

Актуальные проблемы развития пищевых и биотехнологий

Topical issues of development of food and biological technologies

Обзорная статья
УДК 665.372
DOI: 10.14529/food230101

ФОСФОЛИПИДЫ ЖИДКИХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЛЕЦИТИНОВ И СПОСОБЫ ИХ МОДИФИКАЦИИ

Е.В. Лисовая, e.kabalina@mail.ru
Е.П. Викторова, kornena@bk.ru
Т.А. Шахрай, sakrai@yandex.ru
Н.Н. Корнен, kornen@inbox.ru

Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия

Аннотация. Представлен обзор данных, опубликованных отечественными и зарубежными учеными в области исследований физиологической роли и технологических свойств фосфолипидов, содержащихся в жидких растительных лецитинах, а также данных, характеризующих известные способы модификации жидких лецитинов. Анализ литературных данных убедительно показал необходимость поступления в организм человека фосфолипидов, которые являются физиологически ценными веществами, обеспечивающими нормальное функционирование всех органов человека. Эффективным способом рекомендуемого поступления в организм человека фосфолипидов (5–7 г в сутки) является употребление продуктов питания, обогащенных пищевыми добавками фосфолипидной природы. К таким пищевым добавкам фосфолипидной природы бесспорно относятся модифицированные лецитины, при этом сырьем для их производства являются жидкие лецитины, вырабатываемые из нерафинированных растительных масел путем гидратации содержащихся в маслах фосфолипидов. Для получения модифицированных лецитинов применяют физические и ферментативные способы модификации жидких лецитинов, позволяющие получать целевой продукт с заданным составом фосфолипидов, а следовательно, и с заданными технологическими свойствами и биоактивным потенциалом. Известные способы модификации жидких лецитинов характеризуются следующими недостатками, во-первых, высокой энерго- и ресурсозатратностью, во-вторых, сложностью технологического процесса, а, в-третьих, высокими потерями целевого компонента – фосфолипидов (до 3,0–3,5 %). Учитывая высокую востребованность модифицированных лецитинов в технологиях продуктов питания, которые в настоящее время на российском рынке представлены только импортными производителями (Германия, Китай, Аргентина), актуальным является производство отечественных модифицированных лецитинов. В связи с этим разработка инновационных технологий производства модифицированных лецитинов является стратегически важной задачей для обеспечения продовольственной независимости страны.

Ключевые слова: фосфолипиды, жидкие растительные лецитины, физиологическая роль, технологические свойства, способы модификации, модифицированные лецитины, импортозамещение

Для цитирования: Фосфолипиды жидких растительных лецитинов и способы их модификации / Е.В. Лисовая, Е.П. Викторова, Т.А. Шахрай, Н.Н. Корнен // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2023. Т. 11, № 1. С. 5–18. DOI: 10.14529/food230101

© Лисовая Е.В., Викторова Е.П., Шахрай Т.А., Корнен Н.Н., 2023

PHOSPHOLIPIDS OF LIQUID VEGETABLE LECITHINS AND METHODS OF THEIR MODIFICATION

E.V. Lisovaya, *e.kabalina@mail.ru*

E.P. Viktorova, *kornena@bk.ru*

T.A. Shakhrai, *sakrai@yandex.ru*

N.N. Kornen, *kornen@inbox.ru*

*Krasnodar Research Institute of Storage and processing of agricultural products –
branch of the North-Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture,
Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia*

Abstract. A review of data published by domestic and foreign scientists in the field of research on the physiological role and technological properties of phospholipids contained in liquid vegetable lecithins, as well as data characterizing known methods for modifying liquid lecithins, is presented. An analysis of the literature data convincingly showed the need for phospholipids to enter the human body, which are physiologically valuable substances that ensure the normal functioning of all human organs. An effective way of the recommended intake of phospholipids (5–7 g per day) into the human body is the use of food enriched with food additives of a phospholipid nature. Such food additives of phospholipid nature undoubtedly include modified lecithins, while the raw materials for their production are liquid lecithins produced from unrefined vegetable oils by hydration of the phospholipids contained in the oils. To obtain modified lecithins, physical and enzymatic methods of modifying liquid lecithins are used, which make it possible to obtain the target product with a given composition of phospholipids, and, consequently, with given technological properties and bioactive potential. Known methods for modifying liquid lecithins are characterized by the following disadvantages, firstly, high energy and resource consumption, secondly, the complexity of the technological process, and, thirdly, high losses of the target component – phospholipids (up to 3.0–3.5 %). Given the high demand for modified lecithins in food technologies, which are currently represented on the Russian market only by imported manufacturers (Germany, China, Argentina), the production of domestic modified lecithins is relevant. In this regard, the development of innovative technologies for the production of modified lecithins is a strategically important task for ensuring the food independence of the country.

Keywords: phospholipids, liquid vegetable lecithins, physiological role, technological properties, modification methods, modified lecithins, import substitution

For citation: Lisovaya E.V., Viktorova E.P., Shakhrai T.A. Kornen, N.N. Phospholipids of liquid vegetable lecithins and methods of their modification. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2023, vol. 11, no. 1, pp. 5–18. (In Russ.) DOI: 10.14529/food230101

Введение

В настоящее время в технологиях продуктов питания, в том числе функциональных и специализированных, особое внимание уделяется применению пищевых добавок фосфолипидной природы, характеризующихся не только технологическими свойствами, но и биоактивным потенциалом [1]. К таким пищевым добавкам можно бесспорно отнести лецитины и, прежде всего, модифицированные лецитины.

