**Биополимерные наноконтейнеры для пероральной доставки липосомальной формы комбинации ПНЖК и растительных антиоксидантов (β-каротина и эвгенола)**

***Комарова А.П.,1,2 Балакина Е.С.,1,2 Чеботарёв С.А.,1 Зеликина Д.В.,1Антипова А.С.1***

*Студент, 2 курс магистратуры*

*1Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва, Россия*

*2Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия  
E-mail: anastasiakomarovva@gmail.com*

В последние годы пищевые биополимеры (белки и полисахариды) интенсивно изучаются на предмет их способности к формированию нано- и микрочастиц для пероральной доставки полезных для здоровья биологически активных ингредиентов (нутрицевтиков) и регулирования их биодоступности в желудочно-кишечном тракте [1]. Среди нутрицевтиков особый интерес представляют растительные антиоксиданты (β-каротин и эвгенол в составе эфирного масла гвоздики), а также незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты (омега-3 и омега-6 ПНЖК) [2-4]. Целью данной работы было создание водорастворимой и наноразмерной системы для пероральной доставки этих гидрофобных нутрицевтиков.

Cупрамолекулярный комплекс пищевых биополимеров (изолята сывороточных белков молока (ИСБ) и хитозана) c липосомами фосфатидилхолина (ФХ), нагруженными этими нутрицевтиками обеспечил им 10 % растворимость в водной среде. Методом ТЭМ, а также лазерного светорассеяния в статическом, динамическом и электрофоретическом режимах были охарактеризованы структурные и термодинамические параметры комплекса, определяющие его функциональность. Было установлено, что высокую растворимость комплекса определяют его наноразмеры (< 500 нм), достаточно высокий дзета-потенциал (+17.1 ± 1.6 мВ), а также термодинамическое сродство к растворителю (положительная величина второго вириального коэффициента в разложении химического потенциала комплекса в водной среде по концентрации (A2 = 920 ± 184 м3/моль)). Была найдена ключевая роль плотности комплексных частиц в длительной стабильности ПНЖК (до 22 дней) и β-каротина (до 7 дней) в неблагоприятных условиях хранения (свет, комнатная температура). Исследование методом ЭПР спектроскопии структурного состояния бислоя липосом в составе супрамолекулярного комплекса с биополимерами показало существенное влияние как ИСБ, так и хитозана на его микровязкость.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, грант № 21-16-00085, https://rscf.ru/project/21-16-00085/. Авторы благодарят Lipoid GmbH за бесплатный образец фосфатидилхолина. Авторы также выражают благодарность за исследование ТЭМ, проведенное в ЦКП УНО «Электронная микроскопия в науках о жизни» МГУ (уникальное оборудование «Трехмерная электронная микроскопия и спектроскопия») и ЦКП ИБХФ РАН за измерение дзета-потенциала.*

**Литература**

1. Manzoor M., Singh J., Bandral J.-D., Gani A., Shams R. Food hydrocolloids: Functional, nutraceutical and novel applications for delivery of bioactive compounds // Int. J. Biol. Macromol. 2020. Vol. 165. Part A. P. 554-567.

2. Gul K., Tak A., Singh A.K., Singh P., Yousuf B., Wani A.-A., Yildiz F. Chemistry, encapsulation, and health benefits of β-carotene-A review // COGENT FOOD AGR. 2015. Vol. 1. №. 1. P. 1018696.

3. Li M., Zhao Yu., Wang Ya., Geng R., Fang J., Kang S-G., Huang K., Tong T. Eugenol, A Major Component of Clove Oil, AttenuatesAdiposity, and Modulates Gut Microbiota in High-FatDiet-Fed Mice // Mol. Nutr. Food Res. 2022. Vol. 66. 2200387.

4. Simopoulos A. P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids // Biomed. Pharmacother. 2002. Vol. 56. №. 8. P. 365-379.