**Взаимодействие гигантских моноламеллярных липосом с магнитными наночастицами**

***Шалыбкова А.А., Ле-Дейген И.М.*, *Клячко Н.Л.***

*Студент, 5 курс специалитета*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: annyshal@mail.ru*

На сегодняшний день во всем мире растет интерес к использованию магнитных наночастиц для биомедицинских назначений. Возможными вариантами их использования являются усиление действия некоторых антибактериальных агентов (в том числе ферментов), а также создание стимул-чувствительных систем доставки лекарств. В частности, покрытые дофамином магнитные наночастицы в форме стрежней способны разрыхлять биомембрану малых моноламеллярных липосом, имеющих размер менее 100 нм, под действием ультранизкочастотного магнитного поля [1]. Установлено, что геометрия наночастиц может существенным образом влиять на их взаимодействие с липидным бислоем [1].

Актуальным является исследование гигантских моноламеллярных липосом (ГМЛ) размером более 1 мкм, которые представляют собой модель клеточной мембраны. Вариантам их взаимодействия с магнитными наночастицами, которые могут иметь иной характер в сравнении с взаимодействием с малыми моноламелярными липосомами, уделяется незаслуженно мало внимания в научной литературе.

Таким образом, целью работы является исследование взаимодействия ГМЛ на основе мажорного фосфолипида биомембран дипальмитоилфосфатидилхолина (ДПФХ) с покрытыми дофамином ферромагнитными наночастицами различной формы (наностержнями и наносферами).

По описанной в работе [2] методике были получены и охарактеризованы ГМЛ со средним гидродинамическим диаметром порядка 1 мкм. С помощью метода ИК-спектроскопии установлено, что гигантские ГМЛ отличаются от малых моноламеллярных липосом не только размером, но и микроокружением полярных функциональных групп липидов. Показано, что форма магнитных наночастиц в комплексах с ГМЛ оказывает существенное влияние на их поведение под действием магнитного поля. Так, наностержни, судя по всему, повреждают мембрану ГМЛ на стадии образования комплекса и под действием ультранизкочастного негреющего магнитного поля (50 Гц 48 мТ в течение 5 минут) отрываются от мембраны. Магнитные наносферы же находятся на границе раздела фаз липид-вода, взаимодействуя с карбонильными группами. Под действием ультранизкочастного негреющего магнитного поля наночастицы разрыхляют бислой до жидкокристаллического состояния и остаются прикрепленными к липосомам.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дальнейших исследований в области взаимодействия гигантских липосом с магнитными наночастицами.

*Авторы выражают благодарность Усвалиеву Азизбеку Давранбековичу и Веселову Максиму Михайловичу за предоставление магнитных наночастиц. Работа выполнена при поддержке программы развития МГУ (ИК-спектрометр Bruker Tensor 27).*

**Литература**

1. Le-Deygen, I. M., Vlasova, K. Y., Kutsenok, E. O., Usvaliev, A. D., Efremova, M. V., Zhigachev, A. O., Klyachko, N. L. Magnetic Nanorods for remote disruption of lipid membranes by non-heating low frequency magnetic field. // Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine. 2019. Vol. 21. № 102065. P. 1-10.
2. Moscho, A., Orwar, O., Chiu, D. T., Modi, B. P., & Zare, R. N. Rapid preparation of giant unilamellar vesicles. // Proceedings of the National Academy of Sciences. 1996. Vol. 93. № 21. P. 11443–11447.