

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-2-73-80>

УДК 665.372:664.34

© 2022

Поступила 28.03.2022

Received 28.03.2022



Принята в печать 06.05.2022

Accepted 06.05.2022

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests*

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЛЕЦИТИНОВ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНКАПСУЛИРОВАННЫХ ФОРМ МИКРОНУТРИЕНТОВ В ВИДЕ НАНОЭМУЛЬСИЙ

Екатерина В. Лисовая\*, Елена П. Викторова,  
Анастасия В. Свердличенко, Мариет Р. Жане

*Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки  
сельскохозяйственной продукции – филиал Федерального государственного бюджетного  
научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр  
садоводства, виноградарства, виноделия»;  
ул. Тополиная аллея, д. 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация*

**Аннотация.** Микро- и наноэмульсии являются перспективными системами инкапсуляции микронутриентов для обогащения продуктов питания. Для формирования стабильных наноэмульсий целесообразным является применение натуральных эмульгаторов – модифицированных лецитинов растительных масел. Цель работы – исследование эффективности применения модифицированных лецитинов растительных масел для создания инкапсулированных форм микронутриентов в виде наноэмульсий. Эмульсии получали с помощью метода ультразвукового воздействия с применением в качестве эмульгаторов обезжиренных растительных лецитинов и их спирторастворимых фракций. Установлено, что размер частиц эмульсий, образованных обезжиренными лецитинами, значительно выше по сравнению с эмульсиями, образованными их спирторастворимыми фракциями. Выявлено, что эмульсии, образованные спирторастворимыми фракциями лецитинов, являются более стойкими к расслоению. Показано, что наиболее высокими эмульгирующими свойствами обладают спирторастворимые фракции растительных лецитинов с содержанием ФХ от 75,0 до 76,0%, что позволяет получать физически стабильные наноэмульсии со средним размером частиц дисперсной фазы менее 100 нм. Таким образом, модифицированные лецитины растительных масел, а именно спирторастворимые фракции лецитинов, являются высокоэффективными инкапсулирующими агентами для создания инкапсулированных форм микронутриентов в виде наноэмульсий.

**Ключевые слова:** микронутриенты, продукты питания, система инкапсуляции, ультразвук, наноэмульсия, лецитины, эмульгирующие свойства, частицы дисперсной фазы

*Для цитирования:* Исследование эффективности применения модифицированных лецитинов растительных масел для создания инкапсулированных форм микронутриентов в виде наноэмульсий / Лисовая Е.В. [и др.] // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 2. С. 73-80. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-2-73-80>

## INVESTIGATION OF THE EFFICIENCY OF THE APPLICATION OF MODIFIED VEGETABLE OIL LECITHINS FOR THE CREATION OF ENCAPSULATED FORMS OF MICRONUTRIENTS IN THE FORM OF NANOEMULSIONS

Ekaterina V. Lisovaya\*, Elena P. Viktorova,  
Anastasia V. Sverdlichenko, Mariet R. Zhane

*Krasnodar Scientific Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products –  
a branch of the FSBSI «The North-Caucasian Federal Scientific  
Center of Horticulture, Viticulture, Wine-Making»;  
2 Topolinaya Alley, Krasnodar, 350072, the Russian Federation*

**Abstract.** Micro- and nanoemulsions are promising systems for encapsulating micronutrients for food enrichment. For the formation of stable nanoemulsions, it is advisable to use natural emulsifiers – modified lecithins of vegetable oils. The aim of the research is to study the effectiveness of the use of modified lecithins of vegetable oils to create encapsulated forms of micronutrients in the form of nanoemulsions. Emulsions have been obtained using the method of ultrasonic exposure with the use of fat-free vegetable lecithins and their alcohol-soluble fractions as emulsifiers. It has been found that the particle size of emulsions formed by fat-free lecithins is significantly higher compared to the emulsions formed by their alcohol-soluble fractions. It has been revealed that emulsions formed by alcohol-soluble fractions of lecithins are more resistant to delamination. It is shown that alcohol-soluble fractions of vegetable lecithins with a PH content from 75.0 to 76.0% have the highest emulsifying properties, which makes it possible to obtain physically stable nanoemulsions with an average particle size of the dispersed phase less than 100 nm. Thus, modified lecithins of vegetable oils, namely, alcohol-soluble fractions of lecithins are highly effective encapsulating agents for creating encapsulated forms of micronutrients in the form of nanoemulsions.