Известно, что, благодаря применению различных методов модификации жидких растительных лецитинов, появляется возмож-

ность получить лецитины с заданным составом и содержанием фосфолипидов, обладающие конкретными технологическими свойствами и биоактивным потенциалом [2].

Основным сырьём для производства модифицированных лецитинов являются жидкие растительные лецитины, вырабатываемые путем гидратации фосфолипидов из нерафинированных растительных масел.

Следует отметить, что в настоящее время отечественные масложировые предприятия вырабатывают до 8–10 тыс. тонн в год жидких растительных лецитинов [3].

Однако, несмотря на промышленные объемы отечественного сырья, а именно жидких растительных лецитинов, на российском рынке модифицированные лецитины представлены только зарубежными производителями (Германия, Китай, Аргентина), а модифицированные лецитины отечественных производителей отсутствуют [3], что связано с отсутствием эффективных технологических и технических решений их получения, обеспечивающих снижение материальных затрат, сокращение потерь целевого продукта при одновременном повышении его качества и безопасности.

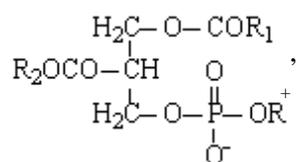
Целью настоящего исследования является обзор данных, опубликованных отечественными и зарубежными учеными в области исследований физиологической роли и технологических свойств фосфолипидов, содержащихся в жидких лецитинах, а также обзор данных, характеризующих известные способы модификации жидких лецитинов, для обоснования необходимости разработки инновационных технологий получения модифицированных лецитинов.

Общая характеристика и физиологическая роль фосфолипидов

Фосфолипиды относятся к классу полярных липидов и являются основными структурными компонентами мембран клеток животных, растений и микроорганизмов, они определяют проницаемость мембран клеток для ионов, неэлектролитов и воды, тем самым регулируя водный баланс и обмен веществ [4].

Природные фосфолипиды разделяют на две группы: глицерофосфолипиды и сфингозинфосфолипиды, при этом сфингозинфосфолипиды находятся только в составе фосфолипидов животного происхождения [5].

Глицерофосфолипиды представляют собой производные 1,2-диацил- sn-глицеро-3-фосфата и имеют общую структурную формулу [5]:



где R_1 и R_2 – углеводородные остатки насыщенных или ненасыщенных жирных кислот; R^+ – аминспирт (холин, этаноламин), аминокислота (серин), полиол (инозитол).

Углеводородные остатки жирных кислот образуют неполярную (незаряженную) часть молекулы фосфолипида, тогда как фосфорная кислота, этерифицированная аминспиртом (аминокислотой) или многоатомным спиртом (инозитолом), образует полярную (заряженную) часть молекулы фосфолипида.

Таким образом, фосфолипиды обладают бифильностью, т. е. сродством к полярной и неполярной фазе, что и обуславливает их свойства.

В растительных источниках наиболее высокое содержание фосфолипидов в масличных семенах, орехах и зерне.

В масличных семенах они локализованы преимущественно в нежировой фазе в свободном и связанном состоянии, а также в виде комплексов с белками и другими веществами [5].

В табл. 1 приведены основные индивидуальные группы фосфолипидов растительного происхождения [5].

Каждый из представленных в таблице фосфолипидов проявляет специфические функциональные свойства и физиологическую активность [6–11].

Так, ФХ составляет около 50 % липидов мембраны, входит в состав липопротеидов крови, является источником для организма ацетилхолина, вырабатывающего миелиновую защитную оболочку, окружающую нервы и клетки мозга, а также входит в состав сурфактанта легких (доля ФХ 80 % от состава) и в состав желчи. ФХ улучшает кратковременную память, способствует самообновлению нейросферы, снижает риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний за счет нормализации соотношения между холестерином высокой и низкой плотности [6].

ФЭА, полярная часть которого содержит спирт этаноламин, составляет около 30 % липидов мембраны, содержится во всех тканях и клетках организма человека, в составе липопротеидов крови, метаболически тесно связан с ФХ и может служить предшественником его синтеза [6].

ФС, благодаря содержанию в полярной части остатка аминокислоты – серина, содержащего кислотную группу COOH , проявляет ярко-выраженные кислотные свойства, по сравнению с другими индивидуальными группами фосфолипидов [7]. ФС также входит в структуру клеточных мембран, играет важную роль в межклеточном сообщении и

Таблица 1

Радикал (R)	Наименование фосфолипида	Сокращенное обозначение
$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{OH})(\text{CH}_3)_3$	Фосфатидилхолин	ФХ
$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	Фосфатидилэтаноламин	ФЭА
$-\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$	Фосфатидилсерин	ФС
$-\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_6$	Фосфатидилинозитол	ФИ
$-\text{H}$	Фосфатидная кислота	ФК

передаче в клетку биохимических сигналов, стимулирует синтез ацетилхолина, активизирует холинергические процессы в головном мозге, улучшает клеточную коммуникацию и метаболизм, а также является предшественником ФЭА [8]. Результатами клинических испытаний установлено, что ФС способен задерживать возрастную деградацию умственных способностей, способствует обострению памяти и улучшению мышления, а также препятствует неврологическим повреждениям клеток тканей, обусловленных стрессом [8, 9].

