**Структурообразующие способности систем доставки липосомальной формы комбинации нутрицевтиков на основе биополимеров**

***Горина Е.А.1,2, Илясова М.С. 1,2, Зеликина Д.В. 1, Антипова А.С.1***

*Студент, 3 курс бакалавриата*

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

*2Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия  
E-mail:* [*evg.gorina@mail.ru*](mailto:evg.gorina@mail.ru)

В настоящее время большое внимание уделяется изучению возможности использования пищевых биополимеров (белков и полисахаридов) в качестве пероральных систем доставки нутрицевтиков гидрофобной природы [1]. Использование биополимеров (и прежде всего белков) в качестве инкапсулирующего агента для таких нутрицевтиков позволяет обеспечить им не только растворимость в водной среде, но и эффективную защиту от окисления и деградации в неблагоприятных внешних условиях, а также высокую биодоступность в желудочно-кишечном тракте человека. Вместе с тем, благодаря своей амфифильности, пищевые белки широко используются в промышленности в качестве структурообразующего компонента.

В настоящей работе изучалось влияние комплексообразования изолята сывороточных белков молока (ИСБ) c липосомами соевого фосфатидилхолина (ФХ), нагруженными комбинацией нутрицевтиков, на структурные и эмульгирующие свойства ИСБ, а также изменение этих свойств в результате электростатических взаимодействий ИСБ с хитозаном при формировании тройного комплекса (ИСБ-липосомы-хитозан). В качестве нутрицевтиков были выбраны омега-3 ПНЖК и β-каротин (дефицит каждого из которых наблюдается в рационе питания у не менее, чем трети населения мира [2]), а также природный антиоксидант эвгенол, входящий в состав эфирного масла гвоздики.

Методами лазерного светорассеяния (в статическом, динамическом и электрофоретическом режимах) были охарактеризованы структурные и термодинамические параметры ИСБ и сформированных комплексов. В эмульсиях (10 об/об %), приготовленных на основе этих систем, определяли размер и дзета-потенциал капель эмульсий (как свежеприготовленных, так и в процессе хранения), а также визуально оценивалась скорость криминга (сливкообразования и отделения сывороточного слоя). Наибольшая стабильность к кримингу наблюдалась в случае ИСБ и его бинарного комплекса с липосомами при рН 7.0. Значения дзета-потенциала на каплях этих эмульсий составляли -42 мВ и -37 мВ, соответственно, что обеспечивало высокий уровень электростатической стабилизации эмульсий. При рН 5.1 (в области ИЭТ белка) в эмульсиях, стабилизированных ИСБ, наблюдалось быстрое формирование сывороточного слоя по механизму флоккуляции, тогда как тройной комплекс обеспечивал более высокую стабильность эмульсий за счёт как электростатической (дзета-потенциал: +21 мВ), так и стерической стабилизации. Поверхностная активность белковых и комплексных частиц на границе раздела фаз масло-вода изучалась с помощью метода тензиометрии.

*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 ФХ и ЦКП ИБХФ РАН за измерение дзета-потенциала.*

**Литература**

1. Semenova M., Antipova A., Martirosova E., Zelikina D., Palmina N., Sergey Chebotarev S.

Essential contributions of food hydrocolloids and phospholipid liposomes to the formation of carriers for controlled delivery of biologically active substances via the gastrointestinal tract // Food Hydrocoll. 2021. Vol. 120. Article 106890.

2. Нутрициология – 2040. Горизонты науки глазами ученых / Под редакцией В.В. Бессонова, В.Н, Княгинина, М.С. Липецкой. – СПб.: Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад», 2017. – 105 с.