**Keywords:** micronutrients, food, encapsulation system, ultrasound, nanoemulsion, lecithins, emulsifying properties, dispersed phase particles

*For citation:* Lisovaya E.V. [et al.] Investigation of the efficiency of the application of modified vegetable oil lecithins for the creation of encapsulated forms of micronutrients in the form of nanoemulsions. *New technologies*. 2022; 18(2): 73-80. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-2-73-80>

В последнее время возрос интерес к микро- и наноэмульсиям – эффективным системам инкапсуляции микронутриентов [1–3].

В многочисленных исследованиях, проводимых в настоящее время, показана возможность создания пищевых продуктов с применением в качестве систем инкапсуляции наноэмульсий с

инкапсулированными микронутриентами, а также с инкапсулированными технологическими добавками – красителями, консервантами и ферментами [2–5].

Для формирования и обеспечения физической стабильности эмульсий, в том числе микро- и наноэмульсий, необходимо использовать поверхностно-активные вещества (ПАВ) – эмульгаторы [6; 7].

Существует множество видов эмульгаторов, разрешенных к применению в производстве продуктов питания [8; 9].

В настоящее время общей тенденцией в мировой практике производства пищевых продуктов является использование натуральных эмульгаторов [10; 11].

Наибольший интерес представляют натуральные эмульгаторы фосфолипидной природы – лецитины, полученные из растительных масел.

Известно, что поверхностно-активные свойства лецитинов возможно повысить путем их физической и/или ферментативной модификации.

Среди лецитинов лучшие эмульгирующие свойства, которые определяют высокую инкапсулирующую способность, проявляют модифицированные лецитины с высоким содержанием в их составе фосфатидилхолинов [12].

В работе [13] показано, что подсолнечный лецитин с высоким содержанием фосфатидилхолинов проявляет более высокие эмульгирующие свойства в эмульсиях прямого типа («масло в воде»). В работе [14] отмечено, что гидролизованные лецитины, содержащие в основном лизоформы фосфатидилхолинов, также характеризуются высокими эмульгирующими свойствами в эмульсиях прямого типа.

Следует отметить, что фосфолипиды, содержащиеся в лецитинах, помимо проявления эмульгирующих свойств, обладают антиоксидантным эффектом.

В работе [15] показано, что эмульсия прямого типа с инкапсулированным куркумином, в которой в качестве эмульгатора применялся растительный лецитин, в меньшей степени подвержена окислению, по сравнению с эмульсией, содержащей в качестве эмульгатора синтетический Tween 20.

В работах [16; 17] также подтверждается, что эмульсии, стабилизированные растительными лецитинами, в меньшей степени подвержены окислению по сравнению с эмульсиями,

стабилизированными другими синтетическими эмульгаторами, такими как эфиры сахарозы и жирных кислот, моно- и диглицериды жирных кислот, Tween 80.

Таким образом, для создания инкапсулированных форм микронутриентов в виде наноэмульсий в качестве эмульгатора наиболее целесообразным является применение лецитинов, полученных из растительных масел, которые, помимо отсутствия токсичности, а также мутагенного и канцерогенного рисков, являются источником важнейших биорегуляторов – природных фосфолипидов – фосфатидилхолина, фосфатидилинозитола, фосфатидилэтаноламина и других.

Цель работы – исследование эффективности применения модифицированных лецитинов растительных масел для создания инкапсулированных форм микронутриентов в виде наноэмульсий.

В качестве объектов исследований были взяты растительные фосфолипидные продукты – модифицированные лецитины соевые, подсолнечные линолевого и олеинового типов, полученные путем обезжиривания ацетоном, а также их спирторастворимые фракции, полученные по разработанным нами технологическим режимам.

В таблице 1 приведены сравнительные данные по содержанию в исследуемых модифицированных лецитинах фосфатидилхолинов (ФХ), фосфатидилэтаноламинов (ФЭА) и соотношению ФХ к ФЭА, которое характеризует эффективность проявления эмульгирующих свойств.

Эмульсии прямого типа получали методом ультразвукового воздействия с помощью ультразвукового аппарата «Волна» (ООО «Центр ультразвуковых технологий», Россия) при мощности воздействия 400 Вт в течение 20 минут при температуре  $36 \pm 1^\circ\text{C}$ .