ФИ присутствует в нервных клетках, обеспечивая их стабильное функционирование и рост, а также стабильную работу жизненно важных органов [10].

ФК участвует в передаче клеточных сигналов и является предшественником лизоФК, проявляющей ряд регуляторных функций [11].

Таким образом, фосфолипиды являются физиологически ценными веществами, необходимыми для нормального функционирования всех органов человека.

Учитывая это, установлена норма суточной потребности взрослого человека в фосфолипидах: 5–7 г [12].

Жидкие растительные лецитины представляют собой многокомпонентную систему, состоящую в основном из фосфолипидов, триацилглицеринов и, в незначительном количестве, других структурных компонентов клеточных мембран масличных семян (свободные жирные кислоты, гликолипиды и др.) [13, 14].

Состав и содержание фосфолипидов в жидких растительных лецитинах обусловлены видом растительного масла, из которого они получены.

Основным сырьем для производства жидких лецитинов в мире является соя. Это связано, во-первых, с большими площадями вы-

ращивания сои и объемами производства соевого масла, а, во-вторых, с высоким содержанием в нерафинированном соевом масле фосфолипидов (до 3,0 %) по сравнению с другими растительными маслами [15–17].

Также в промышленных объемах вырабатываются жидкие лецитины из подсолнечных и рапсовых масел [18, 19].

Следует отметить, что Россия, Украина и Аргентина являются основными мировыми производителями семян подсолнечника и масла из него, а, следовательно, и жидких лецитинов. Сырьем для производства жидкого подсолнечного лецитина, как правило, является масло, полученное при переработке семян подсолнечника современной селекции с преобладанием линолевой кислоты до 77,0 %.

Однако в настоящее время в России увеличились посевные площади высокоолеиновых сортов и гибридов подсолнечника и объемы производства масла из него с преобладанием олеиновой кислоты до 92 %, при этом объемы производства жидкого подсолнечного лецитина олеинового типа незначительны [14].

Следует отметить, что жидкие подсолнечные лецитины, в отличие от импортных жидких соевых лецитинов, не содержат ГМО, что имеет важное значение для обеспечения экологической безопасности продуктов питания, полученных с их применением [20].

Технологические свойства жидких лецитинов

Известно, что фосфолипиды, содержащиеся в лецитинах, обуславливают такие важные технологические свойства лецитинов, как эмульгирующая и солюбилизующая способности, смачивание, пенообразующая способность и др. [21, 22].

Следует отметить, что фосфолипиды благодаря бифильному строению молекул и их структурным особенностям проявляют по-

верхностно-активные свойства, что имеет важное технологическое значение в производстве продуктов питания.

Как правило, природные растительные фосфолипиды получают путем их гидратации из нерафинированных растительных масел водой. Полученные в результате гидратации фосфолипиды сушат под вакуумом и получают жидкие лецитины – пищевые добавки, широко применяемые в технологиях продуктов питания для совершенствования технологических процессов и повышения качества продуктов питания [13].

В табл. 2 приведены технологические свойства фосфолипидов и направления их применения в технологиях продуктов питания.

Следует отметить, что применение жидких лецитинов, полученных из растительных масел, в технологиях продуктов питания в качестве эмульгаторов является более предпочтительным по сравнению с синтетическими аналогами, что обусловлено отсутствием токсичности, а также отсутствием мутагенного и канцерогенного рисков [22].

Известно, что склонность к формированию ассоциатов мицеллярного типа, равно как и другие проявления поверхностно-активных свойств, зависит от химического строения молекул эмульгатора (поверхностно-активного вещества (ПАВ)) и, прежде всего, от соотношения размеров полярной и неполярной частей молекулы, которое выражается в показателе гидрофильно-липофильного баланса (ГЛБ), при этом, чем выше гидрофильные свойства, тем выше значение ГЛБ и тем ярче проявляется способность молекул ПАВ к об-

разованию классических мицелл и стабилизации прямых эмульсий [23].

Однако показатель ГЛБ рассчитывается для системы вода/масло, в то время как состав реальных пищевых систем более сложный. Тем не менее, величина ГЛБ эмульгатора может использоваться для выявления области его возможного применения [23].

Так, ПАВ с показателем ГЛБ от 8 до 18 (гидрофильные) лучше растворимы в воде, чем в масле, и стабилизируют прямые эмульсии («масло в воде»), а ПАВ с числом ГЛБ от 3 до 6 (липофильные) стабилизируют обратные эмульсии («вода в масле») [24].

Жидкие лецитины, имеющие показатель ГЛБ, равный 3–4, характеризуются слабыми эмульгирующими свойствами, что ограничивает область их применения в технологиях продуктов питания. Жидкие лецитины применяются, в основном, для стабилизации обратных эмульсий «вода в масле» (например, маргарин), а также для регулирования реологических свойств шоколадных масс в производстве шоколада [23].

Характеристика известных способов модификации жидких лецитинов

В мировой практике для целенаправленного регулирования биологически активного потенциала и технологических свойств жидких лецитинов их подвергают модификации или трансформации для получения пищевых добавок с заданными составом и свойствами.

Так, известно, что из всех групп фосфолипидов наивысшей поверхностной активностью обладает ФХ, в меньшей степени – ФЭА, ФС, ФИ и ФК [25].

