

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

о соответствии диссертационной работы **Зеликиной Дарьи Викторовны** «Физико-химический анализ роли структуры биологически активных липидов и биополимеров в формировании и функциональности их комплексов» профилю диссертационного совета Д 002.039.01 и требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Комиссия в составе – д.х.н., проф. Касаикиной О.Т., д.х.н. Некипеловой Т.В. и д.х.н. Лобанова А.В. констатирует, что диссертационная работа «Физико-химический анализ роли структуры биологически активных липидов и биополимеров в формировании и функциональности их комплексов» по теме, постановке задач, методам исследования и полученным результатам соответствует специальности 02.00.04 – физическая химия (химические науки).

Комиссия отмечает следующие **основные научные результаты** диссертационной работы и ее **новизну**:

Установлено существенное влияние полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) (омега-3 альфа-линоленовой жирной кислоты, индивидуально и в составе триглицеридов льняного масла) на размеры, а также на уменьшение микровязкости глуболежащих слоев липосом фосфатидилхолина (ФХ) и мицелл лизофосфатидилхолина (ЛФХ) в результате встраивания в них ПНЖК.

Показано, что мицеллы ЛФХ (исходные и обогащённые омега-3 ПНЖК) по сравнению с липосомами ФХ (исходными и обогащёнными омега-3 ПНЖК) приводят к значительно более высокому повышению плотности супрамолекулярных частиц белок-полисахаридных конъюгатов (казеинат натрия + мальтодекстрин) в результате комплексообразования между ними.

Установлена прямая взаимосвязь между высокой микровязкостью липидных слоев липосом ФХ и мицелл ЛФХ в комплексных частицах, плотностью последних и их защитной способностью по отношению к автоокислению включённых ПНЖК.

Выявлена структурообразующая роль эфирного масла гвоздики (ЭМГ) во взаимодействиях как с липосомами ФХ (исходными и обогащёнными омега-3 ПНЖК), так и во взаимодействиях этих липосом с белок-полисахаридным ковалентным конъюгатом (казеинат натрия + мальтодекстрин).

В условиях модельного переваривания *in vitro* («ротовая полость», «желудок», «тонкий кишечник»), установлена взаимосвязь между структурными превращениями комплексных частиц (снижение плотности, уменьшение молярной массы, повышение анизотропии) и эффективным высвобождением из них липидов.

### **Степень достоверности полученных результатов.**

Достоверность результатов научных исследований, полученных в работе, основывается на использовании современного сертифицированного оборудования и статистической оценке погрешности измерений, проведённых совокупностью различных физико-химических методов, таких как дифференциально-сканирующая калориметрия, многоугловое лазерное светорассеяние в статическом и динамическом

режимах, электрофоретическое светорассеяние, электронный парамагнитный резонанс, атомно-силовая микроскопия, спектрофотометрия. Научные положения и выводы диссертации Зеликиной Д.В. обоснованы, достоверны и логически вытекают из полученных экспериментальных данных.

#### **Практическая и научная значимость результатов диссертационной работы.**

Работа Зеликиной Д.В. представляет интерес как с научной, так и с практической точки зрения. Так, в работе представлен всесторонний физико-химический анализ влияния биологически активных липидов (фосфолипидов, триглицеридов, индивидуальных ПНЖК) и высокоэффективного растительного антиоксиданта (эфирного масла гвоздики) на изменение молярной массы, размеров, плотности, архитектуры и термодинамических параметров белок-полисахаридных конъюгатов (казеинат натрия + мальтодекстрин) в их комплексных супрамолекулярных частицах. На основании этого анализа выявлены ключевые структурные и термодинамические факторы, определяющие функциональность комплексных супрамолекулярных частиц. Все эти данные могут быть использованы для целенаправленного регулирования физико-химических параметров и свойств стимул-чувствительных биополимерных наноконтейнеров пищевого и фармацевтического назначения. Результаты, характеризующие структурные превращения изученных супрамолекулярных комплексных частиц в ЖКТ *in vitro*, представляют интерес для исследований в области контроля и регулирования биодоступности и биоусвоения профилактических и лекарственных веществ из наноразмерных систем доставки. Изученные в работе комплексные системы биополимер – липид могут быть использованы для создания инновационных ингредиентов для обогащения продуктов питания омега-3 полиненасыщенными жирными кислотами, характеризующихся водорастворимой формой и высокой устойчивостью к окислительной деградации.

Основные результаты работы опубликованы в 62 печатных работах, из них 6 статьей (3 – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, и 3 – в книгах, индексируемых в международных базах Scopus и WoS) и тезисы 56 докладов на российских и международных конференциях.

#### **Список основных печатных работ:**

1. Semenova, M. G. Impact of the structure of polyunsaturated soy phospholipids on the structural parameters and functionality of their complexes with covalent conjugates combining sodium caseinate with maltodextrins / M.G. Semenova, **D.V. Zelikina**, A.S. Antipova, E.I. Martirosova, N.V. Grigorovich, R.A. Obushaeva, E.A. Shumilina, N.S. Ozerova, N.P. Palma, E.L. Maltseva, V.V. Kasparov, N.G. Bogdanova, A.V. Krivandin // Food Hydrocolloids. – 2016. – 52. – P.144-162.

2. Antipova, A.S. Sequential transformation of the structural and thermodynamic parameters of the complex particles, combining covalent conjugates (sodium caseinate + maltodextrin) with polyunsaturated lipids stabilized by a plant antioxidant, in the simulated

gastrointestinal conditions in vitro / A.S. Antipova, **D.V. Zelikina**, E.A. Shumilina, K.A. Baeva, M.G. Semenova // Food Res Int. – 2016. –88. – P.173–178.

3. Semenova, M.G. Biopolymer nanovehicles for essential polyunsaturated fatty acids: Structure–functionality relationships / M.G. Semenova, A.S. Antipova, **D.V. Zelikina**, E.I. Martirosova, I.G. Plashchina, N.P. Palmina, V.I. Binyukov, N.G. Bogdanova, V.V. Kasparov, E.A. Shumilina, N.S. Ozerova // Food Res Int. – 2016. –88. – P. 70–78.

4. Semenova, M.G. Role of the covalent conjugate (sodium caseinate + maltodextrin) and a plant antioxidant in the protection against oxidation of the composite food ingredients, containing the equimass amount of  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 polyunsaturated fatty acids / M.G. Semenova, A.S. Antipova, T.A. Misharina, E.S. Alinkina, **D.V. Zelikina**, E.I. Martirosova, N.P. Palmina, V.I. Binyukov, E.L. Maltseva, V.V. Kasparov, N.S. Ozerova, E.A. Shumilina, K.A. Baeva, N.G. Bogdanova // Gums and Stabilisers for the Food Industry 18/ Ed. P.A. Williams, G.O. Phillips. –Cambridge, UK: Royal Society of Chemistry, 2016. –P. 182-189. – ISBN: 978-1-78262-327-4.

5. Semenova, M.G. Structural and thermodynamic insight into the potentiality of food biopolymers to behave as smart nanovehicles for essential polyunsaturated lipids / M.G. Semenova, A.S. Antipova, M.S. Anokhina, L.E. Belyakova, Yu.N. Polikarpov, **D.V. Zelikina**, E.I. Martirosova, N.P. Palmina, V.I. Binyukov, V.V. Kasparov, N.G. Bogdanova // Encapsulations Nanotechnology in the agri-food industry, Vol. 2/ Ed. A.M. Crumesciu., Cambridge: Elsevier. –2016. – P. 193-228.–ISBN: 978-0-12804-307-3.

6. Semenova, M.G. Protein-polysaccharide interactions and digestion of the complex particle / M.G. Semenova, **D.V. Moiseenko (D.V. Zelikina)**, N.V. Grigorovich, M.S. Anokhina, A.S. Antipova, L.E. Belyakova, Yu.N. Polikarpov, E.N. Tsapkina // Food structure, digestion and health (1st Ed) / Ed. M. Boland, M. Golding, H. Singh. – London, Waltham (USA), San Diego (USA): Elsevier Academic Press, 2014. – P. 169-192. –ISBN: 978-0-12404-610-8.

7. **Моисеенко, Д.В. (Зеликина Д.В.)** Структурные и термодинамические факторы, определяющие функциональность комплексов, сформированных соевыми фосфатидилхолином и лизофосфатидилхолином с конъюгатими казеината натрия и мальтодекстрина / Д.В. Моисеенко, Н.В. Григорович, Л. Маттсон [и др.] // Труды XII Ежегодной Международной молодёжной конференции ИБХФ РАН-ВУЗы. Москва 29-31 окт. 2012. – М.: РУДН, 2012. –С. 119-122. –ISBN 978-5-209-04784-1

8. **Moiseenko, D.V. (Zelikina D.V.)** The potentiality of use of the conjugates based on sodium caseinate and maltodextrins as a delivery system for hydrophobic nutraceuticals / D.V. Moiseenko (D.V. Zelikina), N.V. Grigorovich, V.L. Pietsch. [et al.] // Труды XI Ежегодной Международной молодёжной конференции ИБХФ РАН – ВУЗы. Москва 09-11 ноября 2011 г. –М.: РУДН, 2012. –С. 307-310. –ISBN 978-5-209-04420-8.

Диссертация Зеликиной Дарьи Викторовны «Физико-химический анализ роли структуры биологически активных липидов и биополимеров в формировании и функциональности их комплексов» удовлетворяет требованиям, установленным пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» (Постановление

Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, с изменениями Постановления Правительства РФ от 21 апреля 2016 года № 335 в редакции Постановления Правительства РФ 2 августа 2016 года № 748), предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук.

Диссертация не содержит заимствованных материалов и результатов без ссылок на авторов и источники заимствования. В диссертации даны ссылки на результаты работ, выполненных Зеликиной Д.В. в соавторстве с Семеновым М.Г., Антиповой А.С., Мартиросовой Е.И., Пальминой Н.П., Каспаровым В.В., Бинюковым В.И. и др.

На основании вышеизложенного комиссия рекомендует Диссертационному совету Д 002.039.01 принять к защите диссертационную работу Зеликиной Д.В. «Физико-химический анализ роли структуры биологически активных липидов и биополимеров в формировании и функциональности их комплексов» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Комиссия рекомендует утвердить в качестве **официальных оппонентов**:

доктора химических наук, доцента **Шилкову Светлану Владимировну**, профессора кафедры физической и коллоидной химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Казанского национального исследовательского технологического университета (КНИТУ);

кандидата химических наук, доцента **Богданову Юлию Геннадиевну**, старшего научного сотрудника кафедры коллоидной химии, заместителя заведующего кафедрой по научно-исследовательской работе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (МГУ);

В качестве **ведущей организации** предлагается Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева (РХТУ).

Председатель комиссии:

д.х.н., проф.



Касаикина О.Т.

Члены комиссии:

д.х.н.



Некипелова Т.Д.

д.х.н.



Лобанов А.В.