В качестве масляной фазы использовали рафинированное дезодорированное подсолнечное масло олеинового типа, а в качестве водной – бидистиллированную

Таблица 1

Содержание ФХ, ФЭА и соотношение ФХ/ФЭА в исследуемых модифицированных лецитинах

Table 1

The content of PC, PEA and the ratio of PC/PEA in the studied modified lecithins

Наименование модифицированного лецитина	Содержание ФХ, % от суммы фосфолипидов	Содержание ФЭА, % от суммы фосфолипидов	Отношение ФХ/ФЭА
<i>Соевый лецитин</i>			
Обезжиренный лецитин	36,0	23,0	1,6:1
Спирторастворимая фракция лецитина	75,0	9,0	8,3:1
<i>Подсолнечный лецитин линолевого типа</i>			
Обезжиренный лецитин	38,0	24,0	1,6:1
Спирторастворимая фракция лецитина	76,0	9,0	8,4:1
<i>Подсолнечный лецитин олеинового типа</i>			
Обезжиренный лецитин	38,0	22,0	1,7:1
Спирторастворимая фракция лецитина	76,0	8,0	9,5:1

воду. Соотношение «эмульгатор : масляная фаза», равное 1:1 по массе, было определено на основании проведения предварительных экспериментов.

Расчет содержания водной фазы – бидистиллированной воды для получения эмульсии осуществляли по формуле:

$$M_в = 100 - (M_м + M_э),$$

где  $M_в$  – содержание водной фазы в системе инкапсуляции, %;

$M_м$  – содержание масляной фазы в системе инкапсуляции, %;

$M_э$  – содержание эмульгатора в системе инкапсуляции, %.

Определение морфологических характеристик полученных эмульсий проводили с помощью оптического микроскопирования на поляризационном оптическом микроскопе AxioImager Z2 (CarlZeiss) в проходящем свете с цифровой фотокамерой AxioCamMRc5.

Диаметр частиц дисперсной фазы эмульсий определяли методом динамического светорассеивания с помощью лазерного анализатора частиц ZetasizerNanoZs

(Malvern, Великобритания) с диапазоном измерения от 0,6 нм до 10 мкм.

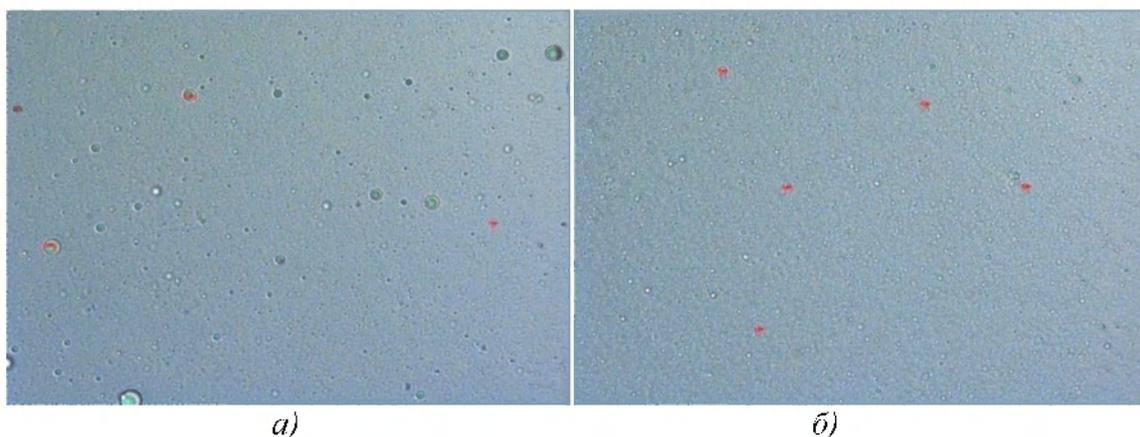
Физическую стабильность – стойкость эмульсии к расслоению – оценивали в статике с выдержкой при температуре 60°C в течение 72 часов и определением процента выделившейся масляной фазы через каждые 12 часов.

Учитывая, что наноэмульсии представляют собой термодинамически нестабильные системы, в которых могут протекать следующие процессы: седиментация, коагуляция и коалесценция.

Для большинства наноэмульсий прямого типа характерным также является процесс оствальдова созревания, заключающийся в укрупнении частиц дисперсной фазы.