Таблица 2

Технологические свойства фосфолипидов	Направления применения фосфолипидов в технологиях продуктов питания
Эмульгатор, стабилизатор	Технологии сухого молока, детского питания, майонезов, майонезных соусов, маргаринов, спредов, кетчупов и мясных фаршевых изделий
Улучшитель	Технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий
Антиразбрызгиватель	Технологии маргаринов и спредов
Пластификатор	Технологии сыров, карамельных масс, леденцов и ириса
Разжижитель	Технологии шоколада, вафель и кремовых начинок
Солубилизатор	Технологии красителей и вкусовых добавок
Пеногаситель	Технологии дрожжей и спирта
Антиоксидант	Технологии майонезов, майонезных соусов и кетчупов

В работах [2, 26] показано, что благодаря модификации жидкого лецитина возможно получение лецитинов, обогащенных фосфатидилхолинами, с высокой эмульгирующей способностью.

Кроме того, в работах [27–29] отмечено, что на повышение способности лецитинов стабилизировать эмульсии прямого типа («масло в воде»), в том числе и наноэмульсий, влияет соотношение в их составе фосфатидилхолинов и фосфатидилэтаноламинов, при этом, чем оно выше, тем более выражены гидрофильные свойства лецитинов и тем выше стабильность получаемых эмульсий.

Следует отметить, что фосфолипиды, содержащиеся в жидких лецитинах, помимо проявления эмульгирующих свойств, обладают антиоксидантной активностью.

В работе [30] показано, что инкапсулированный бета-каротин в эмульсии прямого типа, в которой в качестве эмульгатора применялся жидкий соевый лецитин, в меньшей степени подвержен окислению, по сравнению с эмульсией, содержащей в качестве эмульгатора синтетический Tween 20.

В работах [31, 32] также подтверждается, что эмульсии, стабилизированные 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.

Следует отметить, что в России промышленный выпуск модифицированных лецити-

нов, полученных из отечественного экологически безопасного растительного сырья, отсутствует, в связи с чем в технологиях продуктов питания используются исключительно импортные модифицированные лецитины.

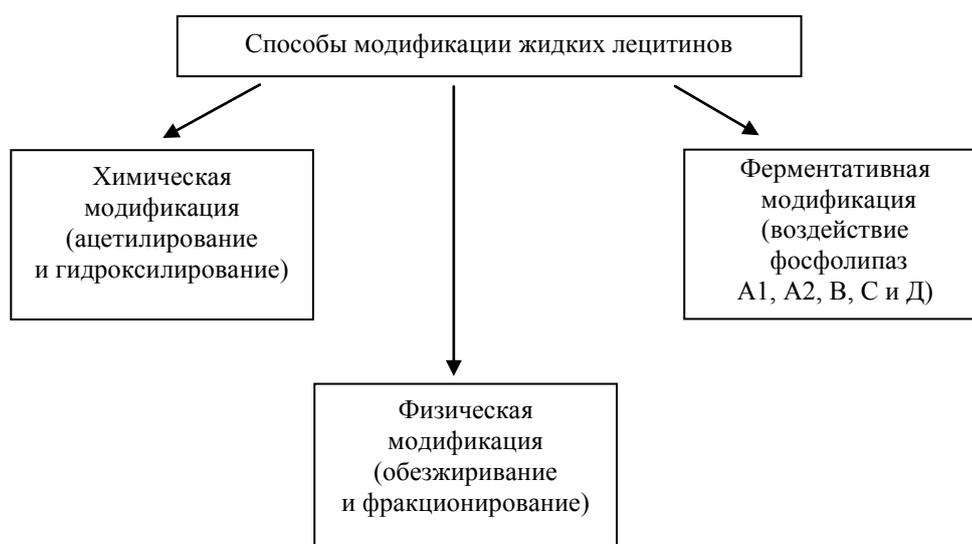
Модификация жидких лецитинов может осуществляться физическими, химическими и ферментативными способами [33] (см. рисунок).

Следует отметить, что лецитины, подвергшиеся химической модификации (ацетилирование и гидроксिलирование), в пищевой промышленности не используются и применяются, в основном, в лакокрасочной промышленности [2].

Ферментативная модификация подразумевает воздействие фосфолипаз А1, А2, В, С и Д на молекулы фосфолипидов [34]. Катализируемые ферментами реакции, такие как гидролиз и этерификация, позволяют получать с учетом высокой селективности различные по составу фосфолипидов лецитины [35].

Наибольшим преимуществом использования ферментативного способа модификации является возможность регулирования состава модифицированных лецитинов в зависимости от природы используемой фосфолипазы.

Физические методы модификации заключаются в проведении обезжиривания жидких лецитинов с получением фосфолипидных комплексов и их фракционировании, основанном на различной растворимости отдельных групп фосфолипидов в органических растворителях.



Способы модификации жидких лецитинов

В результате обезжиривания жидкого лецитина путем экстракции нейтральных липидов с применением селективного растворителя получают пищевую добавку – обезжиренный лецитин с высоким содержанием собственно фосфолипидов до 98 % [13].

Следует отметить, что обезжиренные лецитины за счет удаления нейтральных липидов, некоторого количества гликолипидов, красящих и ароматических веществ, характеризуются значительным повышением эмульгирующей способности и диспергируемости в воде, а также более нейтральным вкусом, по сравнению с жидким лецитином [36].

Кроме того, преимуществом использования обезжиренных лецитинов в различных отраслях пищевой промышленности, помимо высокой технологической функциональности, является удобство и точность их дозирования [13].

Так, в работе [37] приведено сравнительное исследование влияния обезжиренного соевого лецитина на реологические свойства и процесс кристаллизации какао-масла в производстве шоколада, по сравнению с жидким соевым лецитином. Показана более высокая эффективность применения обезжиренного лецитина в низких дозировках в качестве агента кристаллизации, а также для улучшения реологических свойств шоколадных масс, по сравнению с жидким лецитином, что позволяет значительно снизить затраты на производство шоколада.

Большинство существующих способов обезжиривания жидких лецитинов основаны на экстракции из жидкого лецитина нейтральных липидов селективным растворителем [2].

В качестве растворителя для проведения процесса обезжиривания жидких лецитинов используют ацетон [2].

Применение в качестве растворителя ацетона для проведения процесса обезжиривания жидкого лецитина основано на том, что практически все фосфолипиды не растворяются в ацетоне, в отличие от других органических растворителей, а нейтральные липиды растворяются полностью.

Как правило, в известных способах [38–40] процесс обезжиривания фосфолипидных продуктов (жидких лецитинов и фосфатидных концентратов) с применением в качестве растворителя ацетона осуществляют при темпе-

ратуре 50–55 °С, а в некоторых способах – при температуре до 75 °С [41–43].

Однако повышение температуры жидкого лецитина приводит к нежелательным потерям фосфолипидов (до 3,0–3,5 %) в связи с тем, что молекулы фосфолипидов высвобождаются из мицелл низких порядков и переходят в жидкую фазу, содержащую ацетон и нейтральные липиды.

Кроме того, указанные способы предусматривают использование больших объемов растворителя (примерно 30-кратный расход ацетона на единицу массы жидкого лецитина), что приводит к увеличению энергозатрат на его регенерацию.

Следует отметить, что в результате снижения расхода ацетона достаточно сложно получить высокий выход целевого продукта, т. е. обезжиренного лецитина.

В работе [44] в качестве экстрагента для обезжиривания фосфатидного концентрата применяют изопропиловый спирт. Обезжиривание проводят при температуре 70–80 °С, то есть при температурах, близких к температуре кипения растворителя. Процесс осуществляется в две стадии при соотношении (по массе) фосфатидный концентрат – изопропиловый спирт, равном 1:2 на первой стадии и 1:1 – на второй.

Основным недостатком проведения процесса обезжиривания фосфатидного концентрата изопропиловым спиртом является высокая температура процесса, которая способствует протеканию окислительных процессов в обезжиренном лецитине.

В работе [2] показано, что для удаления излишней влаги и наиболее полного разделения нейтральных липидов и полярных липидов, в том числе фосфолипидов, с применением в качестве растворителя гексана, растительный лецитин пропускают через хроматографическую колонку с диоксидом кремния. Следует отметить, что указанный способ нецелесообразно применять для получения обезжиренного лецитина в промышленных масштабах, так как он является достаточно трудоемким и требует больших затрат на регенерацию адсорбента.

В работе [45] показано, что проведение процесса обезжиривания жидкого лецитина возможно с помощью сверхкритической экстракции с применением диоксида углерода при давлении 35–45 бар и температуре 79–

93 °С. Основным ограничением промышленного применения указанного способа является необходимость использования дорогостоящего оборудования.

Таким образом, анализ отечественной и зарубежной научно-технической и патентной информации показал, что известные способы модификации жидких лецитинов для получения модифицированных лецитинов имеют ряд недостатков, во-первых, высокая энерго- и ресурсозатратность (высокие потери и расходы селективного растворителя), во-вторых, сложность технологического процесса, что обуславливает высокую себестоимость ко-

нечного продукта, а, в-третьих, высокие потери целевого компонента – фосфолипидов.

Учитывая высокую востребованность модифицированных лецитинов в технологиях продуктов питания, которые в настоящее время на российском рынке представлены только импортными производителями, актуальным является производство отечественных модифицированных лецитинов.

В связи с этим разработка инновационных технологий производства модифицированных лецитинов является стратегически важной задачей для обеспечения продовольственной независимости страны.

Список литературы

1. Корнен Н.Н., Калманович С.А., Шахрай Т.А., Викторова Е.П. Обоснование необходимости применения фосфолипидов в производстве функциональных пищевых продуктов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2018. № 4. С. 6–10. DOI: 10.26297/0579-3009.2018.4.1
2. Joshi A., Paratkar S.G., Thorat B.N. Modification of lecithin by physical, chemical and enzymatic methods// European Journal of Lipid Science and Technology. 2006. Vol. 108(4). P. 363–373. DOI 10.1002/ejlt.200600016
3. Егоров Е.А., Куижева С.К., Лисовая Е.В., Викторова Е.П. Современное состояние и перспективы развития производства продуктов питания и пищевых добавок в Российской Федерации // Новые технологии. 2022. Т.18, № 2. С. 53–61. DOI: 10.47370/2072-0920-2022-18-2-53-61
4. McClements D.J., Gumus C.E. Natural emulsifiers – biosurfactants, phospholipids, biopolymers, and colloidal particles: Molecular and physicochemical basis of functional performance // Food Chemistry. 2016. Vol. 6. P. 46–50. DOI: 10.1016/j.cis.2016.03.00
5. Насонов Е.Л. Биохимия фосфолипидов. М.: Наука, 1999. 572 с.
6. Baxter A.A., Poon I.K., Hulett M.D. The lure of the lipids: how defensins exploit membrane phospholipids to induce cytolysis in target cells // Cell Death Dis. 2017. no 8(3). P. 2712. DOI: 10.1038/cddis.2017.69
7. Лисовая Е.В., Жане М.Р., Великанова Е.В., Викторова Е.П. Зависимость ядерно-магнитных релаксационных характеристик жидких соевых лецитинов от содержания липидов, проявляющих кислотные свойства // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2020. № 2-3 (374–375). С. 14–16. DOI: 10.26297/0579-3009.2020.2-3.3
8. Benton D., Donohoe R.T., Sillance B., Nabb S. The influence of phosphatidylserine supplementation on mood and heart rate when faced with an acute stressor // Nutr.Neurosci. 2001. no 4. P.169–178. DOI: 10.1080/1028415X.2001.11747360
9. Jorissen B.L., Brouns F., Van Boxtel M.P.J., Riedel W.J. Safety of soy-derived phosphatidylserine in elderly people // Nutr. Neurosci. 2002. no 5. P. 337–343. DOI: 10.1080/1028415021000033802
10. Schmidt A., Wolde M., Thiele C., Fest W., Kratzin H., Podteleinikov A.V., Witke W., Huttner W.B., Soling H.D. Endophilin I mediates synaptic vesicle formation by transfer of arachidonate to lysophosphatidic acid // Nature. 1999. no 401. P. 133–141. DOI: 10.1038/43613
11. Pendaries C., Tronchere H., Plantavid M. Phosphoinositide signaling disorders in human diseases // FEBS Lett. 2003. no 546. P. 25–31. DOI: 10.1016/s0014-5793(03)00437-x
12. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации»: утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г.

13. Красильников В.Н., Федорова Е.Б., Тимошенко Ю.А. Современный ассортимент лецитинов как пищевых добавок // Пищевая промышленность. 2005. № 5. С. 24 – 27.
14. Lisovaya E.V., Viktorova E.P., Zhane M.R., Vorobyova O.V. Research of the chemical composition peculiarities of food additives – vegetable lecithins for the development of methods for assessing their quality // Biologization. 2021. Vol. 34. P. 1–7. DOI:10.1051/bioconf/20213406009
15. Alhajj M.J., Montero N., Yarce C.J. Lecithins from Vegetable, Land, and Marine Animal Sources and Their Potential Applications for Cosmetic, Food, and Pharmaceutical Sectors // Cosmetics. 2020. no 7(4) P. 87. DOI: 10.3390/cosmetics7040087
16. Soybean lecithin: Food, industrial uses, and other applications / In book by edition G.R. List: Polar Lipids. 2015. Chapter 7. P. 1–33. DOI: 10.1016/B978-1-63067-044-3.50005-4
17. Agarwal D.K., Billore S. D., Sharma A. N. Soybean: Introduction, Improvement, and Utilization in India – Problems and Prospects // Agric Res. 2013. no. 2. P. 293–300. DOI:10.1007/s40003-013-0088-0
18. Lehri D., Kumari N., Singh R.P., Sharma V. Composition, production, physicochemical properties and applications of lecithin obtained from rice (*Oryza sativa* L.) – A review // Plant Science Today. 2019. no 6. P. 613–622. DOI: 10.14719/pst.2019.6.sp1.682
19. Nieuwenhuyzen W. Van. The changing world of lecithins // Inform. 2014. № 25(4). P. 254–259.
20. Cabezas D.M., Madoery R., Diehl B.W.K., Toma's M.C. Emulsifying properties of different modified sunflower lecithins // J. Am. Oil Chem Soc. 2012. no 89. P. 355–361. DOI: 10.1007/s11746-011-1915-8
21. Лисовая Е.В., Жане М.Р., Ефименко С.Г., Мартовщук В.И., Викторова Е.П. Влияние состава жирных кислот фосфолипидов, содержащихся в подсолнечных лецитинах, на процесс мицеллообразования в неполярных растворителях // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2021. № 1. С. 12–15. DOI: 10.26297/0579-3009.2021.1.2
22. Лисовая Е.В., Викторова Е.П., Свердличенко А.В., Жане М.Р. Исследование эффективности применения модифицированных лецитинов растительных масел для создания инкапсулированных форм микронутриентов в виде наноэмульсий // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 2. С. 73–80. DOI: 10.47370/2072-0920-2022-18-2-73-80
23. Лецитины в технологиях продуктов питания: монография / И.М. Жаркова, О.Б. Рудаков, К.К. Полянский и др. Воронеж: ВГУИТ, 2015. 256 с. ISBN: 978-00032-133-1
24. Цымбалов А.С. Влияние поверхностно-активных веществ на диспергирование и стабильность водомасляных эмульсий // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2018. № 3(55). С. 108–119.
25. Терещук Л.В., Загородников К.А., Старовойтова К.В., Вьюшинский П.А. Изучение физико-химических показателей эмульгаторов и их влияние на процесс образования пищевых эмульсий // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51, № 4. С. 915–929. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-4-915-929
26. Nieuwenhuyzen, W. Van., Tomas M.T. Update on vegetable lecithin and phospholipid technologies // European Journal of Lipid Science and Technology. 2008. no. 110 (5). P. 472–486. DOI: 10.1002/ejlt.200800041
27. Bot F., Cossuta D., O'Mahony J.A. Inter-relationships between composition, physicochemical properties and functionality of lecithin ingredients // Trends in Food Science & Technology. 2021. Vol. 111. P. 261–270. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.02.028
28. Guiotto E.N., Cabezas D., Diehl B., Tomás M.C. Characterization and emulsifying properties of different sunflower phosphatidylcholine enriched fractions // Eur. J. Lipid Sci. Technol. 2013. Vol. 115. P. 865–873. DOI: 10.1002/ejlt.201200394
29. Komaiko J. Encapsulation of ω -3 fatty acids in nanoemulsion-based delivery system fabricated from natural emulsifiers: sunflower phospholipids // Food Chemistry. 2016. Vol. 203(9). P. 331–339. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.02.080
30. Helgason T., Awad T.S, Kristbergsson K. Impact of surfactant properties on oxidative stability of β -carotene encapsulated within solid lipid nanoparticles // Journal of Agricultural Food Chemistry. 2009. Vol. 57, I. 17. P. 8033–8040. DOI: 10.1021/jf901682m

31. Haahr A.M. Emulsifier type, metal chelation and pH affect oxidative stability of n-3-enriched emulsions // *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2008. Vol. 110, I. 10. P. 949–961. DOI:10.1002/ejlt.200800035
32. Fomuso L.B., Corredig M., Akoh C.C. Effect of emulsifier on oxidation properties of fish oil-based structured lipid emulsions // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002. Vol. 50, I. 10. P. 2957–2961. DOI:10.1021/jf011229g
33. Nieuwenhuyzen W.V. The Industrial Uses of Special Lecithins: A Review// *Journal of the American Oil Chemists Society*. 1981. Vol. 58. P. 886–888. DOI: 10.1007/BF02659651
34. Филькин С.Ю., Липкин А.В., Федоров А.Н. Суперсеме́йство фосфолипидов: структура, функции и применение в биотехнологии // *Успехи биологической химии*. 2020. Т. 60. С. 369–410. DOI: 10.1134/S0006297920140096
35. Estiasih T., Kgs. Ahmadi, Ginting E., Priyanto A.D. Modification of soy crude lecithin by partial enzymatic hydrolysis using phospholipase A1 // *International Food Research Journal*. 2013. Vol. 20(2). P. 843–849.
36. Lecithins / H.G. Bueschelberger, S. Tirok, I. Stoffels et al. / In book by edition V. Norn: Emulsifiers in food Technology. 2014. Chapter 2. P. 21–60.
37. Miyasaki E.K., Luccas V., Kieckbusch T.G. Modified soybean lecithins as inducers of the acceleration of cocoa butter crystallization // *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2016. Vol. 118, I.10. P. 1539–1549. DOI: 10.1002/ejlt.201500093
38. Мельников К.А., Луценко М.В. Поиск альтернативных технологий обезжиривания фосфатидного концентрата // *Вестник Днепропетровского державного аграрного университета*. 2008. № 2. С. 12–17.
39. Пат. 81822 Украина, МПК А23D 9/0. Способ выделения фосфолипидов из фосфатидного концентрата / В.И. Гаманухо, А.И. Глух, И.С. Глух; патентообладатель: ЗАО «ІРЕА». № а200600888; заявл. 11.02.2006; опубл. 11.02.2008.
40. Пат. 54922 Украина, МПК А23D 9/0. Способ выделения фосфолипидов из фосфатидного концентрата / С.М. Шульга, А.И. Глух, И.С. Глух; патентообладатель: Шульга С.М., Глух А.И., Глух И.С., Школа О.И. № u201007237; заявл. 11.06.2010; опубл. 25.11.2010.
41. Пат. 2061382 Российская Федерация, МПК А23D 9/0. Пищевой фосфолипидный продукт и способ его получения / Е.А. Бутина, Е.О. Герасименко, М.В. Жарко, Е.П. Корнена, В.Ф. Кривенко; патентообладатель: Герасименко Евгений Олегович. – № 94 94044834; заявл. 23.12.1994; опубл. 10.06.1996.
42. Пат. 2134984 Российская Федерация, МПК А23D 9/0. Фосфолипидный продукт «Витол» и способ его получения / И.Н. Бондаренко, Е.П. Корнена, Е.О. Герасименко, Е.А. Бутина, Т.В. Шве́ц, С.А. Ерешко, Т.Н. Боковикова, В.Ф. Кривенко; патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью Учебно-научно-производственная фирма «Липиды». № 98100029/13; заявл. 05.01.1998; опубл. 27.08.1999.
43. Пат. 2436404 Российская Федерация, МПК А23D 9/0. Способ получения масложирового фосфолипидного продукта / Е.О. Герасименко, Е.П. Корнена, Е.А. Бутина, С.А. Сонин, В.Н. Пашенко, И.А. Шабанова, О.Н. Войченко; патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «Аверс». № 2010115851/13; заявл. 22.04.2010; опубл. 20.12.2011.
44. Кобзарь М.В., Мельников К.А. Лецитин из фосфатидного концентрата подсолнечного масла // *Вестник Днепропетровского государственного аграрного университета*. 2007. № 2. С. 46–51.
45. Демидов И.Н., Крамаренко А.А. Способы получения фосфолипидных продуктов // *Вопросы химии и химической технологии*. 2008. № 2. С. 58–63.

References

1. Kornen N.N., Kalmanovich S.A., Shahraj T.A., Viktorova E.P. Substantiation of the need for the use of phospholipids in the production of functional food products. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya*. [From the news of higher educational institutions. Food technology], 2018, no. 4, pp. 6–10. (In Russ.) DOI: 10.26297/0579-3009.2018.4.1

2. Joshi A., Paratkar S.G., Thorat B.N. Modification of lecithin by physical, chemical and enzymatic methods. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2006, vol. 108(4), pp. 363–373. DOI 10.1002/ejlt.200600016
3. Egorov E.A., Kuizheva S.K., Lisovaya E.V., Viktorova E.P. The current state and prospects for the development of the production of food products and food additives in the Russian Federation. *Novye tekhnologii* [New technologies], 2022, vol. 18, no. 2, pp. 53–61. (In Russ.) DOI: 10.47370/2072-0920-2022-18-2-53-61
4. McClements D.J., Gumus C.E. Natural emulsifiers – biosurfactants, phospholipids, biopolymers, and colloidal particles: Molecular and physicochemical basis of functional performance. *Food Chemistry*, 2016, vol. 6, pp. 46–50. DOI: 10.1016/j.cis.2016.03.00
5. Nasonov E.L. *Biohimiya fosfolipidov* [Biochemistry of phospholipids]. Moscow, Nauka Publ., 1999. 572 p.
6. Baxter A.A., Poon I.K., Hulett M.D. The lure of the lipids: how defensins exploit membrane phospholipids to induce cytolysis in target cells. *Cell Death Dis.*, 2017, no. 8(3), pp. 2712. DOI: 10.1038/cddis.2017.69
7. Lisovaya E.V., Zhane M.R., Velikanova E.V., Viktorova E.P. Dependence of nuclear magnetic relaxation characteristics of liquid soy lecithins on the content of lipids exhibiting acidic properties. *Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya*. [From the news of higher educational institutions. Food technology]. 2020, no. 2-3 (374-375), pp. 14–16. (In Russ.) DOI: 10.26297/0579-3009.2020.2-3.3.
8. Benton D., Donohoe R.T., Sillance B., Nabb S. The influence of phosphatidylserine supplementation on mood and heart rate when faced with an acute stressor. *Nutr. Neurosci.*, 2001, no. 4, pp. 169–178. DOI: 10.1080/1028415X.2001.11747360
9. Jorissen B.L, Brouns F., Van Boxtel M.P.J., Riedel W.J. Safety of soy-derived phosphatidylserine in elderly people. *Nutr. Neurosci.*, 2002, no. 5, pp. 337–343. DOI: 10.1080/1028415021000033802
10. Schmidt A., Wolde M., Thiele C., Fest W., Kratzin H., Podteleinikov A.V., Witke W., Huttner W.B., Soling H.D. Endophilin mediates synaptic vesicle formation by transfer of arachidonate to lysophosphatidic acid. *Nature*, 1999, no. 401, pp. 133–141. DOI: 10.1038/43613
11. Pendaries C., Tronchere H., Plantavid M. Phosphoinositide signaling disorders in human diseases. *FEBS Lett.*, 2003, no. 546, pp. 25–31. DOI: 10.1016/s0014-5793(03)00437-x
12. *Normy fiziologicheskikh potrebnostej v energii i pishchevyh veshchestvah dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossijskoj Federacii* [Methodological recommendations MP 2.3.1.0253-21 «Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation»]: approved. By the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare on July 22, 2021.
13. Krasil'nikov V.N., Fedorova E.B., Timoshenko Yu.A. Modern assortment of lecithins as food additives. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry]. 2005, no. 5, pp. 24–27. (In Russ.)
14. Lisovaya E.V., Viktorova E.P., Zhane M.R., Vorobyova O.V. Research of the chemical composition peculiarities of food additives – vegetable lecithins for the development of methods for assessing their quality. *Biologization*, 2021, vol. 34, pp. 1–7. DOI: 10.1051/bioconf/20213406009
15. Alhaji M.J., Montero N., Yance C.J. Lecithins from Vegetable, Land, and Marine Animal Sources and Their Potential Applications for Cosmetic, Food, and Pharmaceutical Sectors. *Cosmetics*, 2020, no. 7(4), pp. 87. DOI: 10.3390/cosmetics7040087
16. *Soybean lecithin: Food, industrial uses, and other applications*. In book by edition G.R. List: Polar Lipids. 2015, Chapter 7, pp. 1–33. DOI: 10.1016/B978-1-63067-044-3.50005-4
17. Agarwal D.K., Billore S. D., Sharma A. N. Soybean: Introduction, Improvement, and Utilization in India – Problems and Prospects. *Agric Res.*, 2013, no. 2, pp. 293–300. DOI: 10.1007/s40003-013-0088-0
18. Lehri D., Kumari N., Singh R.P., Sharma V. Composition, production, physicochemical properties and applications of lecithin obtained from rice (*Oryza sativa* L.) – A review. *Plant Science Today*, 2019, no. 6, pp. 613–622. DOI: 10.14719/pst.2019.6.sp1.682
19. Nieuwenhuyzen W. Van. The changing world of lecithins. *Inform.*, 2014. № 25(4), pp. 254–259.

20. Cabezas D.M., Madoery R., Diehl B.W.K., Toma's M.C. Emulsifying properties of different modified sunflower lecithins. *J. Am. