

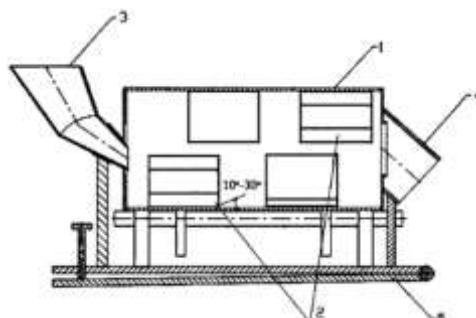
С целью обзора существующих конструкций барабанных смесителей был проведен патентный поиск при помощи поисковой системы ФИПС по МПК В01F 23/60 (смешивание твёрдых веществ с твёрдыми веществами), а также, по ключевым словам, «барабанный смеситель» и/или «drum mixer», по базам «Яндекс.Патенты», «Google Patents» и НЭБ «eLIBRARY.RU». Учитывались патенты, опубликованные за последние 10 лет.

Патентный поиск показал, что в настоящее время ведется активная разработка новых конструктивных решений смесительных аппаратов барабанного типа. В РФ данным вопросом занимаются исследователи из Российского государственного аграрного университета-МСХА им. Тимирязева, Кемеровского государственного университета и Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, Самарского и Пензенского государственных аграрных университетов и др. На рисунке 1 представлены 2 вида конструкций барабанных смесителей, предназначенных для применения в пищевой промышленности – смеситель непрерывного (рис. 1 А и рис. 1 Б) и периодического действия (рис. 1 В).



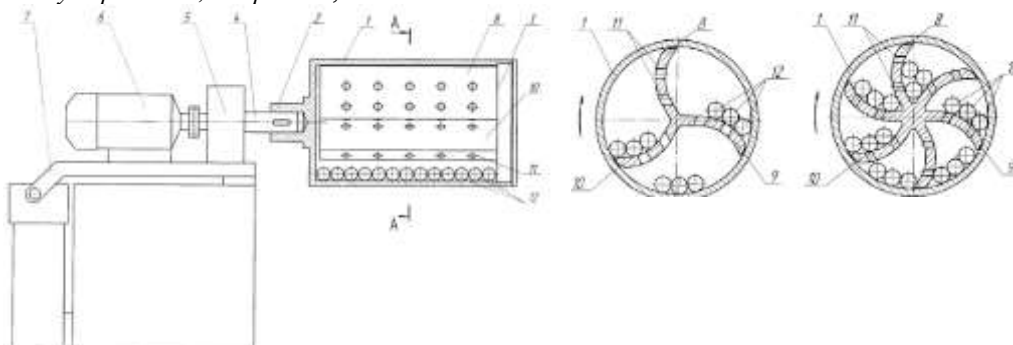
А

1 – барабан; 2 – секционные радиальные разделители; 3 – отверстия в разделителях;
4 – вырезы между разделителями;
5 – загрузочное устройство; 6 – разгрузочное устройство; 7 – ролики; 8 – основание



Б

1 – смесительный барабан; 2 – спиральные направляющие; 3 – загрузочное устройство; 4 – разгрузочное устройство; 5 – станина



В

1 – корпус; 2 – цапфа; 3 – крышка; 4 – вал; 5 – опора; 6 – привод; 7 – поворотная рама;
8, 9, 10 – перегородки; 11 – отверстия; 12 – истирающие шары

Рис. 1 Конструкции барабанных смесителей

А, Б – Барабанный смеситель непрерывного действия [4, 6]

В – Барабанный смеситель периодического действия [7]

Применение смесителей периодического действия целесообразно на предприятиях с малыми мощностями производства, в то время как на предприятиях среднего и крупного звена рационально применять смесители непрерывного действия, что позволяет вести непрерывное производство продукции.

Принцип работы барабанного смесителя непрерывного действия [4] заключается в многократном разделении и дальнейшем смешении потоков сухой смеси за счет секционных радиальных разделителей (2), конструктивная особенность которых заключается в наличии в них отверстий разного диаметра (3), установленных во вращающемся барабане (1). Конструкция смесителя позволяет увеличить время нахождения сухой смеси в аппарате, что позволяет повысить качество смешивания.

Другая конструкция барабанного смесителя непрерывного действия [3], позволяет повысить время нахождения смеси в аппарате и как следствие качество смешивания за счет многократного разделения смеси на два потока, с их последующим смешиванием за счет направления одного потока на встречу другому при помощи спиральных направляющих (2) установленных на внутренней поверхности барабана (1).

Принцип работы барабанного смесителя периодического действия [6] заключается в разделении смеси на множество потоков и их последующем перемешивании за счет перемещения из одной части вращающегося корпуса (1) в другую, последовательно преодолевая секции между перфорированными перегородками (8-10), кроме того, за счет наличия в барабане истирающих шаров (12) осуществляется дополнительное измельчение компонентов смеси, что позволяет повысить однородность смеси и, как следствие качество смешивания. Однако наличие истирающих шаров требует их дальнейшего отделения от смеси при помощи рассевов.

Таким образом выбор барабанного смесителя и его конструктивных особенностей для производства пищевых концентратов функциональной направленности зависит от производительности, количества смешиваемых компонентов, их концентрации гранулометрического состава.

Библиографический список

1. Стратегия научного обеспечения реализации государственной политики в области оптимизации питания населения / В. А. Тутельян, Д. Б. Никитюк, И. Ю. Тармаева, А. В. Погожева // Российский вестник гигиены. – 2025. – № 1. – С. 47-52. – DOI 10.24075/rbh.2025.124.
2. Применение вертикальных вибрационных смесителей в технологии получения мучных смесей / Д. М. Бородулин, М. Т. Шулбаева, О. Н. Мусина, Д. В. Сухоруков // Техника и технология пищевых производств. – 2024. – Т. 54, № 1. – С. 104-115. – DOI 10.21603/2074-9414-2024-1-2492.
3. Патент № 2643962 С1 Российская Федерация, МПК В01F 9/06. Барабанный смеситель : № 2016149974 :заявл. 19.12.2016 : опубл. 06.02.2018 / Д. М. Бородулин, В. Н. Иванец, А. А. Андрюшков, Д. В. Сухоруков ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)".
3. Бородулин, Д. М. Обзор конструкций барабанных смесителей, подавляющих сегрегацию сыпучих смесей / Д. М. Бородулин, Д. В. Сухоруков, Ю. П. Суворова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2023. – Т. 85, № 3(97). – С. 52-59. – DOI 10.20914/2310-1202-2023-3-52-59.
4. Патент № 2816584 С1 Российская Федерация, МПК В01F 23/60, В01F 29/60, В01F 29/25. Барабанный смеситель непрерывного действия :заявл. 28.02.2023 : опубл. 02.04.2024 / Д. В. Сухоруков, Д. М. Бородулин, Ю. П. Суворова [и др.] ; заявитель Федеральное

государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет».

5. Design of Drum Type Apparatus for Processing of Bulk Materials / V. N. Ivanec, D. M. Borodulin, D. V. Sukhorukov [et al.] // Procedia Chemistry. – 2014. – Vol. 10. – P. 391-399.

6. Патент № 2643962 С1 Российская Федерация, МПК В01F 9/06. Барабанный смеситель : № 2016149974 :заявл. 19.12.2016 : опубл. 06.02.2018 / Д. М. Бородулин, В. Н. Иванец, А. А. Андрюшков, Д. В. Сухоруков ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)".

7. Патент № 2725232 С1 Российская Федерация, МПК В01F 9/02. Барабанный смеситель : № 2019108120 :заявл. 21.03.2019 : опубл. 30.06.2020 / С. А. Светлов, Т. С. Светлова ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ). Отдел научно-исследовательской работы сотрудников и преподавателей (ОНИРСИП).

УДК 664.1

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ШОКОЛАДНЫХ МАСС

Беляев Андрей Витальевич аспирант ВНИИ КП филиал ФГБНУ "ФНЦ пищевых систем имени В.М. Горбатова" RANarhon1314@gmail.com

Руденко Оксана Сергеевна, канд. техн. Наук начальник Сектора хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Отдела сельскохозяйственных наук, RANoxana0910@mail.ru

Аннотация: Внедрение «Индустрии 4.0» трансформирует производство за счет интеграции ИИ, IoT и компьютерного зрения (КЗ). Рынок КЗ быстро растет (с \$10 млн в 2015 г. до \$50 млн в 2022 г.). Цель работы — обобщить исследования по применению КЗ для контроля качества шоколадных масс. Информационная база: научные публикации, аналитика и данные производителей. КЗ повышает скорость и точность контроля, выявляя визуальные дефекты. Предложено рассчитывать реологические параметры шоколада (предел текучести, вязкость) путем анализа изображений с темперирующей машины. Это экономически выгодное решение для малых предприятий (85% рынка РФ), заменяющее дорогие исследования.

Ключевые слова: компьютерное зрение, пищевая промышленность, контроль качества, шоколадные массы, цифровизация.

С введением концепции «Индустрия 4.0» подход к автоматизации производства претерпел значительные изменения. Современные технологии, такие как Интернет вещей, большие данные, облачные вычисления, искусственный интеллект и кибер-физические системы, стали основой для производственной отрасли. Эти технологии нашли свое применение не только в промышленности, но и в множестве других областей жизни.

Компьютерное зрение предоставляет возможность автоматизации процессов контроля качества, что позволяет сократить количество ошибок и повысить стабильность продукции. Современные технологии позволяют реализовывать системы компьютерного зрения, которые способны анализировать визуальные характеристики шоколадных масс, включая их цвет, текстуру и наличие дефектов. Это значительно ускоряет процесс контроля по сравнению с традиционными методами, основанными на ручной оценке, и улучшает качество конечного продукта. Растущий спрос на качественный шоколад требует не только высококачественных ингредиентов, но и строгого контроля на всех этапах производства.

Обобщить результаты исследований для определения возможности применения компьютерного зрения для контроля технологических показателей качества шоколадных масс

Для исследования предметного поля были рассмотрены научные публикации российских и зарубежных авторов, посвященные применению машинного зрения в пищевой промышленности. Исследования проводились в лабораторных условиях на тестирующей машине KADZAMA №211365. Информационной базой также послужили аналитические материалы и справочные данные в сети интернет опубликованные в открытом доступе производителями оборудования. В контекст автоматического и ручного поиска были включены следующие комбинации ключевых слов: автоматизация технологических процессов; реологические признаки шоколада; машинное зрение, искусственный интеллект; нормы вязкости шоколада; критерии оценки качества шоколада; способы применения машинного зрения в промышленности. В процессе анализа сохранялась информация об авторах, о годе издания, о ключевых выводах, относящихся к исследуемым вопросам, а также информация об идентификаторе объекта DOI (при наличии). Исключались дубли, нерелевантные источники и публикации с подтвержденным конфликтом интересов.

Компьютерное зрение представляет собой область научных и прикладных исследований, направленных на разработку систем, способных анализировать и распознавать изображения. Основной задачей в этом направлении является создание программ и устройств, способных «видеть», то есть извлекать полезную информацию о объектах реального мира, с целью последующего использования [1].

Возникновение этого термина можно отнести к 60-ым годам прошлого века. В основу легло исследование влияния накопленного зрительного опыта на формирование корковой структуры мозга животных. Считается, что идея об обучении компьютера «видеть» впервые возникла у профессора Лоуренса Робертса, который известен как один из основателей Интернета. Он написал алгоритм, который позволяет исключить скрытые или затемнённые поверхности из перспективной картинке и создавать простую трехмерную модель объекта. Применялся метод вычислительной геометрии. Он заключается в генерации вычислительной модели трёхмерного объекта в компьютере. Это считается первым удачным применением компьютерного зрения на практике.

Исследования маркетингового агентства Tractica показывают, что за последние годы рынок компьютерного зрения быстро развивается и имеет большие перспективы [2]. И вырос с 2015г по 2022 г с 10 миллионов до 50 миллионов долларов.

Анализ информации позволил выделить следующие сферы применения компьютерного зрения в пищевой промышленности:

- Контроль качества продукции – цвет, брак, целостность упаковки, текстура;
- Сортировка и упаковка – определение неупакованной продукции;
- Улучшение безопасности – контроль за соблюдением техники безопасности;
- Оптимизация инвентаризации – определение расположения продукции в местах хранения;
- Мониторинг производственных процессов – отслеживание большого числа технологических параметров одновременно с их обработкой;
- Анализ рынка и потребительских предпочтений – анализа изображений продукции на полках магазинов или в рекламе;
- Улучшение условий труда – уменьшает необходимость частого прямого контакта сотрудника с производственной линией [3].

Машинное зрение в производстве шоколада используется для контроля качества продукции, а именно для отслеживания:

- Сахарного поседения;
- Жирового поседения[4];
- Царапин, сколов, вмятин, пузырьков, крошки;

В России по данным РИА Новости [5] 1,82 тыс. производителей шоколада, из которых 15% это крупные предприятия с полным циклом производства. Остальные фабрики это маленькое и как правило ручное производство, которое закупает сырье у крупных игроков рынка.

Для таких малых предприятий очень важен контроль качества поступающего сырья, однако содержание собственной лаборатории экономически не целесообразно. И поэтому предлагается использовать компактную систему компьютерного зрения, для контроля следующих показателей:

- Вязкость ($\text{Па} \cdot \text{с}$)
- Предел текучести ($\text{Па} \cdot \text{с}^2$)

Для получения цифровых показателей предлагается интерпретация получаемого изображения при помощи специально разработанного программного комплекса.

Для расчетов искомых параметров предлагается адаптировать методы и формулы из нефтеперерабатывающей промышленности и молочной промышленности [6,7].

Таким образом, проведенное исследование позволило комплексно проанализировать потенциал компьютерного зрения в контексте пищевой промышленности, уделив особое внимание сегменту производства шоколадных масс. На основе изучения современных тенденций, включая интеграцию технологий Индустрии 4.0, была подтверждена эффективность автоматизированных систем для контроля технологических параметров, таких как вязкость и предел текучести, критически важных для обеспечения стабильности качества продукции.

Предложено техническое решение, ориентированное на малые предприятия, демонстрирует возможность замены дорогостоящих лабораторных методов компактными системами компьютерного зрения. Это не только снижает операционные издержки, но и минимизирует субъективные ошибки, связанные с ручной оценкой. Анализ изображений шоколадных масс, включая распознавание дефектов (сахарное и жировое поседение, механические повреждения) и интерпретацию визуальных данных для расчета реологических показателей, открывает новые пути стандартизации процессов на производствах с ограниченными ресурсами.

Результаты работы подчеркивают значимость адаптации цифровых технологий для российского рынка, где 85% производителей шоколада — малые предприятия, не способные поддерживать полноценные лаборатории. Внедрение предложенной системы не только повышает конкурентоспособность таких компаний, но и способствует выполнению строгих отраслевых нормативов. Дальнейшие исследования могут быть направлены на интеграцию компьютерного зрения с платформами интернет вещей для создания умных производственных цепочек, что соответствует глобальным трендам цифровизации пищевой индустрии.

Всем этим, работа подтверждает, что компьютерное зрение — это не только инструмент контроля, но и ключевой элемент устойчивого развития малых предприятий в условиях растущих требований к качеству и прозрачности производственных процессов.

Библиографический список

1. Потапов А. С. Системы компьютерного зрения : учебное пособие / Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО». – Санкт-Петербург, 2016. – С. 28–65
2. Горячкин Б. С., Китов М. А. Компьютерное зрение // E-SCIO. – Саранск : Автономная некоммерческая организация «Информационная Мордовия», 2020. – № 5. – С. 12–34
3. Компьютерное зрение в пищевой промышленности [Электронный ресурс] // Образовательный портал «Справочник» / Автономная некоммерческая организация «Информационная Мордовия». – 2024. – 21 марта. – Режим доступа: https://spravochnik.ru/informacionnyye_tehnologii/kompyuternoe_zrenie_v_pischevoy_promyshlennosti/ (дата обращения: 29.05.2025).
4. Ткешелашвили М. Е., Бобожинова Г. А., Кошелева Н. П., Магомедов Г. О. Разработка состава шоколадной массы, устойчивой к «поседению» // Вестник Воронежского

государственного университета инженерных технологий. – 2017. – Т. 79, № 1. – С. 209–214. – DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-1-209-214>.

5. Самые шоколадные регионы России // РИА Новости. – 2023. – 5 ноября. – Режим доступа: <https://ria.ru/20231105/rf-1907563592.html> (дата обращения: 29.05.2025).

6. ГОСТ 33-2016 Нефть и нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической и динамической вязкости : межгосударственный стандарт : дата введения 2018-07-01 / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Официальное издание. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке нефти, 2016.

7. ГОСТ 27709-2015 Консервы молочные сгущенные. Метод измерения вязкости : межгосударственный стандарт : дата введения 2016-07-01 / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Официальное издание. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, 2015.

УДК664.9.022

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РУБЛЕННЫХ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ

Ал Али Гина, аспирант кафедры Технологии хранения и переработки продуктов животноводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, ghina.alali.20@gmail.com

Грикиас Стяпас Антанович, д-р с.-х. наук, профессор, ведущий научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института птицеперерабатывающей промышленности – филиала ФНЦ «ВНИТИП», stepangr56@mail.ru

Аннотация: Изучено влияния использования бленда «Хитозан+К» с содержанием куркумы на технологические свойства мясных рубленых мясных полуфабрикатов из мяса птицы. Установлено, что полуфабрикаты, полученные с добавлением бленда «Хитозан+К» в количестве 3% отличаются лучшими технологическими показателями.

Ключевые слова: технологические показатели, мясные рубленые полуфабрикаты, мясо птицы, мясо гуся.

Производство мясных полуфабрикатов увеличилось из-за роста спроса на продукты быстрого приготовления со стороны российских потребителей, особенно городских жителей «среднего класса» [1].

Полуфабрикаты из рубленого мяса подразделяют на изделия, изготавливаемые с наполнителями (изделия из котлетной массы) и без него (натуральные). Измельченное мясо, используемое при приготовлении изделий из котлетной массы, отличается от натурального мяса не только своей структурой, но и рядом технологических свойств.

Рубленые полуфабрикаты, такие как фрикадельки, биточки и котлеты, являются наиболее популярными [4,5,6]. В настоящее время для производства продуктов питания используется мясо гусей [1,2,6].

На качество полуфабрикатов и готовых изделий оказывает влияние не только состояние используемого сырья (парное, охлажденное, размороженное), содержание соединительной ткани, микробиальная обсемененность, но и ряд технологических факторов: степень измельчения мяса, влагосвязывающая способность (ВСС), потери при термической обработке мяса, массовая доля влаги и др. [4,6,7].

Экспериментальная часть работы была выполнена в условиях ВНИИ птицеперерабатывающей промышленности. Объектом исследований стали рубленые полуфабрикаты из мяса гусей и цыплят-бройлеров. Для определения технологических показателей рубленых мясных полуфабрикатов из мяса гусей и цыплят-бройлеров была

разработана рецептура производства котлет на основе расчетов экспертной системы «МультиМитЭксперт», а также методов линейного программирования в среде Microsoft, приложение Excel (таблица 1).

Таблица 1

Рецептурный состав котлет (на 100 кг сырья, кг)

Ингредиенты	Образцы		
	Базовый (контроль)	1 Вариант. Бленд «Хитозан» (без куркумы)	2 Вариант. Бленд («Хитозан +К) с куркумой
На 100 кг несоленого сырья, кг			
Мясо гусят	55	55	55
Филе цыплят- бройлеров	12	12	12
Хлеб белый после гидратации (1: 3)	10	10	10
Яйцо куриное	4	4	4
Лук репчатый свежий	8	8	8
Сухари панировочные	3	3	3
Вода	5	5	5
Бленд «Хитозан») без куркумы)	-	3	
Бленд «Хитозан+К»	-	-	3
Соль и специи на 100 кг несоленого сырья, %			
Соль пищевая	1,2	1,2	1,2
Черный перец молотый	0,10	0,10	0,10
Чеснок сушеный молотый	0,15	0,15	0,15

Для производства котлет использовали гусятину и филе цыплят бройлеров, взятое в разных количествах, после измельчения на мясорубке. Помимо мясного сырья, задействовали ингредиенты, указанные в рецептуре котлет в таблице 1.

Рубленые мясные полуфабрикаты формовали вручную в виде котлет овальной формы, поверхность посыпали тонким слоем панировочных сухарей. Технологические исследования проводили в ВНИИПП.

Определяли технологические показатели: массовая доля влаги %, влагосвязывающей способности (ВСС) %, потери в мясе при варке %.

Метод определения влагосвязывающей способности (ВСС) ГОСТ 7269–79. Содержание связанной воды вычисляется по формулам:

$$X_1 = (A - 8,4B)100/M_0, \quad (1.1)$$

где X_1 - содержание связанной влаги, % к мясу; A —общее содержание влаги в навеске, мг; B — площадь влажного пятна, см²; M_0 – масса навески мяса, мг.

$$X_2 = (A - 8,4B)100/A, \quad (1.2)$$

где X_2 – содержание связанной влаги, % к общей влаге.

Метод определения массовой доли влаги ГОСТ Р 51479–99. Массовую долю влаги X , %, вычисляют по формуле:

$$X = (m_1 - m_2) * 100 / (m_1 - m_0) \quad (1.3)$$

где m_0 — масса чашки с палочкой и песком, г; m_1 — масса чашки с навеской пробы, палочкой и песком перед высушиванием, г; m_2 —масса чашки с навеской пробы, палочкой и песком после высушивания, г.

Метод определения потери ГОСТ 31988–2012 . Потери в мясе при варке О, %, вычисляют по формуле:

$$O = M_1 - M_2 / M_0 * 100 (1.4)$$

где О– потери в мясе на данной технологической операции, кг или %; М1– масса мяса данной технологической операции, кг; М2– масса мяса, переданного на следующую технологическую операцию, кг; М0– первоначальная масса (брутто)партии мяса, кг. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Результаты показывают, что в базовой, первой и второй группах потери котлеты при варке соответственно составили 19,48%, 15,91% и 17,14%. Следовательно, наивысший потери котлет были получены от образцов базовой группы – 19,48%, где не использовали «Хитозан+К», что соответственно приводит к ухудшению органолептических характеристик котлет.

Первый опытный вариант котлет имел более высокое содержание влаги 64,40%, что выше по сравнению с контрольным и 2 опытным вариантом был выше соответственно на 3,32% и 1,51%

по сравнению с вариантом, где использовали blend «Хитозан» без куркумы, и несущественно отличались от второго варианта котлет 62,89%, где использовали blend «Хитозан+К» с куркумой. В целом, все котлеты имели высокую пищевую ценность.

Большое значение для получения качественных изделий из рубленой массы и увеличения выхода готовых изделий имеет ее ВСС. Котлеты второго варианта обладают более высокой (ВСС), – 77,40%, чем котлеты первого варианта и базового, соответственно выше на 4,9% и 1,0%. Следовательно, чем выше ВСС фарша, тем меньше котлеты теряют воду при тепловой обработке и, следовательно сочнее котлеты.

Таблица 2

Технологические показатели

Показатели	Образцы		
	Базовый вариант (контроль)	1 вариант. Blend «Хитозан» (без куркумы)	2 вариант Blend («Хитозан +К» с куркумой)
Массовая доля влаги (МДВ), %	61,08	64,40	62,89
Потери при варке, %	19,48	15,91	17,14
Водосвязывающая способность, ВСС, %	72,5	76,4	77,40

Представленные результаты исследований свидетельствуют о положительном влиянии blend «Хитозан+К» с куркумой на технологические свойства мясных рубленых полуфабрикатов из мяса птицы.

Библиографический список

1. Ал Али Гина, Грикшас С.А., Козлов А. В., Корневская П.А., Сычев Р. В. Технология рубленых полуфабрикатов из гусяного мяса // Мясная индустрия. 2024. №2. С. 36–39.
2. Ал Али Гина, Грикшас С.А., Корневская П.А., Сычѳв Р. В. Биологическая и пищевая ценность мяса гусят линдовской породы // Мясная индустрия. 2023. № 1. С. 36–39.
3. Асенова Б. К., Жуманова Г. Т., Ребезов М.Б., Вайтанис М.А. и др. Способ производства мясных полуфабрикатов. 2018.
4. Бурова Т.Е., Запрометова О.С. Технология изготовления и контроль качества замороженных мясных полуфабрикатов: Метод. указания к лабораторным работам № 1, 2, 3, 4 по курсу «Технология замороженных мясных полуфабрикатов и готовых блюд» для студентов спец. 260301 и 260504 / Под ред. А.Л. Ишевского. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2006. 37 с.

5. Зимняков В.М. Экономико-технологические аспекты производства и переработки продукции животноводства: монография / В.М. Зимняков, И. В. Гаврюшина. ПГСХА, 2016. 178 с.

6. Стрингер М., Деннис К. Охлажденные и замороженные продукты / Под науч. ред. Н. А. Уваровой. – СПб.: Профессия, 2004—496 с.

7. Грикшас, С. А. Технологические особенности производства копчёных продуктов из мяса птицы с использованием добавок функционального назначения / С. А. Грикшас, А. С. Куприй, С. А. Щербаков // ТРАДИЦИОННАЯ и ИННОВАЦИОННАЯ НАУКА: ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ : сборник статей Международной научно-практической конференции, Саратов, 10 января 2020 года. Том Часть 2. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2020. – С. 39-41.

УДК 665.3

МИКРОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ СЛИВОЧНОГО МАСЛА С ЭКСТРАКТОМ ШАЛФЕЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО

Голубев Алексей Алексеевич, аспирант кафедры Управления качеством и товароведения продукции, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», alex.golubev@rgau-msha.ru

Сухова Мария Владимировна, старший лаборант кафедры «Процессов и аппаратов перерабатывающих производств», Технологический институт, ФГБОУ ВО «Российский Государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева», sukhova.mv@rgau-msha.ru

Аннотация: исследовано влияние экстракта Шалфея лекарственного на микроструктуру сливочного масла. Богатый полифенольными веществами экстракт статистически достоверно увеличивает средний размер капель плазмы сливочного масла на 0,23 мкм или 0,38 по шкале Коэна.

Ключевые слова: сливочное масло, Шалфей лекарственный, микроструктура.

В рамках исследования был изучена микроструктура масла сливочного с экстрактом шалфея лекарственного в концентрации 20 мг эквивалента галловой кислоты на 100 г продукта. Целью работы было определить влияние добавления фитокомпонента на морфологические характеристики водной фазы масла. Микроструктурный анализ проведён с использованием микроскопа «Биолам М-3» при увеличении в 200 раз, методом «раздавленной капли». Изучались размеры капель плазмы в свежеработанном продукте, по сравнению с контрольным образцом на основе измерений диаметра Ферета [1-3].

Описательные статистики результатов измерений представлены в таблице 1. Визуализация распределений представлена на рисунке 1.

Таблица 1

Описательные статистики результатов измерений

Образец	Объем выборки	Среднее	Станд. Откл	Медиана	МКР	Min	Max
Контроль	15980	2.01	0.51	1.89	0.6	1.23	6.82
опыт	15423	2.24	0.69	2.06	0.79	1.25	7.46

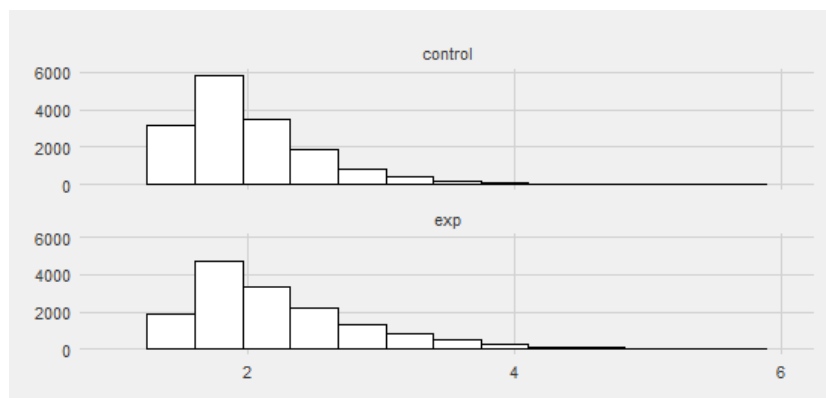


Рис.1 Гистограмма размеров капель плазмы в образцах масла

Ввиду отклонений от нормального распределения применено преобразование Бокса–Кокса ($\lambda \approx -1,20$; $\lambda \approx -1,03$ для контроля и опыта соответственно). Для проверки гомогенности дисперсий использован тест Левена ($F = 629,36$; $p < 0,0001$).

Сравнение средних значений между группами выполнено с использованием одностороннего t-теста Уэлча, устойчивого к неоднородности дисперсий. При объёмах выборок $n_1, n_2 \approx 16000$ мощность одностороннего теста практически равна 1. Результаты теста показали наличие статистически значимых различий между группами ($t = -53,459$; $p < 0,0001$). Расчетные значения силы эффекта составили 0,23 мкм или 0,38 по шкале Козна, что свидетельствует об умеренном эффекте.

Однако, несмотря на статистическую значимость различий, полученное значение эффекта не достигает порога, при котором можно было бы однозначно заключить о его высокой практической значимости без дополнительных исследований.

Это означает, что наблюдаемая разница между группами существенна с точки зрения статистики, но не обязательно оказывает выраженное влияние на потребительские свойства продукта. В контексте пищевых технологий подобные микроструктурные различия могут потенциально влиять на такие характеристики продукта, как текстура и термоустойчивость.

В связи с этим представляется необходимым подтвердить технологическую значимость установленных различий с привлечением дополнительных исследований, ориентированных на оценку потребительских свойств продукта. В первую очередь, речь идёт о структурно-механических методах, таких как текстурометрия, позволяющая количественно оценить параметры твёрдости, эластичности, пластичности и адгезии образцов. Также целесообразно применение дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) для оценки термической устойчивости.

Библиографический список

1. Голубева Л. В., Долматова О. И., Смольский Г. М. Изучение микроструктуры масла // Актуальная биотехнология. – 2014. – №. 3. – С. 123-123.
2. Долматова О. И., Панченкова К. А. Изучение качества масла сливочного с вкусовыми компонентами // Вестник ВГУИТ. 2020. №3 (85).
3. Куприна А. О. и др. Изменения элементов микроструктуры масла сливочного с антиоксидантным комплексом в процессе хранения // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – №. 1 (36). – С. 41-47.
4. Rønholt S. et al. Polymorphism, microstructure and rheology of butter. Effects of cream heat treatment // Food chemistry. – 2012. – Т. 135. – №. 3. – С. 1730-1739.

ЭФИРНОЕ МАСЛО КОРИАНДРА И ЕГО ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Дмитриев Кирилл Олегович, аспирант кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kirill_dmitriiev_00@mail.ru

Нугманов Альберт Хамед-Харисович, профессор кафедры технологии хранения и переработки плодоовощной и растениеводческой продукции, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nugmanov@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье представлен аналитический обзор химического состава эфирного масла, получаемого из плодов кориандра посевного.

Ключевые слова: кориандр посевной, эфирное масло, химический состав, компонентный состав

Кориандр (*Coriandrum sativum* L.) – это однолетнее растение, принадлежащее к семейству зонтичных, которое находит широкое применение в медицине, кулинарии и производстве масел. Изначально произраставший в Средиземноморском регионе, сегодня он выращивается по всему миру. Плоды кориандра и получаемое из них эфирное масло обладают терапевтическими свойствами, в частности, оказывают расслабляющее воздействие на желудочно-кишечный тракт. Кориандровое сырье и масло востребованы в фармацевтической, пищевой, косметической и парфюмерной индустриях в качестве ароматизатора. Свежая зелень кориандра, содержащая эфирные масла, флавоноиды, каротиноиды и кумарины, является популярной ароматной приправой (рисунк 1). Важно отметить, что аромат зелени и плодов кориандра существенно различается.



Рис.1. Растение кориандра посевного (фото из открытых источников)

Эфирное масло из зелени содержит алифатические альдегиды с резким запахом, в то время как в масле из плодов преобладают линалоол и другие окисленные монотерпены, а также монотерпеновые углеводороды. Именно это различие в составе эфирных масел обуславливает разное применение: зелень добавляют в карри, супы и соусы, а плоды используют для ароматизации маринадов, мясных блюд, кондитерских изделий и приправ [1, 2].

Содержание и состав эфирного масла в растениях, особенно в кориандре, зависят от целого ряда факторов: экологических условий, генетических особенностей, стадии развития растения (онтогенеза) и применяемых методов культивирования. В процессе роста

кориандра происходит значительное изменение химического состава эфирного масла, что напрямую влияет на его аромат. Ключевым преобразованием является образование линалоола (монотерпенового спирта) из алифатических альдегидов. Существенные различия в составе эфирного масла также наблюдаются между разными сортами и культивируемыми формами кориандра. Химический состав эфирного масла, получаемого из плодов кориандра, хорошо изучен и идентифицирован.

Для получения высококачественного промышленного сырья необходимо учитывать множество факторов, включая выбор сорта, его способность адаптироваться к конкретным почвенно-климатическим условиям, качество посевного материала, применяемую агротехнику, оптимальные сроки и способы уборки урожая, а также правильные условия хранения и подготовки сырья к переработке [3, 4].

Экономический кризис начала 1990-х годов негативно сказался на производстве кориандра. Сократились объемы переработки, ухудшились условия выращивания, что привело к значительному ухудшению качества сырья. В частности, содержание эфирного масла в плодах кориандра, важнейшего показателя качества, снизилось и колеблется в пределах 1,16 – 2,19%, а содержание жирного масла составляет 25,0 – 28,5% у традиционных сортов. Среднее содержание эфирного масла (1,58%) на 33 – 38% ниже, чем у лучших, ранее культивируемых сортов, что указывает на существенное снижение продуктивности современного сырья в плане выхода эфирного масла. Эфирное масло кориандра посевного состоит преимущественно из монотерпенов и терпеновых спиртов. Основным компонентом является линалоол (60 – 80%), также присутствуют гераниол (до 5%), α -пинен (7,9%), камфора (6,6%), геранил ацетат (4,8%) и лимонен (4,1%). В меньших количествах обнаружены β -пинен, п-цимол, дипентен, α -терпинен, γ -терпинен, терпинолен, α -фелландрен, β -фелландрен, борнеол, дециловый альдегид и дециловая кислота [5, 6, 7].

Таким образом, учитывая устойчивый спрос на зерновой кориандр и его эфирное масло на мировом рынке, крайне важно продолжать селекционную работу над этой культурой. Кроме того, растущий интерес потребителей к салатным формам кориандра в розничной торговле подталкивает к расширению селекции овощных сортов.

Библиографический список

1. Бочкарев, Н.И. Морфология, таксономия, методы селекции и характеристика сортов кориандра посевного (обзор) / Н.И. Бочкарев, С.В. Зеленцов, Е.В. Мошненко // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2014. – № 2(159-160). – С. 178-195.
2. Степанова, Н.Ю. Агробиологическая оценка сортов кориандра в условиях ленинградской области / Н.Ю. Степанова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4(65). – С. 20-27.
3. Мустафаев, С.К. Выход и состав эфирного масла из расколотых плодов кориандра / С.К. Мустафаев, Т.В. Пелипенко, А.П. Усов, Е.А. Калиенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 118. – С. 827-839.
4. Пелипенко, Т.В. Качество промышленного сырья кориандра Северо-Кавказской зоны возделывания в современных экономических условиях / Т.В. Пелипенко, С.К. Мустафаев, А.П. Усов, Е.А. Калиенко // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2015. – № 11. – С. 4-11.
5. Пелипенко, Т.В. Влияние фракционного состава кориандра на его технологические свойства / Т.В. Пелипенко, С.К. Мустафаев, А.П. Усов, Е.А. Калиенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 113. – С. 105-114.
6. Мустафаев, С.К. Изучение особенностей обезэфиренных плодов кориандра как сырья для отжима жирного масла путём прессования / С.К. Мустафаев, С. Е. Смычагина, Т.

В. Пелипенко, А.П. Усов, Е.А. Калиенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 113. – С. 80-89.

7. Зыкова, И.Д. Компонентный состав эфирного масла плодов *Coriandrum sativum*, произрастающего в Сибирском регионе / И.Д. Зыкова, А.А. Путинцева, А.А. Ефремов // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2014. – Т. 130. – № 7. – С. 117-119.

УДК 664.762

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМОВАНИЯ В ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНОВЫХ СУПЕРФУДОВ

Журавлёв Михаил Валентинович, доцент кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, zyravlev@rgau-msha.ru

***Аннотация.** В статье рассмотрен вопрос совершенствования традиционных технических решений на этапе формования рецептурной смеси в производстве зерновых суперфудов. Предложено использование современного технологического оборудования - формующей машины ММС 200, которое обеспечивающей увеличение производительности участка, при одновременном снижении величины брака готовых изделий.*

***Ключевые слова:** производство, зерновые суперфуды, формование, производительность.*

В настоящее время особое значение уделяется безопасности продуктов питания, содержащих ингредиенты растительного происхождения. Подобные ингредиенты позволяют обогатить готовый продукт необходимыми микрои макроэлементами, витаминами и пищевыми волокнами. Продукты питания с заданными свойствами позволяют уменьшить негативное влияние вредных факторов окружающей среды, в том числе при работе во вредных производственных условиях [2].

В рамках ритма жизни современного человека, связанного с высокой многозадачностью, низкой двигательной активностью и ежедневным воздействием стрессовых нагрузок, зачастую не остаётся времени на полноценный приём пищи, и большинство людей вынужденно прибегает к перекусам, в качестве которых используются, как правило, мучные кондитерские изделия или шоколад. В подобной ситуации важной задачей является качественное улучшение рациона питания, за счёт добавления продуктов, содержащих значительное количество физиологически полезных ингредиентов, обеспечивающих организм необходимым количеством энергии и позволяющих укрепить иммунитет человека. К данной категории продуктов следует отнести злаковые батончики, получившие широкое распространение в продовольственной индустрии [2]. Данный продукт является популярным перекусом не только среди специализированных групп населения (спортсмены, люди с хроническими заболеваниями, поддерживающие диеты), но и среди молодежи, взрослого населения, выполняющего обязанности, при которых необходимо восполнить большое количество энергии при минимальных затратах времени на обед или завтрак.

Зерновые батончики на сегодняшний день занимают особое место в потребительской корзине. Если ранее данный продукт был нацелен только на спортсменов и людей, ведущих активный образ жизни, то на сегодня его используют в качестве ежедневного перекуса рядовые потребители не связанные со спортивной деятельностью: офисные работники, сотрудники учебных заведений, студенты, учащиеся школ и т.д. [1]. Поскольку при современном ритме жизни растет спрос на удобный и при этом полезный перекус, индустрия снеков предлагает широкий ассортимент кондитерских изделий, которые принято называть

батончиками, однако этот термин пока не установлен [4].

Анализ технологических решений, применяемых в настоящее время для производства зерновых батончиков свидетельствует о необходимости совершенствования этапа формования рецептурной смеси, которая, согласно традиционной технологии, транспортируется на прокаточную машину с целью образования зернового пласта, образующегося с помощью формующих валов. Главными недостатками данного решения являются неоднородная форма и толщина данного пласта, ввиду чего на последующей стадии нарезания, реализуемого с помощью гильотинных или струнных резательных машин, возникает риск увеличения брака среди готовых изделий, а также происходит выкрашиванием рецептурных ингредиентов в виде экспандированных злаков.

Предлагаемым решением совершенствования технологии производства зерновых суперфудов, является модернизация участка формования злаковой смеси, за счёт замены вальцовой машины на формующее устройство ММС 200 (рисунок 1), которое одновременно выполняет функции резательного оборудования, ввиду чего данные позиции оборудования возможно исключить из технологической линии, что существенно снижает её металлоёмкость, уменьшает затраты электроэнергии и упрощает техническое обслуживание.



Рис. 1 Изображение формующей машины ММС 200

Интеграция данного оборудования в аппаратную линию производства зерновых суперфудов, позволяет добиться повышения равномерности геометрической формы и однородности поверхности готовых изделий, без потери рецептурных зерновых компонентов. Максимальна производительность данного оборудования составляет 8000 шт. батончиков в час, что на 25 % выше большинства ближайших аналогичных видов оборудования, при одновременном размещении оборудования на площади 1,5 м², что является немаловажным фактором при выполнении компоновочных решений и размещении технологических линий на производстве.

Библиографический список

1. Журавлев, М. В. Разработка рецептуры батончиков функционального назначения на основе экспандированного злакового сырья / М. В. Журавлев, Ж. В. Новикова, И. Ю. Степаненко // Церевитиновские чтения - 2022 : материалы VIII Международной научно-практической конференции, Москва, 01 апреля 2022 года. – Москва: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, 2022. – С. 92-95.
2. Изучение показателей безопасности зернового продукта "злаковый батончик" / Т. Ю. Гумеров, А. Р. Усманова, З. Ш. Мингалеева, Е. Ю. Тарасова // Пищевые системы. – 2022. – Т. 5, № 1. – С. 14-22.
3. Разработка обогащённых злаковых батончиков для активного населения / Т. Л.

Кодесникова, А. А. Подольская, С. М. Сергеева [и др.] // Спортивная нутрициология-2022 : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Москва, 17 ноября 2022 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский университет спорта "ГЦОЛИФК", 2022. – С. 29-33.

4. Федосенко, Т. В. Систематизация номенклатуры батончиков для разработки изделия со скорректированным нутриентным профилем / Т. В. Федосенко, А. Е. Баженова, М. В. Журавлев // Международная научно-практическая конференция молодых учёных и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук. – 2024. – № 1. – С. 266-270.

УДК 663.479.1

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КУКУРУЗНОЙ МУКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА КВАСНОГО СУСЛА

Кабардова Амалия Казбековна, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова, kabardova1@mail.ru

Безирова Сатаней Германовна, аспирант, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова, akhaeva93@mail.ru

Хоконова Мадина Борисовна, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова, dinakbgsha77@mail.ru

Аннотация: Работа посвящена определению влияния степени измельчения кукурузной и ржаной муки на показатели качества кислого сусла. Приведена схема ступенчатого температурного гидролиза в процессе затирания с использованием в качестве несоложенной части ржаной обойной муки.

Ключевые слова: кислый сусло, сырьё, технология производства, качество

Потребительский рынок пищевой продукции представляет собой важнейшую часть современной экономики Российской Федерации и требует комплексного и системного развития.

Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г. ориентирована на обеспечение полноценного питания, профилактику заболеваний, увеличение продолжительности и повышение качества жизни населения, стимулирование развития производства и обращения на рынке пищевой продукции надлежащего качества.

Потребление пищевой продукции с низкими потребительскими свойствами является причиной снижения качества жизни и развития ряда заболеваний населения, в т. ч. за счет необоснованно высокой калорийности пищевой продукции, сниженной пищевой ценности, избыточного потребления насыщенных жиров, дефицита микронутриентов и пищевых волокон.

При разработке рецептур различных функциональных продуктов повышенной пищевой ценности, созданных для усовершенствования самочувствия человека, основным образом, является подбор сырья с полезными свойствами и высокими показателями качества.

Преимущественно подходящим видом пищевой продукции и хорошей базой для обогащения растворимыми витаминами, минеральными и биологически активными веществами являются безалкогольные напитки. Соответственно, это ставит их в ряд ценных вариантов продуктов питания.

Хлебный квас обладает кисло-сладким вкусом и ароматом хлеба. При его употреблении повышается аппетит, хорошо утоляется жажда. В своём составе он имеет молочную кислоту, белки, сахар, всё это образуется в процессе приготовления.

Главной особенностью этого напитка является то, что в состав входят только натуральные природные продукты, без использования различных химических веществ, что является уникальной ценностью данного напитка, в то время как остальные виды продукции в своём составе имеют как минимум усилители вкуса и красители.

Квас - безалкогольный напиток с объемной долей этилового спирта не более 1,2 %, изготовленный в результате незавершенного спиртового или спиртового и молочнокислого брожения сусла [2].

В наших исследованиях квасное сусло готовили с использованием кукурузной и ржаной муки. Согласно рецептуре сырье взвешивали на весах и подавали в разводные чаны. Солод пропускали через солодовую дробилку. В одном из разводных чанов разводили ржаной солод в соотношении с водой 1 : 4, а в другом – кукурузную или ржаную муку при таком же гидромодуле, добавляя при этом 10% ячменного солода от общего расхода. Смесь кукурузной или ржаной муки и ячменного солода перекачивали в сборник-мерник, где ее нагревали до 70°C и выдерживали в течение 30 минут для разжижения. В свободном разводном чане аналогично готовили разводку ячменного солода.

Разжиженную несоложеную часть затора под давлением 0,35 МПа разваривали и выдували в заторный чан, в который предварительно переводили разводку ржаного солода. Затем при температуре 40°C в заторный чан перекачивали суспензию ячменного солода и в объединенный затор вносили ферментный препарат.

При соответствующих температурных паузах проводили осахаривание затора. Осахаренный затор нагревали до 75-76°C и перекачивали на фильтрацию.

Ниже на рисунке 1 приведена наиболее распространенная схема ступенчатого температурного гидролиза в процессе затиарания с использованием в качестве несоложенной части ржаной обойной муки.

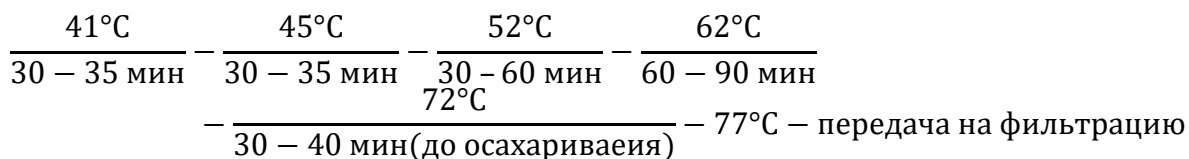


Рис.1 Схема ступенчатого температурного гидролиза

Технологический режим затиарания может корректироваться главным технологом в соответствии со спецификой используемого заводом оборудования, вида сырья и других условий производства.

Узкими местами описанной выше технологической схемы получения концентрата квасного сусла являются процессы осахаривания заторов и отделения сусла от дробины. Кроме того, на вкусовые качества кваса отрицательно влияет применение кукурузной муки, а при использовании ржаной муки возникают проблемы фильтрации из-за высокого содержания слизистых и белковых веществ в зерне ржи [1,3].

Одним из факторов, влияющим на технологический процесс получения квасного сусла, а также на его качественные и количественные показатели, является степень измельчения зернопродуктов [4,5].

Данные по влиянию степени измельчения кукурузной муки на технологический процесс получения квасного сусла приведены в таблице 1.

Из таблицы видно, что более тонкий помол кукурузной муки увеличивает выход сусла до 30%. При этом повышается содержание сухих веществ в сусле, снижается его вязкость. Общий выход сухих возрастает на 10–28%, также повышается скорость фильтрации. Увеличение скорости фильтрации заторов объясняется тем, что крупные частицы кукурузной муки не разрушаются даже при разваривании под давлением, их внутренняя часть не подвергается действию ферментов и не переходит в растворенное состояние. В процессе разваривания и затиарания крахмал таких частиц набухает и связывает воду, они склеиваются, ухудшая фильтрующие свойства слоя, в результате чего уменьшается выход

сусла [6]. Таким образом, более тонкое измельчение кукурузной муки может увеличить выход сухих веществ сусла при затирании.

Таблица 1

Влияние степени измельчения кукурузной муки на показатели качества квасного сусла

Номер образцов кукурузной муки	Ситовый анализ муки - остаток на ситах, %				Показатели качества сусла			
	3-е сито	4-е сито	5-е сито	поддон	количество отфильтрованного сусла, мл	Массовая доля СВ, %	Общий выход СВ, г	Вязкость
без измельчения								
1 образец	9,3	29,2	54,5	7,0	157	16,4	27,3	3,94
2 образец	7,3	53,2	21,8	17,8	169	15,4	27,6	3,94
3 образец	5,5	45,7	20,8	28,0	185	15,1	29,7	3,45
с измельчением								
1 образец	2,8	7,0	12,1	78,1	195	16,6	35,0	3,60
2 образец	0,3	6,5	89,7	3,5	198	16,2	33,8	3,67
3 образец	0,2	2,7	93,4	3,7	198	15,7	33,2	3,42

В таблице 2 показана взаимосвязь между показателями квасного сусла и степенью измельчения ржаной обойной муки.

Таблица 2

Состав помола ржаной обойной муки

Образец	Состав помола, %			
	Шелуха, сход с сита 2,2 мм	Крупная крупка, сход с сита 1,0 мм	Мелкая крупка, сход с сита 0,56 мм	Мука, проход через сито 0,56 мм
1	16,7	54,8	22,9	6,0
2	5,8	51,7	26,0	16,9
3	–	0,2	19,4	80,7

Полученные данные показывают, что в 1-ом образце получено наибольшее количество крупной крупки и меньшее количество муки. Во 2-ом образце крупной крупки более 50%, меньшее количество шелухи и содержание муки по сравнению с 1-м образцом увеличилось почти в 3 раза. В 3-м образце почти отсутствует крупная крупка и отмечено максимальное количество муки.

Далее мы рассмотрели влияние степени измельчения ржаной обойной муки на показатели физико-химические квасного сусла.

По полученным данным, мелкий помол ржаной муки по сравнению с грубым приводит к возрастанию вязкости сусла в 1,5 раза, что увеличивает время фильтрации, а также повышает вязкость концентрата квасного сусла.

Зависимость массовой доли сухих веществ от скорости фильтрации выражена уравнением на рисунке 2.

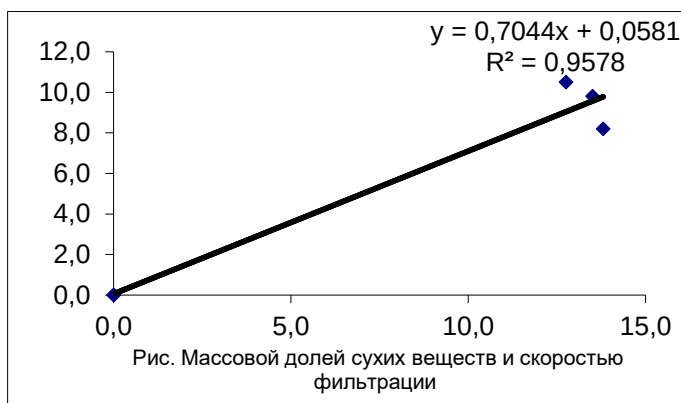


Рис. 2 Корреляционно-регрессионная зависимость скорости фильтрации от массовой доли сухих веществ квасного сусла

Полученная зависимость прямая сильная.

Таким образом, при использовании в качестве несоложенного сырья ржаной обойной муки необходимо так установить помол и провести технологический процесс, чтобы, с одной стороны, обеспечить максимальный выход сухих веществ, а с другой, – не допустить затруднений при отделении сусла от дробины [3].

Степень измельчения ржаного ферментированного солода существенно не влияет на выход экстрактивных веществ [4]. Это можно объяснить хорошим растворением этого зернопродукта, а также его относительно малой долей в общей засыпи до 33%.

Вторым важнейшим, этапом при затирании является предварительная обработка сырья, прежде всего разваривание.

При разваривании несоложенной части затора подработка муки путем 30-минутного разваривания является необходимым этапом технологического процесса [5]. Разваривание муки увеличивает выход экстракта на 0,2–0,3%, при этом повышается скорость фильтрации заторов, возрастает цветность сусла, увеличивается содержание редуцирующих веществ [6].

Таким образом, разваривание несоложенной части затора под давлением более эффективно, чем кипячение. Однако этот процесс энергоемок, поскольку проводится при температурах 100°C и выше. Тот же результат может быть достигнут при проведении процесса при более низких температурах за счет использования ферментных препаратов.

Библиографический список

1. Белокурова, Е. С. Биотехнология продуктов брожения [Текст]: учебное пособие / Е.С. Белокурова. – СПб.: Лань, 2015. – 64 с.

2. Евграфова В.Е. Исследование влияния растительного сырья и пробиотических культур на процессы брожения при производстве хлебного кваса [Текст] / В.Е. Евграфова, М.Н. Колесниченко, В.Г. Курцева. Ползуновский вестник. №4. 2020. – С. 53-61.

3. Хоконова, М.Б. Использование биокатализаторов для производства концентрата квасного сусла / Научные достижения и инновационные подходы в АПК. Материалы XII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки РФ и КБР, профессора Б.Х. Жерукова. [Текст] / М.Б. Хоконова. - Нальчик, 2024. С. 352-254.

4. Хоконова, М.Б. Качественные показатели зерновых заторов, осахаренных ферментами глубинной культуры и солода [Текст] / М.Б. Хоконова, О.К. Цагоева. Актуальная биотехнология. №3(30). 2019. - С. 244-248.

5. Хоконова, М.Б. Качественные показатели продуктов брожения в спиртовом производстве [Текст] / М.Б. Хоконова, О.К. Цагоева. Известия Кабардино-Балкарского ГАУ. №1(23). 2019. - С. 56-59.

6. Хоконова, М.Б. Применение ферментных препаратов в производстве пивоваренного солода [Текст] / М.Б. Хоконова. Известия Кабардино-Балкарского ГАУ. №1(11). 2016. - С. 50-54.

УДК 66.061.3

ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ЭКСТРАКЦИИ КАПСАИЦИНА ИЗ СТРУЧКОВОГО ПЕРЦА

Квасова Татьяна Сергеевна, аспирант кафедры технологии хранения и переработки плодоовощной и растениеводческой продукции, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tanyak00@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрены методы получения капсаицина из плодов стручкового перца методом экстракции этанолом при интенсификации процесса мацерацией.

Ключевые слова: стручковый перец, капсаицин, экстракция, мацерация, ультразвуковое воздействие.

Растительные экстракты используются повсеместно в пищевой промышленности. Растворы на основе спиртов или эфирных масел могут применяться в кулинарии, общественном питании и в приготовлении соусов. Экстракты позволяют обеспечивать стабильный вкус и аромат приправы, точно рассчитывать ее дозировку независимо от сезона года, географии произрастания и изменения свойств растения, связанных с длительным хранением.

Плод стручкового перца содержит основное вещество капсаицин, которое применяется для различных медицинских и пищевых целей. Капсаицин обладает противорадиоактивными, противолучевыми медицинскими свойствами, а в кулинарии применяются экстракты для приготовления соусов.

Капсаицин – это растительный алкалоид, который вызывает сильное раздражение кожи, слизистых и верхних дыхательных путей, из-за чего он используется в газовых баллончиках и газовом оружии. Этим объясняется введение ограничений на содержание вещества в пищевых красителях. Российская пищевая промышленность учитывает в своей деятельности регламент ЕС 231/2012, который запрещает содержание капсаицина в объеме больше 250 мг/кг и технический регламент Таможенного Союза ТС 029/2012, согласно которому использование капсаицина в качестве вкусо-ароматического элемента в производстве пищевой продукции. Для чего есть определенные пробы, которые позволяют точно определить долю содержания этого вещества в продукции.

Наиболее распространенными методами его производства – это выделение (экстракция) из растительного сырья. Для проведения экстракции используются различные методы: мацерация, двухфазная экстракция, суперкритическая флюидная экстракция, экстракция под давлением.

Для проведения экстракции используются различные растворители: этанол, метанол, ацетон, ацетонитрил. Чтобы ускорить процесс экстракции используется ультразвуковое воздействие, микроволновое воздействие и кавитационная обработка. Определение наиболее эффективного метода изготовления вещества осуществляется при помощи спектрограммы на определение концентрации вещества.

По результатам наблюдений наиболее эффективным способом получения капсаицина из плодов красного стручкового перца является экстракция вещества этанолом.

Наибольшая концентрация вещества достигается в процессе экстракции методом мацерации, при использовании 90%-ого водного раствора этанола, нагретого до температуры 70 градусов. Оптимальное время экстракции составляет 30 минут. Наибольший эффект от экстракции наблюдается при измельчении сырья до размеров от 1 до 2 мм. Для интенсификации процесса рекомендуется использование мацерации в воде с ультразвуковым воздействием в течение 1 часа при гидромодуле 1:5 и ультразвуке 128 Вт.

При этом уровень экстракции вещества не зависит от вида использованного растворителя – и в метаноле, и в этаноле, и в ацетоне при одном способе экстракции содержится одинаковое количество капсаицина.

Эти условия позволяют достичь более чем 99%-ной экстракции капсаицина при сокращении скорости процесса в 5 раз, чем при экстракции вещества другими методами.

Таким образом, можно считать обоснованным применение данного метода экстракции при заданных условиях, так как он позволяет достигать наивысшей концентрации вещества при ускорении процесса обработки сырья.

Наиболее важными факторами для получения такого результата следует считать размер частиц сырья, температуру экстрагента, интенсификацию процесса при помощи ультразвукового воздействия и гидромодуль.

Библиографический список

1. Асатуров Ю.В., Семкина О.А., Дул В.Н. / Медико-фармацевтический журнал «Пульс» Идентификация и извлечение основных биологически-активных компонентов докритического CO₂ – экстракта плодов *capsicum annuum* L. – 2021. Vol. 23. N 12 – с. 92-98.
2. Е. М. Козлова, Е. А. Ларионов, В. М. Ларионова Исследование экстрактов красного молотого перца методом тонкослойной хроматографии// Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2023. №12-3 (87).
3. Рудометова Н. В., Ким И. С. Исследование экстракции капсаицина из плодов острого перца рода *Capsicum* // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2019. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-ekstraktsii-kapsaitsina-iz-plodov-ostrogo-peresa-roda-capsicum> (дата обращения: 26.11.2024).

УДК 637.5.03

КОЛЛАГЕНОВЫЙ БУЛЬОН, КАК ИННОВАЦИОННЫЙ КОМПОНЕНТ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Кодесникова Татьяна Леонидовна, аспирант кафедры Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), dilora2003@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрены перспективы использования коллагенового бульона в качестве функционального пищевого ингредиента. Показана нутрицевтическая

целесообразность его применения в рационе современного человека. Особое внимание уделено его роли в решении задач государственной политики здорового питания.

Ключевые слова: *коллагеновый бульон, функциональные продукты, пищевые технологии, здоровье населения*

На сегодняшний день тенденции в области питания демонстрируют устойчивый рост спроса на функциональные пищевые продукты, способные не только удовлетворять базовые потребности организма, но и оказывать положительное влияние на здоровье человека. С целью увеличения продолжительности жизни населения РФ важной задачей является снижения роста числа алиментарно-зависимых заболеваний. Для достижения данной цели важной задачей является внедрения норм здорового питания в повседневный рацион человека в том числе продуктами, обогащенными биологически активными компонентами. Современные продукты питания должны не только удовлетворять физиологические потребности человека в необходимых нутриентах, но и выполнять профилактические и оздоровительные функции. Для обеспечения сбалансированности рациона питания, а также формирования системы удовлетворения суточных физиологических норм организма в белках, жирах и углеводах актуальной задачей является разработка продуктов питания с чистым составом.

Состав пищевых продуктов оказывает большое влияние на организм человека. В зависимости от качества и компонентного состава продукты питания могут служить как источником укрепления здоровья, так и причиной возникновения заболеваний, поскольку поступившие в организм вещества воздействуют на каждую клетку, каждый орган.

Одной из актуальнейших задач политики государственного управления, является обеспечение продовольственной безопасности Российской Федерации и улучшение качества жизни и здоровья всех категорий граждан. Данная задача отражена в распоряжении правительства РФ от 29.06.2016 № 1364-р «Об утверждении стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» [4].

Главный приоритет — здоровье нации. Основная цель государственной политики в области здорового питания – сохранение и укрепление здоровья населения, профилактика заболеваний [3].

Производство функциональных продуктов питания является актуальной задачей для современной пищевой промышленности. В мировом масштабе идет постоянная работа по созданию новых функциональных продуктов, обладающих как широким спектром применения, так и точечной направленностью на конкретный орган, биотип, систему, заболевание. Создание и внедрение в производство функциональных продуктов — является одним из направлений гуманистической программы питания человека, провозглашенной ООН [5].

По данным Nielsen, российский рынок демонстрирует увеличение уровня внимания потребителей (67 %) к здоровым гастрономическим привычкам. Около 40 % потребителей стремится сократить потребление жиров и сахара. Высокий показатель (51 %), демонстрирующий стремление к ограничению в продуктах сахара, отмечен по результатам опроса GfK Roper Consulting, проведенного в постпериод COVID-19. Подобная постепенная трансформация привычек питания оказывает влияние на поведение потребителей в процессе совершения покупок, что проявляется в следующем:

- 74 % покупателей в России обращают внимание на состав перед покупкой;
- 70 % готовы платить больше за продукты, не содержащие нежелательные компоненты. Анализ динамики продаж натуральных товаров в России свидетельствует об усилении позиций приверженцев здорового питания несмотря на то, что за аналогичный период реальные доходы россиян не увеличились, а цены на подобные продукты превышают аналоги. В исследовании Nielsen говорится о том, что тренд на внимание к здоровью и безопасности продуктов будет сочетаться с экономичным потреблением, т. е. потребитель готов взять меньшее количество более дорогостоящего товара, а не большое количество

товара с низкой ценой, если уверен в его натуральности и пользе для организма [6].

Функциональное питание играет ключевую роль в профилактике заболеваний и поддержании здоровья. Современные исследования подтверждают прямую зависимость между качеством питания и здоровьем населения. В соответствии с ГОСТ Р 52349—2005, функциональные пищевые продукты должны систематически употребляться всеми возрастными группами для профилактики алиментарно-зависимых заболеваний [1]. В этом контексте особый интерес представляет коллагеновый бульон - инновационный продукт, сочетающий высокую пищевую ценность с технологической доступностью.

Коллаген, являясь основным структурным белком соединительной ткани, играет ключевую роль в функционировании опорно-двигательного аппарата, состоянии кожи и работе многих физиологических систем организма. Однако традиционные источники коллагена в питании (мясные продукты) часто не обеспечивают достаточного поступления этого важного белка из-за его низкой биодоступности в нативной форме. В этом контексте коллагеновый бульон, получаемый путем глубокого гидролиза коллагенсодержащего сырья, представляет собой перспективное решение проблемы.

В таблице 1 представлен сравнение пищевой ценности различных видов бульона

Таблица 1

Сравнение пищевой ценности различных видов бульона

Показатель	Мясной бульон	Костный бульон	Коллагеновый бульон
Белок, г/100мл	1,5-2,0	4,0-5,0	6,0-6,5
Коллаген, %	<1	15-20	65-70
Время приготовления, ч	2-3	8-12	3-4

Особый интерес представляет использование в качестве сырья для производства коллагенового бульона субпродуктов птицеводства, в частности куриных ног. Данный подход соответствует принципам устойчивого развития и циркулярной экономики, позволяя:

- Повысить эффективность использования сырьевых ресурсов
- Снизить объемы отходов мясоперерабатывающей промышленности
- Создать продукт с высокой добавленной стоимостью

Современные исследования подтверждают, что пептиды коллагена, полученные методом ферментативного гидролиза, обладают:

- Высокой биодоступностью (до 90% усвоения)
- Способностью стимулировать синтез собственного коллагена
- Противовоспалительным и хондропротекторным действием

В рамках реализации государственной политики здорового питания, обозначенной в Указе Президента РФ №309 от 07.05.2024, разработка и внедрение в производство функциональных продуктов на основе коллагенового бульона приобретает особую значимость [2]. Данное направление полностью соответствует стратегическим задачам:

- Улучшения структуры питания населения
- Снижения импортозависимости
- Развития глубокой переработки отечественного сырья

На базе кафедры биотехнологии и биоорганического синтеза Российского биотехнологического университета (РОСБИОТЕХ), проведены исследования по разработке технологии извлечения коллагена из ног птицы, с помощью комбинированного температурного и ферментативного воздействия в лабораторном ферментёре «BIORUS GJ», с применением ферментного препарата «Протозим С». Использование ферментного препарата приводит к частичному разрушению коллагеновых связей, а именно к разрушению дисульфидных и водородных связей тройной спирали молекулы коллагена, это позволяет изменить плотную структуру коллагена, а также смягчению сырья, снижая механическую прочность и гидротермическую устойчивость коллагена. Такая обработка сырья сокращает

время термообработки, увеличивает выход готовой продукции. Полученный гидролизат обладает высокой биодоступностью и имеет функционально-технологические свойства. Способ консервирования сублимационной сушкой обеспечивает сохранение биологической активности коллагена, увеличивает длительный срок хранения продукта, упрощает логистику.

Изображение полученного сублимированного коллагенового бульона представлено на рисунке 1.



Рис. 1 Общий вид сублимированного коллагенового бульона

Таким образом, исследование технологических аспектов производства, нутритивных характеристик и функциональных свойств коллагенового бульона представляет собой актуальную научно-практическую задачу, решение которой может внести существенный вклад в развитие рынка функционального питания и улучшение здоровья населения.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 52349-2005 "Продукты пищевые функциональные. Термины и определения"
2. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 г. № 309
3. Хатко, З.Н. Современные технологии производства функциональных и специализированных продуктов питания / З.Н. Хатко, Т.Б. Колотий // Учебное пособие. - Майкоп: МГТУ 2016. – 147 с.
4. Кодесникова, Т. Л. Разработка обогащённых злаковых батончиков для активного населения / Т. Л. Кодесникова, А. А. Подольская, С. М. Сергеева [и др.] // Спортивная нутрициология-2022: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Москва, 17 ноября 2022 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский университет спорта "ГЦОЛИФК", 2022. – С. 29-33.
5. Бобренева, И.В. Подходы к созданию функциональных продуктов питания: Монография. — СПб.: ИЦ Интермедия, 2012. — 180 с.
6. Анализ рынка функционального питания: российский и международный аспект / Е. А. Молибога [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2022. Т. 52. № 4. С. 775–786. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-4-2405>

УДК 663.52

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕЖКОСПОСОБНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ

Кудаев Рустам Мухамедович, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова, kudaev.rustam007@mail.ru

Гучева Рузана Баговна, аспирант, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова, ruzana-gucheva@mail.ru

Хоконова Мадина Борисовна, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова, dinakbgsha77@mail.ru

Аннотация: Работа посвящена определению выхода стандартной продукции и убыли массы различных сортов яблок при хранении. Определено, что при одинаковых условиях хранения максимальный выход стандартных плодов и наименьшая естественная убыль массы оказались у сорта Ренет Симиренко.

Ключевые слова: сорта яблок, состав, хранение, выход плодов, лежкость

Сохранность плодовоовощной продукции, продуктов его переработки зависит от соблюдения научно-обоснованных режимов хранения.

Можно получить хороший урожай плодовоовощной продукции и потерять его в процессе неправильного хранения. По этой причине теряется до 30 % плодов и овощей.

Хранение сочной растительной продукции позволяет обеспечивать ею население круглый год. Это особенно важно в условиях умеренного климата с ярко выраженной сезонностью выращивания овощей и плодов.

Овощи и фрукты относятся к скоропортящимся пищевым продуктам. Можно выделить 2 основные причины, из-за которых растительное сырье приходит в негодность: биохимические процессы и жизнедеятельность микроорганизмов.

Сочетание оптимальных погодных, почвенных и агротехнических условий в период вегетации с оптимальными параметрами температуры, влажности и состава газовой среды при хранении обеспечивает совпадение показателей лежкости и сохраняемости. Если условия выращивания и хранения не соответствуют оптимальным, сохраняемость ухудшается.

Плоды и овощи – особая группа объектов хранения, отличающаяся высоким содержанием воды (в среднем 80-90%). Поэтому плоды и овощи характеризуются высоким уровнем обмена веществ в период хранения и повышенной потерей влаги на испарение. Кроме того, плоды и овощи обладают слабой устойчивостью к фитопатогенным микроорганизмам [1, 2].

Таким образом, сохранение плодов и овощей представляет значительные трудности и требует специальной технологии и режимов хранения.

В связи с этим целью данной работы являлось определение выхода стандартной продукции и убыли массы различных сортов яблок при хранении.

Объектом исследований служили различные сорта яблок, произрастающие на территории республики, такие как Голден Делишес, Мантуанское, Ренет Симиренко, допущенные к использованию в Северокавказском регионе.

Исследуемые сорта хранили в течение 185 суток.

При послеуборочном дозревании плодов зимних сортов у них происходит заметное увеличение содержания сахаров за счёт гидролиза крахмала и других полисахаридов. Затем они перезревают, и количество сахаров снижается [3]. Увеличение содержания общего сахара за счет гидролиза полисахаридов и прежде всего крахмала подтверждалось нашими данными (таблица 1).

Таблица 1

Изменения химического состава яблок сорта Мантуанское в зависимости от сроков хранения, %

Время анализа	Сухие растворимые вещества	Сумма сахаров	Титруемая кислотность	Крахмал	Витамин С, мг %
Начало хранения	13,67	9,63	0,74	2,11	4,46

Конец хранения	13,02	10,92	0,35	0,07	1,68
Начало хранения	14,00	10,16	0,68	2,31	4,52
Конец хранения	13,38	11,41	0,39	0,15	2,40
Начало хранения	14,10	10,34	0,71	1,90	5,11
Конец хранения	13,51	11,23	0,38	0,10	2,17

Полученные данные показывают, что при хранении мы наблюдаем снижение сухих растворимых веществ, титруемой кислотности, содержания крахмала и содержания витамина С, но увеличивается сумма сахаров в плодах.

Следует отметить, что в начале хранения содержание последних было больше у плодов сорта Голден Делишес и меньше у более позднего сорта Мантуанское.

Но следует отметить, что плоды более лежкоспособных сортов содержат меньшее количество титруемых кислот в момент съема, чем плоды менее лежкоспособных сортов [4].

Содержание витамина С в тканях растений в известной степени отражает характер и скорость течения в них физиологических процессов.

Исходя из этого, следует допустить, что содержание и формы, в которых находится витамин С, в некоторых случаях могут служить показателями состояния плодов, в период хранения. В исследованных нами сортах яблок количество витамина С в начале хранения находилось в пределах 4,45-5,70 мг %. Наиболее богатыми им оказались яблоки более лежкоспособных сорта Мантуанское.

Приводим выход товарной продукции после 185 суток хранения (таблица 2).

Таблица 2

Выход товарной продукции сортов яблок после хранения, %

Сорта	Выход плодов			Естественная убыль массы, %
	стандартных	технический брак	абсолютный брак	
Голден Делишес	89,40	9,03	2,57	5,15
Мантуанское	92,28	5,60	2,12	4,87
Ренет Симиренко	93,30	4,85	1,85	4,75

Данные таблицы свидетельствуют, что при одинаковых условиях хранения, самый большой выход стандартных плодов и наименьшая естественная убыль массы оказались у сорта Ренет Симиренко. Наибольшая убыль массы наблюдалась у сорта Голден Делишес.

По полученным данным на основе корреляционно-регрессионного анализа мы определили зависимость между продолжительностью хранения и естественной убылью массы плодов яблок (рис. 1).

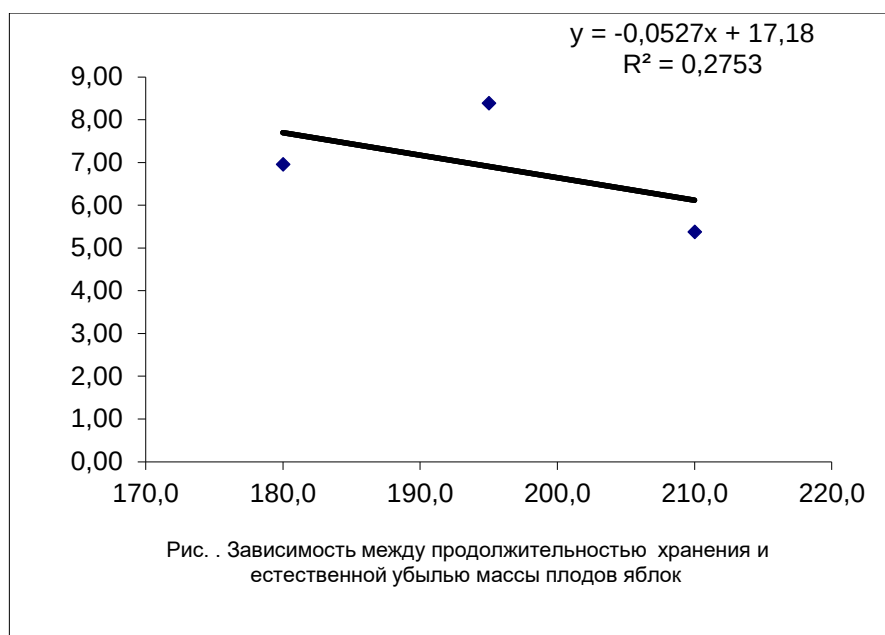


Рис. 1 Корреляционно-регрессионная зависимость между продолжительностью хранения и естественной убылью массы плодов яблок

Помологический сорт – один из главнейших факторов лежкоспособности плодов.

Один из показателей качества плодов – химический состав [4]. Известно, что содержание сахаров и органических кислот, а также их соотношение характеризуют пищевую и вкусовую ценность плодоовощной продукции [3]. Химический состав плодов колеблется в зависимости от помологического сорта, а в пределах одного и того же сорта – от условий года, подвоя, степени спелости, агротехники и др.

Таким образом наблюдается общая закономерность для всех сортов яблок при хранении – снижение содержания сухих веществ и витамина С, гидролиз сахарозы и крахмала, падение титруемой кислотности, увеличение количества моносахаров. Среди исследуемых сортов яблок наиболее лежкоспособными оказались: из зимних сортов – Ренет Симиренко (97,03% стандартных плодов) и Мантуанское (92,18%).

Библиографический список

1. Гудковский, В.А. Повышение устойчивости плодов яблони к загару и подкожной пятнистости [Текст] / В.А. Гудковский, Л.В. Кожина, Р.Б. Гучева. Хранение и переработка сельхозсырья. №7. 2017. – С. 20-25.
2. Гудковский, В.А. Качество плодов районированных и перспективных сортов СКФО в условиях РА [Текст] / В.А. Гудковский, Л.В. Кожина, Р.Б. Гучева и др. Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. №2(61). 2020. – С. 6-13.
3. Хоконов, А.Б. Изменения химического состава сока яблок при созревании и хранении [Текст] / А.Б. Хоконов, М.Б. Хоконова. Биология в сельском хозяйстве. №3(36). 2022. - С. 32-34.
4. Хоконова, М.Б. Оценка качественных показателей яблок для производства сидровых виноматериалов / Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность. Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженному деятелю науки РФ, КБР, республики Адыгея профессору Б.Х. Фиашеву [Текст] / М.Б. Хоконова, А.Б. Хоконов. – Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2021. – С. 76-79.

УДК 639.37:502/504

АКВАКУЛЬТУРА КАК ВЕКТОР СТАБИЛЬНОСТИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ

Куприй Анастасия Сергеевна, ассистент кафедры технологии хранения и переработки продукции животноводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kupriy@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье рассматривается потенциал использования объектов аквакультуры в качестве экологичного источника сырья для пищевой отрасли со стабильными технологическими свойствами.

Ключевые слова: качество, рыбоперерабатывающая отрасль, продукты питания, трансформация

Продовольственная безопасность является ключевым фактором, обеспечивающая суверенитет страны, стабильное благосостояние населения. Без полноценного питания граждан становится невозможным сохранение и поддержание их здоровья, что приводит к ухудшению уровня жизни людей, сокращению трудовых ресурсов и нестабильности экономики государства.

Принятие и следование нормам доктрины продовольственной безопасности подразумевает способность удовлетворять потребности в качественной пище, обеспечивая надежную цепочку поставок от производителей до потребителей [1].

В Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) предлагают руководствоваться разработанной стратегией «голубой трансформации».

Концепция «голубой трансформации» разработана в соответствии со Стратегической рамочной программой Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) на 2022–2031 годы и Декларацией Комитета ФАО по рыбному хозяйству об устойчивости рыболовства и аквакультуры 2021 года в целях максимального увеличения вклада систем производства пищевой продукции из водных биоресурсов в достижение целей в области устойчивого развития (ЦУР) [3, 6, 7].

Водные биологические ресурсы морских и внутренних вод обладают высокой пищевой ценностью. Всё больше людей стремится включать в свой рацион рыбную продукцию в качестве источника белка, омега-3 жирных кислот и минералов. Контроль биобезопасности, борьба с болезнями и охрана здоровья объектов аквакультуры играет важную роль в сохранении биоразнообразия. Производственные системы должны поддерживать биоразнообразие одновременно со стабильными объёмами воспроизводства как важнейший компонент продовольственной и пищевой безопасности.

Исследование развития рыбодобывающей промышленности как вектора обеспечения продовольственной безопасности показало снижение технической оснащённости в ряде стран, что в долгосрочной перспективе снизит эффективность рыбоперерабатывающей отрасли в условиях нестабильности сырья и тенденции изменения климата.

Учёными проанализирована взаимосвязь «энергия-вода-продовольственная безопасность» и выявлено, что доступ к воде и продовольствию значительно увеличивается благодаря технологии возобновляемой энергии для достижения целей устойчивого развития [2].

В условиях искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов возможно многократное использование воды благодаря современным технологиям очистки. Водные и энергетические ресурсы, используя рационально, становятся ключевыми факторами для устойчивого развития аквакультуры и удовлетворения глобального спроса на продукцию из водных биоресурсов [4, 5].

Сотрудничество на государственном и региональном уровнях, а также грамотное планирование и руководство, укрепление потенциала для улучшения национальных и местных систем контроля качества пищевых продуктов и управление их безопасностью, а также обеспечение гармонизации нормативной базы на региональном уровне играют важную роль в стимулировании развития аквакультуры и повышении качества пищевой продукции.

Использование методов, процессов и технологий, направленных на снижение потерь и порчи рыбы улучшит качество переработки продукции рыболовства и аквакультуры. Распространение информации о преимуществах пищевой продукции из водных биоресурсов как важному элементу здорового питания важно для популяризации среди потребителей.

Инновационные технологии способствуют интенсификации и расширению систем аквакультуры, использующих установки замкнутого водоснабжения, которые обладают высокой устойчивостью к внешним воздействиям. Методы аквакультуры, направленные на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду способствуют рациональному использованию ресурсов. Развитие потенциала малых и средних рыбоводческих хозяйств, предоставление им дополнительного финансирования, возможностей для повышения квалификации и получения компетенций необходимых для создания прибыльных аквакультурных предприятий позволит максимизировать социальные и экономические результаты этих предприятий. Целесообразно разрабатывать и внедрять цифровые технологии, инновационные решения и новые управленческие подходы в сфере аквакультуры.

Регулярный мониторинг и подготовка отчетов о состоянии аквакультуры, а также об экологических, социальных и экономических результатах ее развития являются необходимыми для обеспечения устойчивости этой отрасли.

Таким образом, следует уделять больше внимания продукции аквакультуры, которую производят в условиях минимизирующих негативное воздействие на окружающую среду, тем не менее, внося большой вклад в обеспечение продовольственной безопасности страны, путём производства сырья стабильного качества и объёма для пищевой отрасли за счёт точности контроля всех технологически процессов.

Библиографический список

- 1 Указ Президента РФ от 21.01.2020 N 20 "Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации" http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343386/ Консультант плюс.
2. Granit I (2022) Microgrids through the Energy-Water-Food Security Nexus in La Guajira, Colombia: increasing water and food security or jeopardizing groundwater levels? *Energy Res Soc Sci* 93:102814. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102814>
- 3 ФАО. 2021. Декларация КРХ об устойчивости рыболовства и аквакультуры 2021 года. Рим.
- 4 Куприй, А. С. Экологическая безопасность и методы управления качеством в рыбной отрасли / А. С. Куприй // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева : Сборник статей, Москва, 05–07 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 423-428.
5. Куприй, А. С. Научно-технические перспективы для создания ресурсоэффективных технологий в рыбной промышленности / А. С. Куприй, Н. И. Дунченко, Е. С. Волошина // Современные достижения биотехнологии. Глобальные вызовы и актуальные проблемы переработки и использования вторичных сырьевых ресурсов агропромышленного комплекса России : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Ставрополь, 21–24 июня 2021 года / Под редакцией И.А. Евдокимова, А.Д. Лодыгина. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "Бюроновостей", 2021. – С. 145-148. – EDN MAXRGR.
6. FAO. 2022. Blue Transformation - Roadmap 2022–2030: A vision for FAO's work on aquatic food systems. Rome.
7. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ac40a573-c505-4f1d-a5a2-422e0eaf7a45/content>

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА 3D-ПЕЧАТИ ТЕСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ ОТКЛИКА

Мартеха Александр Николаевич, к.т.н., доцент кафедры процессы и аппараты перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: man6630@rgau-msha.ru

Торопцев Василий Владимирович, к.т.н., доцент кафедры процессы и аппараты перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: toroptsev@rgau-msha.ru

Каверина Юлия Евгеньевна, аспирант кафедры процессы и аппараты перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: kaverina@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы, связанные с оптимизацией параметров трехмерной печати, таких как скорость перемещения сопла печатной головки, расход экструдированного материала, диаметр сопла и относительный шаг сопла при формировании пшеничного теста, влияющих на качество и массу готового изделия, а также время печати.

Ключевые слова: 3D-печать, пшеничное тесто, оптимизация.

Технология трёхмерной (3D) печати отличается от традиционного процесса формирования и позволяет физически реализовать 3D-модель, созданную с помощью средств автоматизированного проектирования, путём послойного добавления материалов, создавая таким образом физический объект, структура которого соответствует цифровой модели. Технология 3D-печати получила широкое распространение во многих отраслях промышленности и в настоящее время широко используется в различных отраслях промышленности, в том числе при производстве пищевых продуктов[1].

Свойства материала (соотношение компонентов, вязкость), пригодность материала для печати (реологические свойства, температура гелеобразования, плавления и стеклования) и параметры обработки (высота и диаметр печатающего сопла, расход материала) являются наиболее важными факторами для реализации высокоточной 3D-печати продуктов питания [2].

В исследовании были проанализированы и оптимизированы параметры управления обработки, такие как расход материала, скорость перемещения сопла печатной головки, диаметр сопла и относительный вертикальный шаг сопла, чтобы получить значения параметров, подходящих для трехмерной печати теста.

В этом исследовании на основе методологии поверхности отклика был использован план Бокса-Бенкена. План эксперимента состоит из 29 различных комбинаций с 5 центральными точками. Экспериментальные данные были проанализированы с помощью DesignExpert 12.

Оптимальные значения параметров обработки были оценены с помощью показателя желательности. Для оптимизации параметров процесса использовался метод функции желательности, а в качестве оптимальных условий было выбрано решение с максимальной желательностью[3].

Наибольшее влияние на время печати оказывает скорость перемещения сопла, а наименьшее – диаметр сопла. Повышение скорости перемещения сопла уменьшает время печати, увеличение высоты слоя сокращает время печати, что можно объяснить меньшим количеством слоев, необходимым для достижения требуемой высоты изделия [4].

Наибольшее влияние на массу формируемого изделия оказывают такие параметры, как скорость экструзии, диаметр сопла и высота слоя. С уменьшением значения параметра

скорости экструзии из сопла выходит меньшее количество материала. При увеличении высоты слоя сокращается количество слоев изделия, которое в итоге будет иметь меньшую массу.

Наибольшее влияние на качество получаемого изделия оказывают скорость перемещения сопла, диаметр сопла и высота печатного слоя. Повышение скорости перемещения сопла приводит к снижению качества печати изделий, поскольку на высокой скорости из-за вибраций механизма перемещения печатающей головки, а также из-за резкой смены направления ее движения поверхность изделия получается смазанной и слои могут иметь неравномерную толщину.

Увеличение диаметра сопла также негативно влияет на качество получаемых изделий, создавая наплывы на поверхности и способствуя растеканию материала по разные стороны от траектории движения сопла.

Повышение высоты печатного слоя способствует улучшению качества изделий, что может объясняться хорошими условиями отсадки материала, при которых достаточный зазор между соплом и поверхностью не позволяет последующему слою накладываться «внахлест» на предыдущий, деформируя его.

Библиографический список

1. Каверина, Ю. Е. Моделирование гидродинамики потока пищевого материала в процессе экструзионной 3D-печати / Ю. Е. Каверина, В. В. Торопцев, А. Н. Мартеха // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2024. – № 2-3(396). – С. 60-66.
2. Каверина, Ю. Е. Оценка пригодности пшеничного теста к экструзионной 3D-печати / Ю.Е. Каверина, В.В. Торопцев, А. Н. Мартеха // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2024. – № 5-6. – С. 112-117.
3. Nachal, N. Applications of 3D Printing in Food Processing / N. Nachal, J.A. Moses, P. Karthik, C. Anandharamakrishnan // Food Engineering Reviews. – 2019. – V.11. – P. 123-141
4. Мартеха, А. Н. Кинетическая оценка и оптимизация процесса сушки 3D-печатных макаронных изделий / А. Н. Мартеха, Ю. Е. Каверина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2022. – № 2. – С. 161-172.

УДК 664.93

РАЗРАБОТКА МЯСНЫХ КОНСЕРВОВ ПОВЫШЕННОЙ УСВОЯЕМОСТИ ДЛЯ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

Одинцова Арина Александровна, преподаватель кафедры Управления качеством и товароведения продукции, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», odintsowaarina@rgau-msha.ru

Дунченко Нина Ивановна, д.т.н., профессор кафедры управления качеством и товароведения продукции ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», ndunchenko@rgau-msha.ru

Аннотация. Освещены основные этапы проектирования поликомпонентных продуктов питания. Приведены результаты исследования переваримости *In vitro* мясных консервов для питания детей раннего возраста с добавлением растительного сырья.

Ключевые слова: мясные консервы, усвояемость, пищевая ценность.

Основной задачей, стоящей перед производителем, является обеспечение качественной и безопасной продукцией все группы населения. Особенно важно обеспечивать

экологически чистой продукцией подрастающее поколение – детей в различной возрастной периодизации.

В настоящее время, производство поликомпонентных продуктов питания для детей раннего возраста, содержащих плодоовощное сырьё, является актуальным [1-3]. Для детей в возрасте от 1-2 лет важно получать все необходимые компоненты из пищи для нормального развития систем органов.

Плодоовощное сырьё, в сочетании с основным мясным компонентом обеспечивает поступление эссенциальных веществ в организм ребенка. При проектировании продуктов питания важен такой показатель, как усвояемость продуктов питания. Данные исследования можно провести с помощью переваривания образцов продуктов *In vitro*.

Цель исследования – оценка усвояемости продуктов питания на мясной основе для детей раннего возраста путем переваривания готового продукта *In vitro*.

В качестве объектов исследования были выбраны рецептуры мясных консервов для питания детей раннего возраста, обогащенные растительными ингредиентами.

С помощью метода математического моделирования и программного комплекса МульМитЭксперт были получены рецептурные соотношения для производства опытных образцов мясных консервов для питания детей раннего возраста, представленные в таблице 1 [5;6].

Таблица 1

**Рецептурные композиции мясных продуктов для питания детей раннего
возраста (г на 100 г)**

Ингредиенты	Рецептура, г
Индейка-брокколи	
Мясо индейки	60,00
Вода питьевая	15,00
Оливковое масло	5,00
Вареный картофель(пюре)	7,50
Цветная капуста	7,50
Амарантовая мука	5,00
Кролик-брокколи	
Мясо кролика	60,00
Вода питьевая	15,00
Оливковое масло	5,00
Вареный картофель(пюре)	7,50
Капуста брокколи	7,50
Амарантовая мука	5,00
Кролик-цветная капуста	
Мясо кролика	60,00
Вода питьевая	15,00
Оливковое масло	5,00
Вареный картофель(пюре)	7,50
Цветная капуста	7,50
Амарантовая мука	5,00
Индейка-цветная капуста	
Мясо индейки	60,00
Вода питьевая	15,00
Оливковое масло	5,00
Вареный картофель(пюре)	7,50

Капуста брокколи	7,50
Амарантовая мука	5,00

Пищеварительная модель ребенка состоит из 3-х фаз: оральной, желудочной и кишечной. Исследуемые образцы были подвергнуты воздействию имитированных пищеварительных жидкостей с фиксированным значением pH в течение определенного времени, основываясь на физиологии человека. Для моделирования экспериментального пищеварения все компоненты желудочно-кишечного тракта (слюна, желудочный сок, кишечная жидкость) были предварительно нагреты до 37 ° С [6]. Результаты перевариваемости представлены на рисунке.

Исходя из представленных данных (рисунок 1), можно сделать вывод, что перевариваемость опытных образцов удовлетворительная. Как видно из диаграммы, опытные образцы, обогащенные растительными компонентами имеют переваримость выше контрольных. Следовательно, разработанные рецептуры имеют высокую усвояемость детским организмом, что обусловлено добавлением содержанием в рецептурах овощных культур, а именно сортов цветной капусты и капусты брокколи, повышающих пищевую ценность готового продукта.

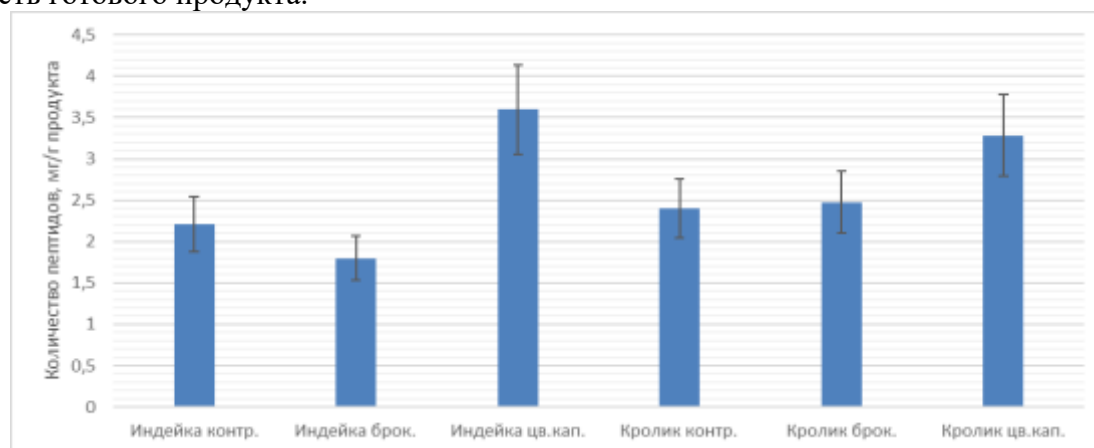


Рис. Результаты переваримости образцов мясных продуктов, обогащенных растительными ингредиентами

Библиографический список

1. В. А. Борисов, С. А. Масловский, А. В. Солдатенко, М. Е. Замятина Биологические и технологические аспекты хранения овощей и плодов. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. – 232 с. – ISBN 978-5-9675-1687-0. – EDN OJYIME.
2. Технологическая оценка новых гибридов брокколи в качестве сырья для производства пюреобразной продукции нового поколения с повышенной пищевой ценностью / Е. В. Янченко, М. И. Иванова, А. В. Корнев, А. В. Янченко // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 4(205). – С. 223-230. – DOI 10.36718/1819-4036-2024-4-223-230. – EDN PWRQDP.
3. Янченко, Е. В. Внесение удобрений под цветную капусту на аллювиальной луговой почве поймы Р. Москвы / Е. В. Янченко, И. И. Вирченко, В. А. Борисов // Плодородие. – 2023. – № 5(134). – С. 41-44. – DOI 10.25680/S19948603.2023.134.10. – EDN RAKNQI.
4. Красуля О. Н., Краснов А. Е., Николаева С. В., Токарев А. В. Математическое моделирование рецептур и технологий производства пищевых продуктов // . – Санкт-Петербург : Гиорд, 2024. – 352 с. – ISBN 978-5-98879-227-7

5. А. А. Одинцова, Н. И. Дунченко, А. С. Князева, А. А. Курзова Выбор мясного сырья для производства функциональных продуктов для детского питания // Мясная индустрия. – 2023. – № 7. – С. 27-30. – DOI 10.37861/2618-8252-2023-07-27-30. – EDN CZCGZB.
6. Zhou H., Tan Y., McClements D. J. Applications of the INFOGEST in vitro digestion model to foods: A review // Annual Review of Food Science and Technology. – 2023. – Т. 14. – №. 1. – С. 135-156.
7. Дунченко, Н. И. Управление качеством продукции. Пищевая промышленность : Учебник для СПО / Н. И. Дунченко, В. С. Янковская. – Издание второе, стереотипное. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2022. – 304 с. – ISBN 978-5-8114-9628-0. – EDN NXRMXU.

УДК: 303.1 : 664

ИЗУЧЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ТВОРОЖНЫХ ПРОДУКТОВ

Пейсахов Марк Григорьевич, аспирант Технологического института ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», E-mail: mark_peysakhov@mail.ru

Научный руководитель – Дунченко Нина Ивановна, д.т.н., профессор, профессор кафедры управления качеством и товароведения продукции, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», E-mail: ndunchenko@rgau-msha.ru

Аннотация: В данной статье произведено исследование потребительских предпочтений творожных продуктов, установлен целевой потребитель творожных продуктов и выявлены наиболее значимые потребительские показатели качества творожных продуктов.

Ключевые слова: творожные продукты, конкурентоспособность, потребитель, требования, качество.

Одним из важнейших факторов роста эффективности производства в условиях быстроменяющейся обстановки на рынке продовольственных товаров и острой конкурентной борьбы, является постоянное улучшение качества выпускаемой продукции, которое в настоящее время расценивается как решающее условие конкурентоспособности продукции на внутреннем и внешнем рынках. Конкурентоспособность представляет собой совокупность полезных свойств, являющихся средством удовлетворения потребностей не только потребителей, но и производителя. Понятие конкурентоспособности можно рассматривать с позиции производителя, которое выражается различными целевыми ориентирами: для производителя важны параметры, влияющие на уровень затрат, а для потребителя - параметры, которые влияют на потребительские свойства продукции. При этом удовлетворение спроса потребителей, умение предвосхищать ожидаемые требования к показателям качества продукции, оперативное реагирование на происходящие изменения, расширение ассортимента за счет скорости разработки и введения нового продукта на рынок определяет конкурентоспособность предприятия. Так как творожные продукты не относятся к группе традиционных молочных продуктов (молоко, масло, сыр, творог и др.), их назначением в рационе питания является расширение ассортимента [1, 3-6].

Так как в первую очередь в конкурентоспособности продукта основную роль играет определение требований потребителей к качеству продукции необходимо определить целевого потребителя и его ожидаемые требования.

С учетом вышесказанного, с применением метода «мозгового штурма» разработана анкета целевого назначения для проведения исследований и прогнозирования требований потребителей [2].

Было опрошено 100 человек. В результате социологического опроса были сделаны выводы: творожные продукты употребляют 71% женщин и 29% мужчин. По возрастной категории респонденты распределились следующим образом: в возрасте от 18 до 25 лет- 41%, от 26 до 35 лет-23%, от 36 до 45 лет- 18 %,от 46 до 55 лет-8%, от 56 до 66 лет -7%, старше 66 лет – 3%. 39% респондентов выбирают творожные сыры, 27% выбирают творожные продукты, 21%- творожные десерты, 13%-творожные глазированные сырки (рисунок 1).



Рис.1 Потребительские предпочтения творожных продуктов

Выбор творожных сыров у большинства опрошенных (28%) обуславливается приятным вкусом, 22% выбирают творожные продукты из-за хорошей усвояемости, 23% - из-за высокого содержания белка, 17 % важна потенциальная польза для здоровья, 10 % - из-за доступной цены.

100% респондентов хотели бы попробовать творожный сыр с добавлением функциональных компонентов.

Исследования социологического опроса позволили установить помимо очевидной мотивации потребления творожных продуктов, т.е. удовлетворение потребности организма в нутриентах и энергии, дополнительную - охрана своего здоровья. Опрошенные воспринимают употребление творожного сыра частью здорового питания.

На основании того как часто покупают творожные сыры были выделены 3 группы потребителей творожных продуктов: активные, пассивные и случайные.

К активным потребителям можно отнести потребителей, употребляющие творожные сыры либо каждый день, либо несколько раз в неделю. Для рациона таких потребителей творожные продукты составляют незаменимую часть. Большую часть активных потребителей составили респонденты в возрасте от 18 до 30 лет, причем женщины потребляют творожные продукты в 1,5 чаще, чем мужчины. Активные потребители в большинстве своем являются служащими, домохозяйками и студентами. На основании выше сказанного целевым потребителем творожных сыров является женщина в возрасте от 18 до 30 лет, живущая в городе, внимательно следящей за своим здоровьем.

Покупатели совершающие покупки творожного сыра несколько раз в месяц относятся к группе пассивных потребителей. К ним относятся безработные и пенсионеры по роду деятельности и возрастом старше 46 лет.

Те же покупатели, которые приобретают творожные сыры несколько раз в год и реже относятся к группе случайных, при этом эта группа составила совсем немного респондентов, в основе своей это мужчины старше 46 лет. Это квалифицированные служащими (41 %), рабочие (14 %), специалисты (28 %) и пенсионеры (17 %).

В таблице 1 представлены потребительские показатели качества и их характеристики творожных сыров, которые были установлены в ходе социологического исследования как наиболее значимые для потребителя.

Таблица 1

Потребительские показатели качества творожных продуктов

Показатель качества	Желаемая характеристика показателя качества
Вкус	характерный виду продукции, сливочный, в меру сладкий или соленый, не приторный, в меру кислый
Приятный запах	приятный, характерный виду продукции, не приторный
Однородная консистенция	без ощутимых хлопьев и комочков, однородная по всей массе, характерная виду продукции
Однородный цвет	однородный по всему объему, не яркий, приятный
Отсутствие сыворотки	отсутствие видимого отслоения сыворотки
Явные кусочки наполнителя	отсутствие явных, крупных кусочков натуральных фруктов, злаков, зелени или других наполнителей
Длительный срок хранения	длительный срок хранения
Отсутствие консервантов, ароматизаторов, красителей	отсутствие в составе продукта консервантов и искусственных ароматизаторов и красителей
Полезность	низкая калорийность продукта; содержание в продукте компонентов, полезных для здоровья
Низкая калорийность	низкая энергетическая ценность продукта
Экономичность	приемлемая цена продукта

Такие показатели как вкус, отсутствие синерезиса, польза для здоровья, однородная консистенция с включением кусочков наполнителя, длительный срок годности и отсутствие пищевых добавок играют ключевую роль в формировании требований к качеству продукта, т.к. по результатам исследования имеют высокие коэффициенты весомости, что позволит прогнозировать потребительские предпочтения и как следствие производство конкурентноспособного продукта.

Библиографический список

1. Аблатышов Т.Г. Достижение удовлетворенности потребителей // Методы менеджмента качества. — 2015. — №12. — С. 28-32.
2. Янковская, В. С. Методология проведения социологических исследований при проектировании продуктов питания / В. С. Янковская, Н. И. Дунченко // Сыроделие и маслоделие. – 2024. – № 4. – С. 34-40. – DOI 10.21603/2073-4018-2024-4-2.
3. Янковская, В. С. Теоретическое обоснование методологии формирования показателей качества при разработке технологий функциональных структурированных молочных продуктов с криопорошками : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Янковская Валентина Сергеевна, 2023. – 567 с.
4. Дунченко, Н. И. Особенности производства функциональных молочных продуктов в современных условиях / Н. И. Дунченко, В. С. Янковская // Пищевые здоровьесберегающие технологии : Сборник тезисов II Международного Симпозиума, посвященного 50-летию КемГУ, Кемерово, 02–03 ноября 2023 года. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2023. – С. 360-362.
5. Янковская, В. С. Направления улучшения качества творожной продукции с функциональными пищевыми ингредиентами / В. С. Янковская, А. Д. Шипилов // Пищевые инновации и биотехнологии : Сборник тезисов XII Всероссийской (национальной) научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 16 мая 2024 года. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2024. – С. 192-193.
6. Волошина, Е. С. Структурирование потребительских предпочтений при проектировании качества мясных консервов для детского питания / Е. С. Волошина, К. В. Михайлова, А. А. Одинцова // XII международный форум-выставка

УДК 636

РУКОЛА В МЯСНОЙ ОТРАСЛИ

Азоян Давид Татевосович, ассистент кафедры общественного питания ФБГОУ ВО Российский биотехнологический университет, azoyadavidmgupp@mail.ru

Аннотация: Разработано применение руколы в мясной отрасли. Данное сырье широко используется в технологии общественного питания. Применение данного компонента будет положительно сказываться на физико-химические показатели полуфабрикатов из мяса.

Ключевые слова: рукола, рубленые полуфабрикаты, котлеты, исследование, образцы.

Рукола является травянистым растением с ореховым вкусом. В руколе есть витамины С, В групп, К, каротиноиды, минеральные вещества (калий, натрий, кальций, цинк), незаменимые жирные кислоты, которые обогащают мясные изделия. Совместно с другими компонентами продукты из мяса становятся функциональными из-за повышения количества микро- и макрокомпонентов. На примере рубленых полуфабрикатов, а именно котлеты будут применяться в качестве образцов исследования вместе с руколой[5].

Исследования на окислительную порчу с помощью йодного числа, на плесневые и дрожжевые микроорганизмы в агар-агаре, показателей качества белка и органолептической оценки указаны в ГОСТах. Представлены результаты на рис. 1, 2, 3 и табл. 1:

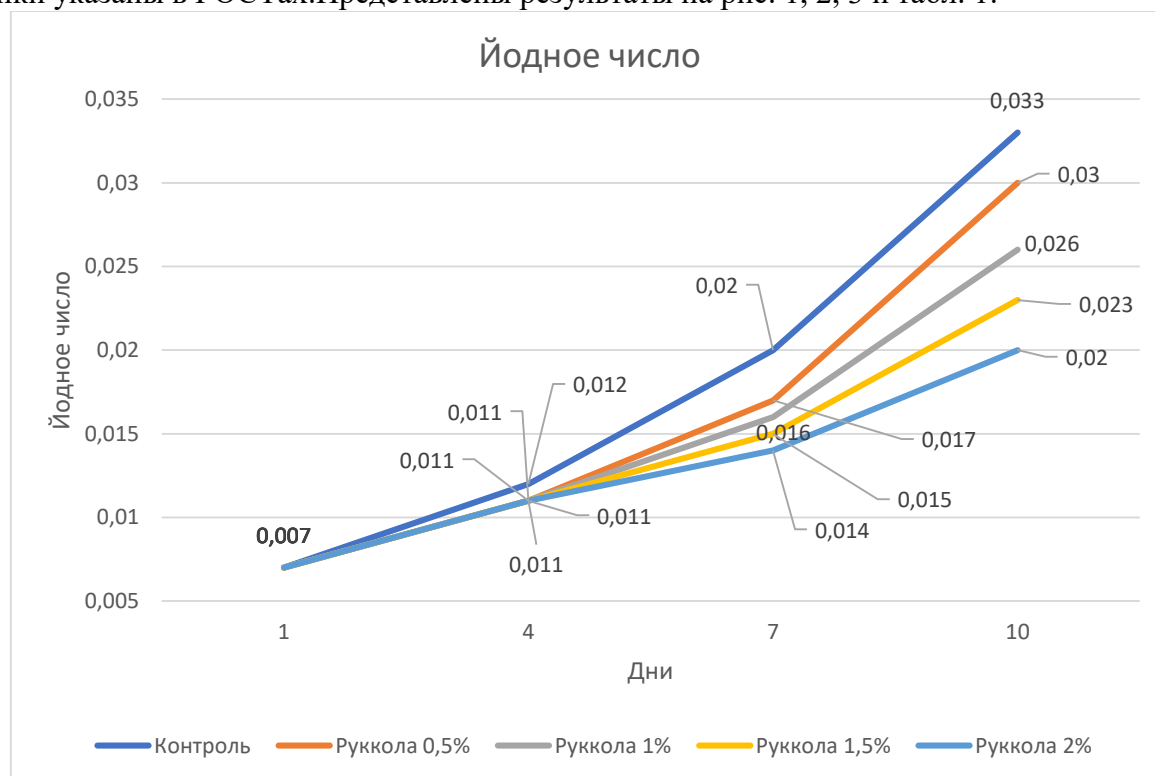


Рис.1 Исследование на йодное число [1]

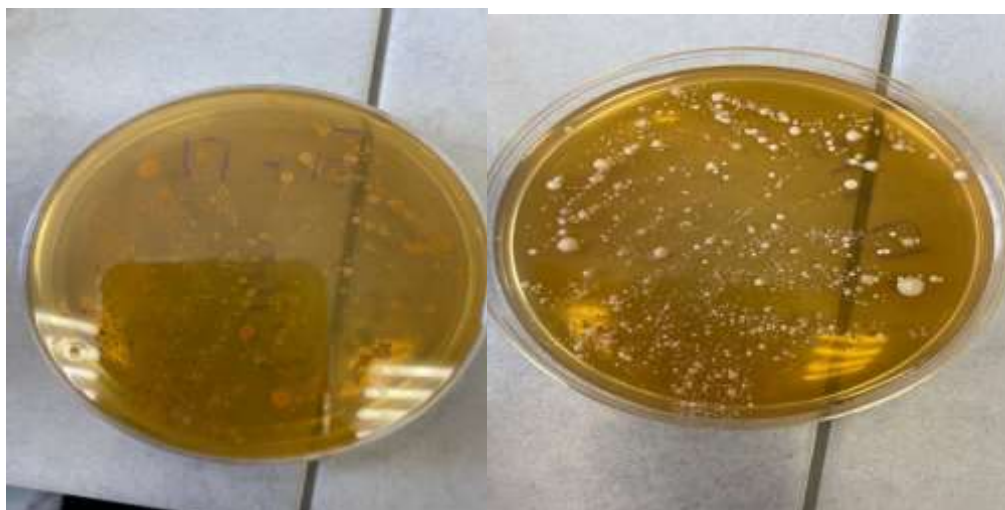


Рис. 2 Исследование на количество плесневых микроорганизмов и дрожжей в агар-агаре. Слева с руколой, а справа – контроль [2]

Таблица 1

Белковые показатели [4]

Наименование	Влагосвязывающая способность	Влагоудерживающая способность
Контроль	70%	45%
Рукола	74%	55%

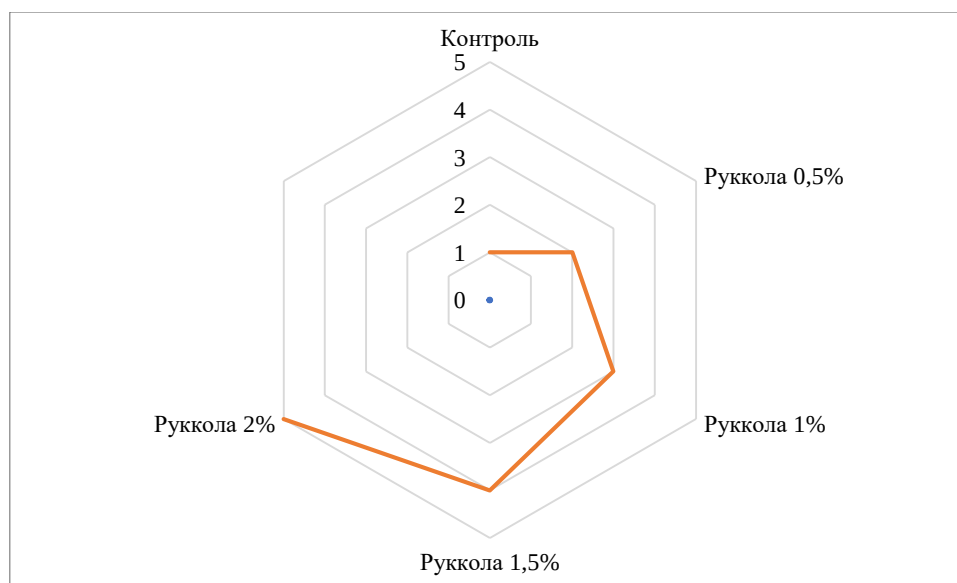


Рис.3 Органолептическая оценка [3]

С помощью исследований доказали эффективность применения руколы в котлетах, составив рецептуру (табл .2):

Таблица 2

Рецептура котлеты с руколой

Наименование	Количество основного сырья, кг на 100 кг
Говядина котлетная	35
Свинина котлетная	45
Шпик боковой	10
Рукола	0,2

Соль поваренная	1
Черный перец молотый	0,1
Кардамон молотый	0,05
Вода	8,65

Библиографический список

1. Бородина, М. Р. Определение кислотного и йодного чисел растительных масел / М. Р. Бородина// МОЛОДЁЖЬ XXI ВЕКА: ШАГ В БУДУЩЕЕ. - 2022. – С. 233-234.
2. Гунар, О. В. Тынчерова О. С. Сравнение условий выделения микроорганизмов-контаминантов при микробиологическом мониторинге / О. В. Гунар// Вестник Научного центра экспертизы средств медицинского применения. - 2024. – Т. 14. – №. 4. – С. 483-492.
3. Долматова, И. А. Балльный метод в органолептической оценки качества / И. А. Долматова// Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях. - 2019. – С. 104-110.
4. Жаринов, А. И. Исследование фракционного состава белков мясного сырья / А. И. Жаринов// Мясные технологии. - 2009. – №. 5. – С. 50-54.
5. Каледина, М. В. Рукола как перспективная биологически активная добавка в инновационные пищевые продукты с пользой для здоровья / М. В. Каледина// Современная наука и инновации. - 2020. – №. 3. – С. 188-201.

УДК 664.8

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОПИСАНИЮ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА СУШКИ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Туралин Денис Олегович, инженер, Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности– филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, denis.turalin@gmail.ru

Аннотация: Проведен обзор способов математического описания кинетики процесса сушки пищевых продуктов с капиллярно-пористой структурой, выявлены недостатки применяющегося современного подхода к экспериментальным исследованиям в области сушки продуктов, обоснована востребованность разработки универсальной математической модели.

Ключевые слова: кинетика сушки, низкотемпературная вакуумная сушка, консервирование пищевых продуктов, влагосодержание, сушеные пищевые продукты.

Современный подход к исследованиям процессов как вакуумной сушки (сублимационной и низкотемпературной), так и конвективной, заключается преимущественно в том, что для каждого индивидуального продукта проводят экспериментальное исследование процесса сушки в различных режимах, при различных исходных параметрах. После проведения эксперимента проводится определение параметров и показателей качества продукта, а также обработка полученных результатов с использованием статистических методов. Наиболее эффективным инструментом статистической обработки применительно к технологическим режимам сушки является использование подхода оптимизации параметров методом поверхности отклика (RSM). По

полученным результатам в зависимости от выбранных целевых выходных показателей высушенного продукта и их взаимной значимости определяется наиболее оптимальный режим сушки отдельно взятого продукта. При этом математическое описание кинетики сушки исследованного продукта проводится посредством корреляционного или регрессионного анализа полученных данных.

Известно, что математические модели кинетики сушки подразделяют на теоретические, полутеоретические и эмпирические [1, 2]. Эмпирические модели представляют собой зависимости, полученные путем обработки многочисленных экспериментальных данных, применимы к конкретному режиму, соответствующему жесткому набору исходных параметров. Теоретические модели основываются на законах массопереноса и содержат несколько допущений, которые значительно влияют на точность расчета процесса. Полутеоретические модели также основываются на теоретических законах массопереноса, но для повышения точности расчета применительно к конкретным условиям включают в себя экспериментально получаемый набор данных. Рассмотрим применяемые математические модели сушки тонкослойных пищевых продуктов с капиллярно-пористой структурой [2, 3].

Основная модель, основанная на законе Ньютона, – модель Льюиса – предполагает, что в периодизменяющейся скорости сушки пористого гигроскопичного материала изменение влагосодержания пропорционально мгновенной разности между мгновенным и равновесным влагосодержанием. Уравнение сушки тонкослойного материала имеет следующий вид:

$$\frac{dM}{dt} = -k(M - M_e) \quad (1)$$

где M – текущее влагосодержание, M_e – равновесное влагосодержание, t – время, k – постоянная сушки.

Постоянная сушки k включает в себя комплекс параметров, влияющих на массоперенос, таких, как коэффициент диффузии, теплопроводность, теплота фазового перехода. Если постоянная сушки не зависит от текущего влагосодержания материала, то выражение может быть записано как:

$$MR = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} = \exp(-kt), \quad (2)$$

где M_0 – начальное влагосодержание, что является основным выражением модели Льюиса. Выражения для математического описания кинетики сушки часто представляются в форме зависимости соотношения влагосодержания MR от времени t . В дальнейшем данная модель была усовершенствована Пейджем путем введения безразмерного эмпирического коэффициента n :

$$MR = \exp(-kt^n). \quad (3)$$

Полученная модель Пейджа также модифицировалась в зависимости от рода материала для повышения корреляции с экспериментальными данными, полученных в ходе экспериментальных исследований – первая модифицированная модель Пейджа:

$$MR = \exp(-kt^n). \quad (4)$$

Вторая модифицированная модель Пейджа содержит безразмерный эмпирический параметр l , описывающий геометрические соотношения структуры:

$$MR = \exp(-k/l^2)^n. \quad (5)$$

На основании второго закона Фика, описывающего взаимосвязь градиента концентрации вещества и скорости диффузии была разработана модель Хендерсона-Пабиса:

$$MR = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} = A_1 \exp\left(-\frac{\pi^2 D_{eff}}{A_2} t\right). \quad (6)$$

В случае, если коэффициент диффузии D_{eff} постоянен в процессе сушки, то соотношение влагосодержания в этом случае примет вид:

$$MR = a \exp(-kt). \quad (7)$$

Здесь постоянная сушки k отражает условия тепломассопереноса, а коэффициент a отражает форму высушиваемого материала и получается эмпирическим путем.

Усовершенствованные формы модели Хендерсона и Пабиса, основанной на втором законе диффузии Фика, включают в себя логарифмическую модель, содержащую дополнительную эмпирическую безразмерную константу c :

$$MR = a \exp(-kt) + c, \quad (8)$$

двучленную модель, содержащую два слагаемых для повышения точности расчета:

$$MR = a \exp(-k_1 t) + b \exp(-k_2 t), \quad (9)$$

двучленную экспоненциальную модель со вторым слагаемым, выраженном через константу a для уменьшения количества эмпирических постоянных:

$$MR = a \exp(-kt) + (1 - a) \exp(-kat). \quad (10)$$

Модифицированная двучленная экспоненциальная модель Вермаса содержит дополнительную константу сушки g :

$$MR = a \exp(-kt) + (1 - a) \exp(-gt). \quad (11)$$

В модели диффузионного подхода Касима постоянная g выражена через постоянную сушки k :

$$MR = a \exp(-kt) + (1 - a) \exp(-kbt). \quad (12)$$

Трехчленная экспоненциальная модель, называемая также модифицированной моделью Хендерсона-Пабиса, предназначена для повышенной точности расчета:

$$MR = a \exp(-k_1 t) + b \exp(-k_2 t) + c \exp(-k_3 t). \quad (13)$$

Модель Мидилли с дополнительным эмпирическим слагаемым:

$$MR = a \exp(-kt^n) + bt. \quad (14)$$

Модель Вана-Сина, содержащая квадратный трехчлен и эмпирические коэффициенты a и b , разработана для импульсной сушки риса:

$$MR = 1 + at + bt^2. \quad (15)$$

Разрабатываются модели кинетики сушки, учитывающие усадку материала с помощью корректировки расчета коэффициента диффузии, учитывающие методы предварительной обработки сырья, а также другие модели, разработанные специально для конкретного продукта на основании уже существующих [4].

Для поиска наиболее подходящего математического описания кинетики сушки после завершения исследований экспериментальные данные проводят статистические анализы полученных экспериментальных данных на предмет корреляции с всеми существующими моделями. Основными инструментами, используемыми при статистическом анализе, являются вычисления коэффициента детерминации R^2 , стандартной ошибки оценки m_x и среднеквадратической ошибки σ . Из исследованных моделей наиболее подходящей для описания кинетики сушки высушенного продукта признается та, коэффициент детерминации которой наиболее близок к 1, а стандартная ошибка оценки и среднеквадратическое отклонение близки к нулю.

Как правило, в результате статистического анализа обнаруживается, что при различных технологических режимах сушки и параметрах исходного сырья кинетика сушки одного и того же продукта наиболее точно коррелирует с различными моделями при различных температурах сушки, толщине материала, методах обработки, конкретного вида и формы сырья и т.д. [1, 3] Кроме того, на получаемые результаты огромное влияние оказывает качество и сорт партии продукта, использованной для эксперимента и условия проведения исследований. Проведение экспериментальных исследований процесса сушки конкретного продукта для подбора математического описания кинетики его сушки, а также для определения эмпирических коэффициентов имеет высокую трудоемкость, а получаемые

результаты имеют высокую состоятельность только в очень ограниченной области применения.

Описанная методика исследования кинетики сушки распространена как относительно технологии конвективной атмосферной сушки пищевых продуктов, так и низкотемпературной вакуумной сушки (НВС). Низкотемпературная вакуумная сушка предназначена для удаления влаги из термолабильных материалов в условиях вакуума на уровне давлений 5-25 мм.рт.ст и позволяет получать высушенные продукты с сохранением исходных питательных свойств. Особенностью указанной технологии является осуществление процесса при температурах 40-50 °С и отсутствие необходимости замораживания высушиваемых объектов, в отличие от метода сублимационной вакуумной сушки, что обуславливает существенное снижение энергетических и эксплуатационных затрат [5, 6]. Разработка эффективных методик математического описания процессов низкотемпературной вакуумной сушки позволит ускорить внедрение данной технологии в промышленность и создание современных высокоэффективных сушильных установок [5].

Проведенный литературный анализ показал, что в настоящее время наблюдается отсутствие обобщенной верифицированной математической модели тепломассообменных процессов низкотемпературной вакуумной сушки капиллярно-пористых пищевых продуктов с учетом их физических свойств и структуры. В связи с этим, актуальным представляется вопрос о возможности разработки обобщенной модели низкотемпературной вакуумной сушки капиллярно-пористых пищевых продуктов, позволяющей определять оптимальные технологические режимы для сушки широкого ассортимента капиллярно-пористых пищевых продуктов на основании системы входных параметров продукта, выстроенной вокруг доминирующего показателя – влагосодержания. Создание универсальной модели, дающей научное обоснование выбору технологических режимов позволит усовершенствовать подходы к разработке технических средств их реализации, а также повысить их эффективность.

Библиографический список

1. Chigbo, K.S., Linus-Chibuezeh, A., Moufunanya, U.F. et al. Mathematical modeling of the effects of thickness and temperature on thin-layer drying kinetics of oven-dried cooking bananas (*Musa spp.*, sub. grp. ABB) slices// Food Production, Processing and Nutrition. – 2024. – Vol.6. – № 51. <https://doi.org/10.1186/s43014-024-00233-9>.
2. Kamble, M. G., Singh, A., Kumar, N. et al. Semi-empirical mathematical modeling, energy and exergy analysis, and textural characteristics of convectively dried plantain banana slices // Foods. – 2022. –Vol. 11. – № 18. –С. 2825. <https://doi.org/10.3390/foods11182825>.
3. Gbasouzor, A.I., Omenyi, S.N. Statistical Determination of the Drying Characteristics of Thin Layer Ginger Rhizomes. // In: Transactions on Engineering Technologies. – Singapore: Springer, 2021. –P. 189-208. https://doi.org/10.1007/978-981-15-9209-6_14.
4. Rudy, S.,Dziki, D.,Biernacka, B.et al. Impact of Drying Process on Grindability and Physicochemical Properties of Celery// Foods. – 2024. –Vol. 13. – № 16. – P. 2585. <https://doi.org/10.3390/foods13162585>.
5. Борзов С.С., Каухчешвили Н.Э. Сравнение влияния обезвоживания пищевой продукции способами сублимационной и низкотемпературной вакуумной сушки на показатели качества сухого продукта // Энергоэффективные инженерные системы. Материалы международных научно-технических конференций. – СПб., 2024. – С. 252-253.
6. Борзов С.С. Низкотемпературная вакуумная сушка – перспективная технология обработки растительного сырья // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича. Сборник статей. – М., 2024. – С. 414-417.

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ: ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Тыныстанова Нагима Ерланкызы, Алматинский Технологический Университет,
nagimatynystanova@gmail.com

Хамит Аружан Жандоскызы, Алматинский Технологический Университет,
arukhamit17@gmail.com

Уажанова Раушангуль Улангазиновна, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой
Безопасности и качества пищевых продуктов, Алматинского Технологического
Университета, raushan_u67@mail.ru

Уйкасова Зайра Сатаевна, Ассистент-профессора, PhD Алматинского Технологического
Университета, zaira_atu@mail.ru

Аннотация: Современная пищевая промышленность сталкивается с высокими требованиями к качеству, безопасности и прослеживаемости продукции. Рост глобальных цепочек поставок, усиление контроля со стороны государства и потребителей, а также стремление к устойчивому развитию требуют внедрения инновационных решений.

Ключевые слова: пищевые технологии, цифровизация процессов, компьютерные системы контроля, идентификационные технологии.

Пищевые технологии стремительно развиваются, и с ними растут вызовы, в числе которых:

1. Необходимость гарантии безопасности пищевой продукции.
2. Контроль подлинности и предотвращение фальсификации.
3. Управление качеством в условиях автоматизированных производств.
4. Устойчивое производство и цифровизация процессов.

Для их решения необходимо использовать методы объективного контроля состояния продукции на всех этапах: от сырья до конечного потребителя.

Современные системы управления качеством базируются на международных стандартах:

НАССР(HazardAnalysisandCriticalControlPoints) – система анализа рисков и критических контрольных точек.

ISO 22000 – международный стандарт по управлению безопасностью пищевой продукции.

Эти подходы усиливаются цифровыми технологиями – автоматизация процессов, аналитика данных, онлайн-мониторинг.

Таблица 1

Перспективные технологии будущего

Технология	Возможности
Нанотехнологии	Создание сенсоров, обнаруживающих загрязнения на молекулярном уровне.
Биочипы	Ультрабыстрая диагностика наличия вредных веществ или аллергенов.
Искусственный интеллект (ИИ)	Прогноз брака, предиктивное обслуживание оборудования, анализ больших данных о качестве.

Технология	Возможности
Облачные платформы	Хранение и анализ данных о продукции в реальном времени. Доступ для регуляторов, производителей, потребителей.

Идентификационные технологии – эти методы и устройства, позволяющие уникально распознавать, отслеживать и контролировать объекты пищевой продукции. Они играют ключевую роль в:

Прослеживаемости поставок.

Контроле происхождения и состава.

Автоматизации логистики и складирования.

Поддержании доверия потребителей.

Методы и устройства идентификации:

Аналитические методы:

Спектроскопия: определение состава и выявление фальсификаций.

Хроматография и масс-спектрометрия: анализ микрокомпонентов.

Бисенсоры: экспресс-контроль загрязнений, микробиологических рисков.

Визуальный и цифровой контроль

Машинное зрение: определение дефектов, контроль упаковки.

Компьютерные системы контроля: распознавание изображений, сравнение с эталонами.

Электронный нос и язык: оценка вкуса и запаха.

Генетические методы

ДНК-идентификация: проверка происхождения мясной продукции, контроль ГМО.

Молекулярная маркировка: защита от подделок. [1,2].

Таблица 2

Сравнение традиционных и инновационных подходов в управлении качеством пищевой продукции

Критерий	Традиционные подходы	Инновационные подходы
Методы контроля	Ручной отбор проб, лабораторный анализ	Онлайн-контроль с помощью датчиков и сенсоров
Частота проверки	Периодически (по графику)	В режиме реального времени (24/7 мониторинг)
Реакция на отклонения	Реактивная (после выявления проблемы)	Предиктивная (прогноз и предотвращение отклонений)
Интеграция данных	Бумажные журналы, локальные системы	Цифровые платформы, облачное хранение данных
Прослеживаемость	Частичная, на этапе производства	Полная, от сырья до потребителя (с использованием блокчейна)
Обучение персонала	Инструктажи, бумажные стандарты	Интерактивные платформы, AR/VR-тренажёры
Обратная связь от	Задержка, через службы	Мгновенно через приложения, QR-

Критерий	Традиционные подходы	Инновационные подходы
потребителя	контроля	коды, обратные формы
Экономическая эффективность	Зависит от ручного труда и опыта	Повышается за счёт автоматизации и снижения потерь

Цифровые модели и системы

Современные методы контроля качества используют:

Искусственный интеллект и машинное обучение – для анализа больших массивов производственных данных.

Модели предиктивного анализа – прогнозирование сроков годности, отклонений.

Цифровые двойники – виртуальные модели производственных линий, имитирующие реальные процессы.

Преимущества и риски

Преимущества:

Повышение прозрачности и доверия.

Улучшение качества и безопасности.

Ускорение процессов контроля.

Риски:

Затраты на внедрение и обучение персонала.

Необходимость стандартизации.

Вопросы информационной системы.[3,4].

Результаты исследования показывают интеграция идентификационных технологий с современными методами управления качеством открывает новые горизонты для пищевой промышленности. Эти технологии позволяют не только отслеживать продукцию, но и строить предиктивные модели, обеспечивая безопасность, качество и устойчивость производства. Развитие цифровых решений — важнейшее направление в формировании новой парадигмы пищевых технологий.

Библиографический список

1. ISO 22000:2018. Food safety management systems — Requirements for any organization in the food chain. International Organization for Standardization, 2018.
2. Басаков, М. И. Стандартизации, метрологии и сертификации: 100 экзаменационных ответов / М. И. Басаков. – М.: Март, 2018. – 256 с.
3. Захарова, И. В. Инновации в пищевой промышленности: современные тенденции / И. В. Захарова // Пищевая промышленность. – 2021. – № 6. – С. 12–18.
4. Смирнов, А. Н. Цифровизация системы контроля качества на пищевых предприятиях / А. Н. Смирнов // Стандарты и качество. – 2020. – № 9. – С. 34–40.

УДК 547.458.7; 633.854.54; 664.66

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИСАХАРИДОВ СЕМЯН ЛЬНА В ПИЩЕВЫХ СИСТЕМАХ, НА ПРИМЕРЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ущановский Валентин Игоревич, младший научный сотрудник лаборатории Переработки лубяных культур ФГБНУ Федерального научного центра лубяных культур; аспирант

кафедры биотехнологии, химии и стандартизации ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», v.uschapovsky@fncl.ru

Яковлева Агата Анатольевна, младший научный сотрудник лаборатории "Молекулярно-генетических исследований и клеточной селекции" ФГБНУ Федерального научного центра лубяных культур, a.goncharova@fncl.ru

Зайцева Любовь Анатольевна, младший научный сотрудник лаборатории "Молекулярно-генетических исследований и клеточной селекции" ФГБНУ Федерального научного центра лубяных культур, l.zaitzeva@fncl.ru

Миневич Ирина Эдуардовна, доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории Переработки лубяных культур ФГБНУ Федерального научного центра лубяных культур, i.minevich@fncl.ru

Аннотация: исследовано влияние полисахаридов семян льна на свойства хлебобулочных изделий. Определено, оптимальное содержание экстракта полисахаридов (1-1,5%), которое увеличивает кислотность теста, улучшает набухание клейковины, что способствует лучшим потребительским свойствам изделий.

Ключевые слова: полисахариды, семена льна, хлебобулочные изделия, клейковина.

Лён культурный (*Linum usitatissimum* L.) – ценная сельскохозяйственная культура, представленная двумя основными формами: масличной и долгунцовой (прядильной). В последние годы в России наблюдается устойчивый рост производства льна масличного [1], который наряду с подсолнечником и рапсом является одним из основных источников растительного масла. Помимо жиров, семена льна богаты белками, полисахаридами (ПС), фосфолипидами, макро- и микроэлементами, что делает их перспективным сырьём для получения функциональных ингредиентов. Особый интерес представляют природные ПС, выполняющие роль гидроколлоидов в пищевых системах.

Среди широкого спектра пищевых ингредиентов активно увеличивается область применения гидроколлоидов, что обусловлено разнообразием их функционально-технологических свойств. Они являются универсальными технологическими добавками, регулирующими структуру пищевых систем [2]. В России в сфере производства пищевых компонентов, включая, гидроколлоиды значительную долю составляет импортная продукция, а российские предприятия в подавляющем большинстве используют зарубежные однокомпонентные продукты [3]. В качестве потенциального российского источника пищевых ингредиентов, в том числе гидроколлоидов, являются семена льна.

Гидроколлоиды, полученные из семян льна, представляют собой ПС комплекс льняной слизи, обладающий разнообразными функционально-технологическими свойствами. Они проявляют гелеобразующую способность и характеризуются водоудерживающей способностью, что позволяет рассматривать их как заменителей некоторых промышленных камедей [4]. ПС семян льна вызывают практический интерес аналогично таким пищевым ингредиентам, как камеди ксантана, рожкового дерева и др. Благодаря своим антибактериальным, пребиотическим, антимикробным и антидиабетическим свойствам [5], они также являются физиологически необходимым компонентом пищи, что позволяет их рассматривать не только как технологическую добавку, но и биологически ценный ингредиент.

Популярный потребительский тренд на здоровое питание стимулирует высокий спрос на экологически чистые и минимально обработанные пищевые ингредиенты с нативным функционально-технологическим потенциалом. В связи с этим цель работы – исследование роли ПС семян льна в пищевых системах на примере хлебобулочных изделий

В качестве объекта были использованы хлебобулочные изделия из: смеси ржаной обдирной муки с мукой первого сорта (Р) и пшеничной муки высшего сорта (П), – в связи с их популярностью среди населения. ПС продукты были получены в экспериментальном цехе ВНИИ маслоделия и сыроделия (ВНИИМС – филиал ФГБНУ ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова) (Углич, Россия) методом водной экстракции цельных семян льна при

температуре 45-50°C, при постоянном перемешивании в течение 2 ч, соотношением воды к сырью 1 к 15 и последующей распылительной сушкой. Полученные ПС использовали в количестве 0,1; 0,3; 0,5; 0,7 и 1,0% от массы пшеничной муки первого сорта (с обозначением Р0,1, Р0,3, Р0,5, Р0,7, Р1,0) и 0,5; 1,0; 1,5 и 2,0% от массы муки высшего сорта (с обозначением П0,5, П1, П1,5, П2). Предварительно оценивали влияние ПС льна на качество клейковины пшеничной муки высшего и первого сорта в соответствии с ГОСТ 27839-88. ПС вводили в муку, предварительно растворив в рецептурном количестве воды. Лабораторную выпечку хлеба производили безопасным способом на основе базовой рецептуры хлеба пшеничного из муки высшего сорта. Приготовление хлеба из смеси ржаной обдирной муки с мукой первого сорта проводили с соотношением ржаной муки к пшеничной 1,5:1.

Анализ качества готовых изделий проводили через 24 часа после выпечки в соответствии с ГОСТ 26983-2015 и ГОСТ 27842, влажность – по ГОСТ 21094-75; пористость определяли с помощью прибора Журавлева – по ГОСТ 5669-96. Кислотность теста проводили по ускоренному методу – ГОСТ 5670-96. Формоустойчивость подового хлеба рассчитывали, как отношение его высоты к диаметру (Н/Д), удельный объем формового хлеба определяли по ГОСТ 27669-88.

Влияние ПС экстракта на качество и количество клейковины муки высшего и I с представлено в таблице 1.

Таблица 1

Влияние ПС экстракта на количество и качество клейковины муки высшего и I с

Наименование муки и содержание ПС экстракта (%)		Содержание клейковины в муке, %	Показатель ИДК, ед. шкалы прибора
Пшеничная мука I с	0	33,4	69,4
ПС экстракт	0,1%	35,7	76,4
	0,3%	34,9	73,8
	0,5%	34,0	96,4
	0,7%	32,7	92,1
	1,0%	35,7	94,0
Пшеничная мука высшего сорта	0	34,6	51,8
ПС экстракт	0,5%	35,4	56,3
	1,0%	36,3	58,2
	1,5%	33,6	80,3
	2,0%	32,5	81,4

Анализ данных, приведенных в таблице 1, показал, что использование ПС экстракта в количестве до 1% способствует увеличению набухания клейковины: количество сырой клейковины муки I с увеличилось на 6,9%, муки высшего сорта – на 4,9%.

При дальнейшем увеличении добавки ПС экстракта к пшеничной муке высшего сорта до 2% наблюдалось снижение количества сырой клейковины на 6,0%.

Водорастворимые ПС слизи могут иметь известное самостоятельное влияние на реологические свойства теста и силу муки. Состояние и свойства белков муки и теста зависят и от их окислительно-восстановительного потенциала. Сдвиг этого потенциала в сторону увеличения восстановительного действия ослабляет структуру белков и активизирует протеиназу муки, а, следовательно, снижает силу муки. Сдвиг же в сторону окислительного действия упрочняет структуру белка, ингибирует протеолиз и увеличивает силу муки. Внесение ПС экстракта способствует ослаблению клейковины, о чем свидетельствуют данные показателя деформации клейковины (ИДК).

Некрахмальные ПС способны повышать водопоглотительную способность муки – чем больше влагоемкость клейковины, тем обычно «слабее» она по реологическим свойствам. ПС связывают воду быстрее, чем белок (в основном адсорбционно) и встраиваются в

белковую матрицу теста [6]. Анализ теста с комбинированной мукой показал, что при введении ПС экстракта увеличивается кислотность теста с 3,4 град (для контроля) до 4,5 град (содержание ПС экстракта 1,0%). Кислотность теста из муки высшего сорта повышалась с 2,4 до 3,0 при введении ПС экстракта в количестве 1,5%. Известно, что повышение кислотности теста снижает протеолиз, улучшает реологические свойства клейковины и теста.

Были определены физико-химические показатели готовых изделий. Влажность мякиша варьировала в интервале 45,8 – 46,6% для хлеба из комбинированной муки; для хлеба из пшеничной муки высшего сорта: 44,9 – 46,2%.

Пористость мякиша изделий: 53,0-57,0% – для изделий из комбинированной муки, и 63,5-67,7% – для изделий из муки высшего сорта.

Удельный объем изделий при введении ПС экстракта семян льна представлен на рисунке 1.

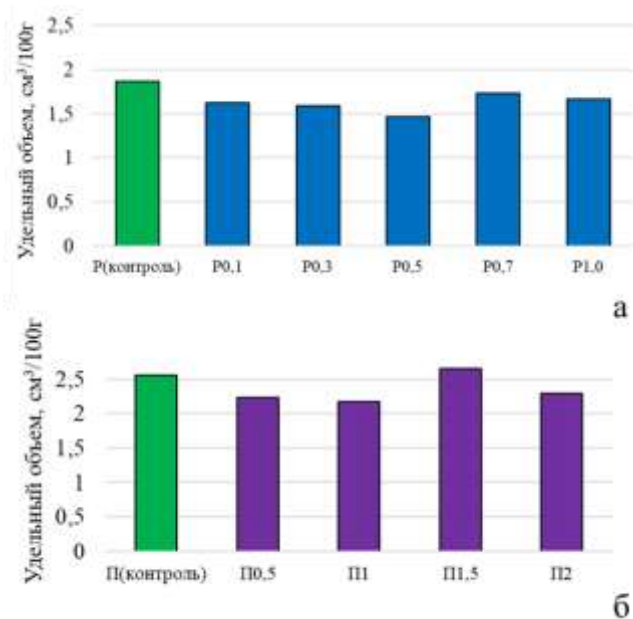


Рис. 1 Удельный объем формовых изделий с добавками ПС экстракта
а – ХБИ из комбинированной муки; б – ХБИ из муки пшеничной муки высшего сорта

Как следует из диаграмм на рисунке 1, образцы из комбинированной муки характеризуются меньшими значениями удельного объема в сравнении с контрольным образцом. В образцах с пшеничной мукой высшего сорта при использовании ПС в количестве 1,5% удельный объем увеличился на 3,5% по сравнению с контролем.

Чем больше дозировка ПС, тем интенсивнее он поглощает воду, что препятствует развитию клейковинного каркаса и уменьшается удельный объем изделия. Аналогичные результаты были получены при исследовании добавок промышленных ПС (гидроколлоидов): авторами в работе [7].

ПС в количестве 1,0% добавленные в комбинированную муку способствовали повышению формоустойчивости изделий на 42%, в случае изделий из пшеничной муки высшего сорта этот показатель не превышал значения контроля.

Проведенный органолептический анализ образцов изделий из комбинированной муки и муки высшего сорта показал, что добавки ПС экстракта из семян льна не влияли на вкус, запах и цвет изделий.

В результате на основании изучения влияния ПС экстракта семян льна на показатели теста и качество мучных изделий показано, что:

1) использование ПС экстракта в количестве до 1% способствовало увеличению набухания клейковины: количество сырой клейковины муки 1с увеличилось на 6,9%, муки высшего сорта – на 4,9%. При дальнейшем увеличении добавки ПС экстракта к пшеничной муке высшего сорта до 2% наблюдалось снижение количества сырой клейковины на 6,0%;

2) по данным определения показателя ИДК внесение ПС экстракта способствовало ослаблению клейковины;

3) значения показателей влажность, пористость мякиша, формоустойчивость, удельный объем образцов были меньше контрольных на 5-10%, за исключением образца из пшеничной муки высшего сорта с содержанием ПС экстракта 1,5%, удельный объем которого был выше на 3,5% по сравнению с контролем.

Таким образом, ПС семян льна могут быть рекомендованы в качестве технологической добавки, относящейся к классу гидроколлоидов, для введения в муку с чрезвычайно сильной клейковиной и использования в производстве мучных изделий.

Библиографический список

1. Бирянова, Е. В. Лён масличный и его особенности перед другими масличными культурами / Е. В. Бирянова // Молодежь и наука. – 2019. – № 10-11. – С. 5.
2. Шишкина, А. В. Гидроколлоиды в продуктах питания. Применение агара в кондитерской промышленности. Рынок гидроколлоидов / А. В. Шишкина // Молодой ученый. – 2020. – № 40(330). – С. 43-46.
3. Койнова, А. Н. Индустрия пищевых добавок: состояние и перспективы развития / А. Н. Койнова // Пищевая индустрия. – 2019. – № 3(41). – С. 36-39.
4. Safdar, B. Structural characterization, physicochemical and rheological characteristics of flaxseed gum in comparison with gum Arabic and xanthan gum / B.Safdar, Z.Pang, X.Liu, M. T.Rashid, M. A.Jatoi //Journal of Food Measurement & Characterization. – 2022. – № 17(3). – P. 2193-2203. <https://doi.org/10.1007/s11694-022-01750-2>
5. Chand, M. Unveiling the potential of linseed mucilage, its health benefits, and applications in food packaging / M.Chand, R.Chopra, B.Talwar, S.Homroy, P. K.Singh, A.Dhiman, A. W.Payyunny //Frontiers in Nutrition. – 2024. – № 11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1334247>
6. Паймулина, А.В. Влияниеполисахаридовбурыхводорослейнахлебопекарныесвойствапшеничноймуки / А. В. Паймулина, И. Ю. Потороко, Е. Иванишова // ВестникЮУрГУ. Серия «Пищевыеибиотехнологии». – 2019. – Т. 7, № 4. – С. 22-31.
7. Culetu, A. The role of hydrocolloids in Gluten-Free Bread and Pasta; rheology, characteristics, staling and glycemic index / A.Culetu, D. E.Duta, M.Papageorgiou, T.Varzakas//Foods. – 2021. – № 10(12). <https://doi.org/10.3390/foods10123121>

УДК159.93

СЕНСОРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С СИНДРОМОМ ДИСФАГИЯ

Харитоновна Полина Сергеевна аспирант кафедры управления качеством и товароведения продукции ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, polina.kharitonova.1996@mail.ru

Аннотация: в статье представлен обзор исследований в области сенсорных эффектов и характеристик продуктов питания при дисфагии и возможности их улучшения за счет проектирования новых рецептур для повышения качества и уровня жизни людей с синдромом дисфагия.

Ключевые слова: продукты питания, дисфагия, диета при дисфагии, сенсорные характеристики

Дисфагия является распространенным нарушением глотания. В зависимости от условий проживания пожилых людей и людей с неврологическими заболеваниями синдром дисфагии наблюдается у 15-40 % людей в всем мире. Основным вектором профилактики синдрома дисфагии является проектирование продуктов питания с заданными свойствами текстуры. Однако, некоторые исследователи отмечают низкие сенсорные характеристики, в частности вкус и аромат, продуктов питания для диет при развитом синдроме дисфагии[1], что влечет за собой развитие мальнутриции.

Вкус является одной из определяющих характеристик мультисенсорной интеграции, которая может стать наиболее важным показателем при выборе продуктов питания по мере старения человека. Действительно, с возрастом способность воспринимать и реагировать на химические стимулы снижается, что отрицательно влияет на обонятельную и вкусовую чувствительность [2]. В исследованиях ДжосаМоджета подтвердилось, что абсолютное восприятие некоторых вкусовых добавок (сахарозы и поваренной соли) снижалась [3].

Одним из путей повышения сенсорного интереса к пище среди пожилых людей является усиление стимуляции остаточными функциональными чувствами. Однако важно не допускать превышения суточных доз потребления соли и сахара, стимулирование возможно по средству внесения специй и приправ, аромат которых будет воздействовать на рецепторы, тем самым повышая аппетит и привлекательность пищи[4].

Еще одним решением может стать повышение привлекательности продуктов питания за счет красочной сервировки – улучшение мультисенсорного восприятия пищи может осуществляться даже за счет цвета посуды. Некоторыми пожилыми людьми, особенно страдающими стоматологическими проблемами и испытывающие затруднения в глотании отмечалась внешняя непривлекательность продуктов – цвет и консистенция отталкивали и снижали аппетит. В данном случае, визуальные атрибуты будут побуждать к употреблению пищи [5].

Характерным свойством, как сообщалось ранее, для продуктов питания для людей с затрудненным глотанием является измененная текстура. Во многом, текстура продуктов для диет при дисфагии снижает до минимума возможность их идентификации, что снижает их привлекательности для употребления. Японскими исследователями было предложено задействовать звуковые сигналы. Предположение о том, что разные звуки могут использоваться для представления некоторых текстур пищи, обеспечивая дополнительный сенсорный сигнал, оказалось верным. Предварительные результаты исследований показали эффективность способа стимуляции интереса к приему пищи пожилыми людьми [6].

Одним из перспективных средств удовлетворения потребности в питании людей с затрудненным глотанием является проектирование продуктов питания с использованием атрибутов стимулирующих остаточные функциональные чувства и ограниченное количество исследований в данном направлении может быть весьма многообещающим.

Библиографический список

1. Spence, C.; Youssef, J. Aging and the (Chemical) Senses: Implications for Food Behaviour Amongst Elderly Consumers // Foods. – 2021. Т. 10, № 1. С. 168.
2. Field K., Duizer L. M. Food sensory properties and the older adult // Journal of Texture Studies. – 2016. – Т. 47. – №. 4. – С. 266-276.
3. Mojet J., Heidema J., Christ-Hazelhof E., Taste Perception with Age: Generic or Specific Losses in Supra-threshold Intensities of Five Taste Qualities?, Chemical Senses. 2023. – № 28, С. 397–413.
4. Nishinari K., Peyron M.-A., Yang N., Gao Z., Zhang K., Fang Y., Zhao M., Yao X., Hu B., Han L., Mleko S., Tomczyńska-Mleko M., Nagano T., Nitta Y., Zhang Y., Singh N., Goh A., Meng S., Pongsawatmanit R., Gamonpilas Ch., Moritaka H., Kohyama K., Yoshimura

- M., Hirashima M., Takemasa M., Tsutsui K., Su L., The role of texture in the palatability and food oral processing //Food Hydrocolloids// T. A. № 147.
5. Spence C. Background colour& its impact on food perception &behaviour //Food Quality and Preference. – 2018. – Т. 68. – С. 156-166.
 6. Endo H., Ino S., Fujisaki W. Texture-dependent effects of pseudo-chewing sound on perceived food texture and evoked feelings in response to nursing care foods //Appetite. – 2017. – Т. 116. – С. 493-501.

УДК 636

РУКОЛА В МЯСНОЙ ОТРАСЛИ

Азоян Давид Татевосович, ассистент кафедры общественного питания ФБГОУ ВО Российский биотехнологический университет, azoyadavidmgipp@mail.ru

Аннотация: Разработано применение руколы в мясной отрасли. Данное сырье широко используется в технологии общественного питания. Применение данного компонента будет положительно сказываться на физико-химические показатели полуфабрикатов из мяса.

Ключевые слова: рукола, рубленые полуфабрикаты, котлеты, исследование, образцы.

Рукола является травянистым растением с ореховым вкусом. В руколе есть витамины С, В групп, К, каротиноиды, минеральные вещества (калий, натрий, кальций, цинк), незаменимые жирные кислоты, которые обогащают мясные изделия. Совместно с другими компонентами продукты из мяса становятся функциональными из-за повышения количества микро- и макрокомпонентов. На примере рубленых полуфабрикатов, а именно котлеты будут применяться в качестве образцов исследования вместе с руколой [5].

Исследования на окислительную порчу с помощью йодного числа, на плесневые и дрожжевые микроорганизмы в агар-агаре, показателей качества белка и органолептической оценки указаны в ГОСТах. Представлены результаты нарис. 1, 2, 3 и табл. 1:

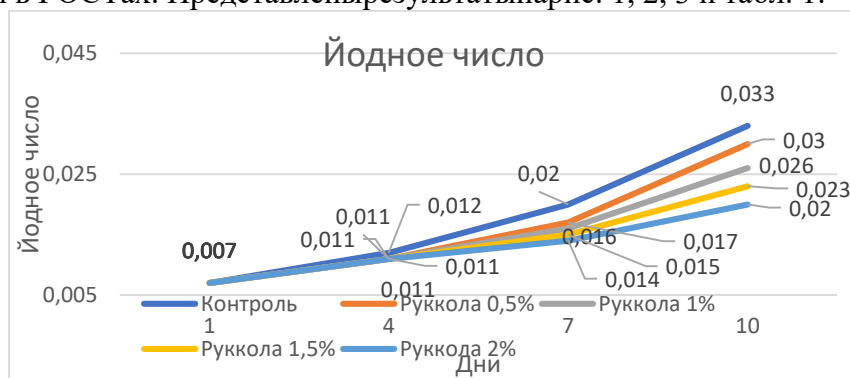


Рис. 1. Исследование на йодное число [1]

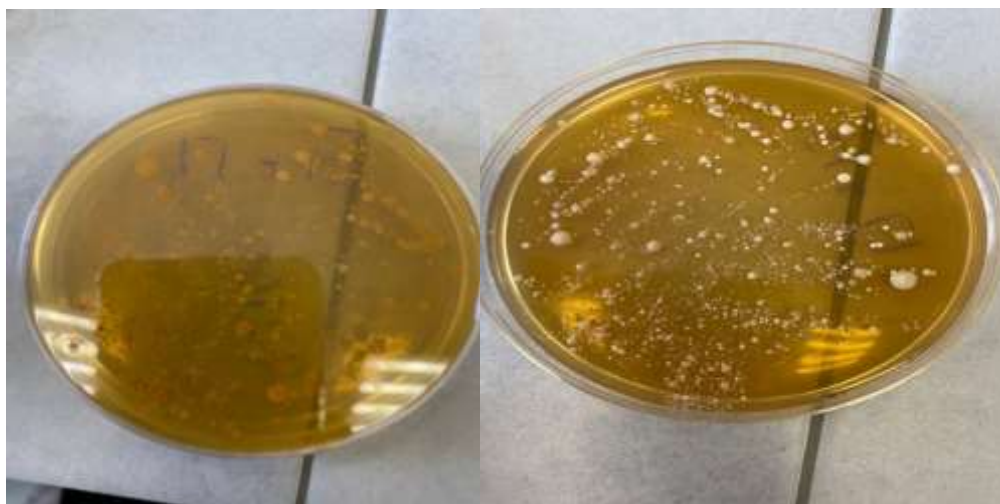


Рис. 2. Исследование на количество плесневых микроорганизмов и дрожжей в агар-агаре. Слева с руколой, а справа – контроль [2]

Таблица 1

Белковые показатели [4]

Наименование	Влагосвязывающая способность	Влагоудерживающая способность
Контроль	70%	45%
Рукола	74%	55%

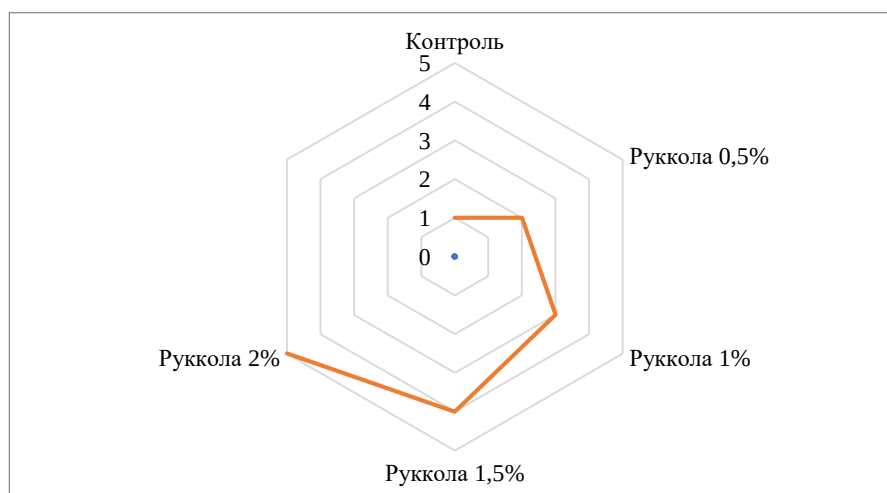


Рис. 3. Органолептическая оценка [3]

С помощью исследований доказали эффективность применения руколу в котлетах, составив рецептуру (табл .2):

Таблица 2

Рецептура котлеты с руколой

Наименование	Количество основного сырья, кг на 100 кг
Говядина котлетная	35
Свинина котлетная	45
Шпик боковой	10
Рукола	0,2
Соль поваренная	1
Черный перец молотый	0,1
Кардамон молотый	0,05
Вода	8,65

Библиографический список

1. Бородина, М. Р. Определение кислотного и йодного чисел растительных масел / М. Р. Бородина // МОЛОДЁЖЬ XXI ВЕКА: ШАГ В БУДУЩЕЕ. - 2022. – С. 233-234.
2. Гунар, О. В. Тынчерова О. С. Сравнение условий выделения микроорганизмов-контаминантов при микробиологическом мониторинге / О. В. Гунар // Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. - 2024. – Т. 14. – №. 4. – С. 483-492.
3. Долматова, И. А. Балльный метод в органолептической оценке качества / И. А. Долматова // Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях. - 2019. – С. 104-110.
4. Жаринов, А. И. Исследование фракционного состава белков мясного сырья / А. И. Жаринов // Мясные технологии. - 2009. – №. 5. – С. 50-54.
5. Каледина, М. В. Рукола как перспективная биологически активная добавка в инновационные пищевые продукты с пользой для здоровья / М. В. Каледина // Современная наука и инновации. - 2020. – №. 3. – С. 188-201.

УДК 664

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СПОСОБОВ ЗАМАЧИВАНИЯ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ НА РАСТВОРИМОСТЬ БЕЛКОВ

Сансэ Кабрера Силас Эстуардо, аспирант кафедры технологии хранения и переработки плодовоовощной и растениеводческой продукции

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, silassance@yandex.ru

Нугманов Альберт Хамед-Харисович, и.о. зав. кафедрой технологии хранения и переработки плодовоовощной и растениеводческой продукции, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nugmanov@rgau-msha.ru

Аннотация: *Замачивание зерна кукурузы является одним из основных процессов в его обработке, поскольку замачивание размягчает зерно и из него проще выделить крахмал, отделить оболочку, эндосперм, глютен и зародыш. Существуют несколько методов замачивания: увлажнение водой, замачивание в щелочи и в кислоте.*

Ключевые слова: *кукуруза, варка, щелочная, кислота*

Основными химическими методами замачивания зерен являются замачивание в растворе щелочи $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и в кислом растворе с H_2SO_3 . Химическая обработка способствует высвобождению основных компонентов: крахмала, масла, глютена для употребления в пищу и глютена-ингредиента.

К замачиванию в щелочи относится никстамализация: раствор $\text{Ca}(\text{OH})_2$ позволяет расщепить оболочку зерна, поменять его структуру и высвободить ниацин, благодаря чему белки из зерна усваиваются лучше. Когда замачивают в кислоте, то используют сернистую кислоту H_2SO_3 . В зерне снижается количество аминокислот: глутамина, глутаминовой кислоты, аспарагина, аспарагиновой кислоты и триптофана, причем щелочная обработка снижает их больше, чем кислотная.

Замачивание зерна кукурузы является одним из основных процессов в его обработке, поскольку замачивание размягчает зерно и из него проще выделить крахмал, отделить оболочку, эндосперм, глютен и зародыш [1]. Существуют несколько методов замачивания: увлажнение водой, замачивание в щелочи и в кислоте.

К замачиванию в щелочи относится никстамализация: раствор $\text{Ca}(\text{OH})_2$ позволяет расщепить оболочку зерна, поменять его структуру и высвободить ниацин, благодаря чему белки из зерна усваиваются лучше. Глиадин и глютеин в таком случае разрушаются [1].

Когда замачивают в кислоте, то используют сернистую кислоту H_2SO_3 . Как выяснили Т.И. Тупольских и Т.А.Вифлянцева, в результате обоих методов в зерне снижается количество аминокислот: глутамина, глутаминовой кислоты, аспарагина, аспарагиновой кислоты и триптофана, причем щелочная обработка снижает их больше, чем кислотная, что требует дальнейших исследований по обогащению замоченного зерна аминокислотами [1].

Есть ряд белков, которые не растворяются при указанных методах обработки. Это склеропротеины, которые несут структурную функцию и почти не перевариваются.

Химические способы также применяются и при помоле зерна мокрым способом. Перед помолом зерно вымачивается в сернистой воде, которая облегчает выделение базовых компонентов: крахмала, масла, глютена для потребления и глютена-ингредиента [2]. Из 100 кг сухой кукурузы можно получить 8 кг кукурузного глютенного корма и 16 кг кукурузной глютенной муки. Первый состоит из белковой фракции, которая отделяется при мокром помоле, и содержит до 60% белков; второй содержит 21% белков и служит источником аминокислот и витаминов для скота.

Замачивание зерна в щелочном или кислотном растворе используется при обработке зерна для отделения или удаления его частей. Щелочная и кислотная обработки изменяют структуру зерна, и некоторые белки растворяются. При щелочной обработке кожура зерна удаляется, и высвобождается ниацин. При кислотной обработке это облегчает отделение основных компонентов зерна: крахмала, масла, глютена.

Библиографический список

1. Тупольских Т. И., Вифлянцева Т. А. Анализ влияния химических способов замачивания зерна кукурузы на растворимость белков. // Молодой исследователь Дона. 2018. №2 (11). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vliyaniya-himicheskikh-sposobov-zamachivaniya-zerna-kukuruzy-na-rastvorimost-belkov>. (Датаобращения: 05.04.2025).
2. Alvarez Aníbal. Aplicaciones del maíz en la tecnología alimentaria y otras industrias. // Maíz y Nutrición. Informe sobre los usos y las propiedades nutricionales del maíz para la alimentación humana y animal. — Octubre de 2006. — Vol. 2. — P. 9-13.

Научное издание

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ
УЧЁНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ, ПОСВЯЩЁННОЙ 160-ЛЕТИЮ ТИМИРЯЗЕВСКОЙ
АКАДЕМИИ, Г. МОСКВА, 2–4 ИЮНЯ 2025 Г.**

Сборник статей. Том 2

Издается в авторской редакции

Компьютерный набор В.В. Малородов

Подписано к изданию 13.09.2025.

Объем данных 12,4 Мб.

Тираж 10 экз.

ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева
127434 Москва, ул. Тимирязевская, 49