На протекание указанных процессов оказывают влияние многие факторы, а именно, тип эмульгатора, способ получения эмульсии, соотношение масляной и водной фаз, а также количество эмульгатора.

Исследования эмульгирующих свойств лецитинов проводили в одинаковых условиях с целью минимизации



**Рис. 1.** Микрофотографии свежеприготовленных эмульсий с применением в качестве эмульгаторов спирторастворимой фракции подсолнечного лецитина олеинового типа (а) и обезжиренного подсолнечного лецитина олеинового типа (б). Увеличение 400х

**Fig. 1.** Micrographs of freshly prepared emulsions using alcohol-soluble fraction of oleic type sunflower lecithin (a) and defatted oleic type sunflower lecithin (b) as emulsifiers. Magnification 400x

влияния других факторов, помимо типа эмульгатора, на стойкость образуемых эмульсий.

На рисунке, в качестве примера, приведены микрофотографии эмульсий с применением в качестве эмульгаторов спирторастворимой фракции подсолнечного лецитина олеинового типа с содержанием ФХ 76,0% (а) и обезжиренного подсолнечного лецитина олеинового типа с содержанием ФХ 38,0% (б).

Из приведенных данных видно, что в эмульсии, образованной обезжиренным подсолнечным лецитином олеинового типа (рис. 1б), размер частиц значительно больше, по сравнению с эмульсией, образованной спирторастворимой фракцией указанного лецитина (рис. 1а).

Аналогичные результаты получены при исследовании эмульсий, образованных обезжиренными соевыми и подсолнечными лецитинами линолевого типа и их спирторастворимыми фракциями.

Следует отметить, что содержание частиц с наибольшим размером характерно для эмульсий, образованных обезжиренными лецитинами, а наименьшее – для эмульсий, образованных

спирторастворимыми фракциями лецитинов, независимо от их вида.

Необходимо отметить, что в результате хранения эмульсий, полученных с применением обезжиренных лецитинов, в течение 72 часов наблюдается агрегирование частиц дисперсной фазы, что связано с протеканием процессов коалесценции и коагуляции.

В таблице 2 приведены данные, характеризующие стойкость исследуемых эмульсий к расслоению в течение 72 часов хранения.

Показано, что наиболее стойкими к расслоению являются эмульсии, образованные спирторастворимыми фракциями лецитинов, что обусловлено высоким содержанием ФХ и соотношением ФХ к ФЭА в их составе.

Кроме того, установлено, что наименьший средний диаметр частиц дисперсной фазы характерен для эмульсии, полученной с применением спирторастворимой фракции подсолнечного лецитина олеинового типа и составляет  $90,0 \pm 5$  нм, по сравнению с эмульсией, полученной с применением спирторастворимой фракции подсолнечного лецитина линолевого типа ( $95,0 \pm 5$  нм) и эмульсией, полученной с применением

Стойкость исследуемых эмульсий к расслоению

Table 2

Resistance of the studied emulsions to demulsification

Наименование модифицированного лецитина, используемого в качестве эмульгатора	Процент выделившейся дисперсной фазы при хранении в течение					
	12 ч.	24 ч.	36 ч.	48 ч.	60 ч.	72 ч.
<i>Соевый лецитин</i>						
Обезжиренный лецитин	0	0	0	2,0	3,5	4,0
Спирторастворимая фракция лецитина	0	0	0	0	0	0
<i>Подсолнечный лецитин линолевого типа</i>						
Обезжиренный лецитин	0	0	0	2,0	3,2	4,5
Спирторастворимая фракция лецитина	0	0	0	0	0	0
<i>Подсолнечный лецитин олеинового типа</i>						
Обезжиренный лецитин	0	0	0	1,8	3,0	4,0
Спирторастворимая фракция лецитина	0	0	0	0	0	0

спирторастворимой фракции соевого лецитина ( $98,0 \pm 6$  нм).

В результате проведенных исследований выявлено, что наиболее высокие эмульгирующие свойства проявляют спирторастворимые фракции растительных лецитинов с содержанием ФХ от 75,0 до 76,0%, что позволяет получать физически стабильные наноэмульсии со

средним размером частиц дисперсной фазы менее 100 нм.

Таким образом, модифицированные лецитины растительных масел, а именно спирторастворимые фракции лецитинов, являются высокоэффективными инкапсулирующими агентами для создания инкапсулированных форм микронутриентов в виде наноэмульсий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Jeyakumari A., Zynudheen A.A., Parvathy U. Microencapsulation of bioactive food ingredients and controlled release – a review. *MOJ Food process Technol.* 2016; 2(6), 1–59.
2. Joye I.J., Davidov-Pardo G., McClements D.J. Nanotechnology for increased micronutrient bioavailability. *Trends Food Sci Technol.* 2014; 40(2): 168–182.
3. Öztürk B. Nanoemulsions for food fortification with lipophilic vitamins: Production challenges, stability, and bioavailability. *Eur J Lipid Sci Technol.* 2017; 119(7): 150–539.
4. Choi S.J., McClements D.J. Nanoemulsions as delivery systems for lipophilic nutraceuticals: strategies for improving their formulation, stability, functionality and bioavailability. *Food Sci. Biotechnol.* 2020; 29:149–168.
5. Salvia-Trujillo L. [et al.] Edible Nanoemulsions as Carriers of Active Ingredients: A Review. *Annu Rev Food Sci Technol.* 2017; 8:439–466.
6. Malkin A.Ya., Kulichikhin V.G. Structure and rheology of highly concentrated emulsions: a modern look. *Russ. Chem. Rev.* 2015; 84(8):803–825.
7. McClements D.J. Nanoemulsions versus Microemulsions: Terminology, Differences, and Similarities. *Soft Matter.* 2012; 8(6): 1719–1729.

8. Marhamati M., Ranjbar G., Rezaie M. Effects of emulsifiers on the physicochemical stability of Oil-in-water Nanoemulsions: A critical review. *J Mol Liq.* 2021; 340: 117–218.
9. Bai L. [et al.] Recent innovations in emulsion science and technology for food applications. *J. Agric. Food Chem.* 2021; 69(32):8944–8963.
10. McClements D.J., Bai L., Chung C. Recent Advances in the Utilization of Natural Emulsifiers to Form and Stabilize Emulsions. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 2017; 8: 205–236.
11. McClements D.J., Gumus C.E. Natural emulsifiers – Biosurfactants, phospholipids, biopolymers, and colloidal particles: Molecular and physicochemical basis of functional performance. *Adv. Colloid. Interface Sci.* 2016; 234: 3–26.
12. Li J. [et al.] Review on phospholipids and their main applications in drug delivery systems. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences.* 2015; 10(2): 81–98.
13. Komaiko J., Sastrosubroto A., McClements D.J. Formation of Oil-in-Water Emulsions from Natural Emulsifiers Using Spontaneous Emulsification: Sunflower Phospholipids. *J. Agric. Food Chem.* 2015; 63: 10078–10088.
14. Cabezas D.M., Diehl B.W.K., Tomás M.C. Emulsifying properties of different modified sunflower lecithins. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2016; 118(7): 975–983.
15. Pan Y., Tikekar R.V. Effect of antioxidant properties of lecithin emulsifier on oxidative stability of encapsulated bioactive compounds. *N Nitin, Int. J. Pharm.* 2013; 450(1–2): 129–137.
16. Haahr A.M., Jacobsen C. Emulsifier type, metal chelation and pH affect oxidative stability of n-3-enriched emulsions. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2008; 110(10): 949–961.
17. Fomuso L.B., Corredig M., Akoh C.C. Effect of Emulsifier on Oxidation Properties of Fish Oil-Based Structured Lipid Emulsions. *J. Agric. Food Chem.* 2002; 50(10): 2957–2961.

#### REFERENCES:

1. Jeyakumari A., Zynudheen A.A., Parvathy U. Microencapsulation of bioactive food ingredients and controlled release – a review. *MOJ Food process Technol.* 2016; 2(6), 1–59.
2. Joye I.J., Davidov-Pardo G., McClements D.J. Nanotechnology for increased micronutrient bioavailability. *Trends Food Sci Technol.* 2014; 40(2): 168–182.
3. Oztürk B. Nanoemulsions for food fortification with lipophilic vitamins: Production challenges, stability, and bioavailability. *Eur J Lipid Sci Technol.* 2017; 119(7): 150–539.
4. Choi S.J., McClements D.J. Nanoemulsions as delivery systems for lipophilic nutraceuticals: strategies for improving their formulation, stability, functionality and bioavailability. *Food Sci. Biotechnol.* 2020; 29: 149–168.
5. Salvia-Trujillo L. [et al.] Edible Nanoemulsions as Carriers of Active Ingredients: A Review. *Annu Rev Food Sci Technol.* 2017; 8:439–466.
6. Malkin A.Ya., Kulichikhin V.G. Structure and rheology of highly concentrated emulsions: a modern look. *Russ. Chem. Rev.* 2015; 84(8):803–825.
7. McClements D.J. Nanoemulsions versus Microemulsions: Terminology, Differences, and Similarities. *Soft Matter.* 2012; 8(6): 1719–1729.
8. Marhamati M., Ranjbar G., Rezaie M. Effects of emulsifiers on the physicochemical stability of Oil-in-water Nanoemulsions: A critical review. *J Mol Liq.* 2021; 340: 117–218.
9. Bai L. [et al.] Recent innovations in emulsion science and technology for food applications. *J. Agric. Food Chem.* 2021; 69(32):8944–8963.
10. McClements D.J., Bai L., Chung C. Recent Advances in the Utilization of Natural Emulsifiers to Form and Stabilize Emulsions. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 2017; 8: 205–236.
11. McClements D.J., Gumus C.E. Natural emulsifiers – Biosurfactants, phospholipids, biopolymers, and colloidal particles: Molecular and physicochemical basis of functional performance. *Adv. Colloid. Interface Sci.* 2016; 234: 3–26.

12. Li J. [et al.] Review on phospholipids and their main applications in drug delivery systems. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2015; 10(2): 81–98.
13. Komaiko J., Sastrosubroto A., McClements D.J. Formation of Oil-in-Water Emulsions from Natural Emulsifiers Using Spontaneous Emulsification: Sunflower Phospholipids. *J. Agric. Food Chem.* 2015; 63: 10078–10088.
14. Cabezas D.M., Diehl B.W.K., Tomás M.C. Emulsifying properties of different modified sunflower lecithins. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2016; 118(7): 975–983.
15. Pan Y., Tikekar R.V. Effect of antioxidant properties of lecithin emulsifier on oxidative stability of encapsulated bioactive compounds. *N Nitin, Int. J. Pharm.* 2013; 450(1–2): 129–137.
16. Haahr A.M., Jacobsen C. Emulsifier type, metal chelation and pH affect oxidative stability of n-3-enriched emulsions. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2008; 110(10): 949–961.
17. Fomuso L.B., Corredig M., Akoh C.C. Effect of Emulsifier on Oxidation Properties of Fish Oil-Based Structured Lipid Emulsions. *J. Agric. Food Chem.* 2002; 50(10): 2957–2961.

**Информация об авторах / Information about the authors**

**Екатерина Валериевна Лисовая**, старший научный сотрудник отдела пищевых технологий, контроля качества и стандартизации КНИИХП – филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ, кандидат технических наук

тел.: 8(961)504 21 27

**Елена Павловна Викторова**, главный научный сотрудник отдела пищевых технологий, контроля качества и стандартизации КНИИХП – филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ, доктор технических наук, профессор

тел.: 8(861)252 06 40

**Анастасия Валериевна Свердличенко**, старший научный сотрудник отдела пищевых технологий, контроля качества и стандартизации КНИИХП – филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ, кандидат технических наук

тел.: 8(960)475 51 70

**Мариет Руслановна Жане**, младший научный сотрудник отдела пищевых технологий, контроля качества и стандартизации КНИИХП – филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ

тел.: 8(928)411 15 77

**Ekaterina V. Lisovaya**, a senior researcher of the Department of Food Technologies, Quality Control and Standardization of KNIKHP – a branch of FSBSI SCFNTSVV, Candidate of Technical Sciences

tel.: 8(961)504 21 27

**Elena P. Viktorova**, a chief researcher of the Department of Food Technologies, Quality Control and Standardization of KNIKHP – a branch of FSBSI SCFNTSVV, Doctor of Technical Sciences, a professor

tel.: 8(861)252 06 40

**Anastasia V. Sverdlichenko**, a senior researcher of the Department of Food Technologies, Quality Control and Standardization of KNIKHP – a branch of FSBSI SCFNTSVV, Candidate of Technical Sciences

tel.: 8(960)475 51 70

**Mariet R. Zhane**, a junior researcher of the Department of Food Technologies, Quality Control and Standardization of KNIKHP – a branch of FSBSI SCFNTSVV

tel.: 8(928)411 15 77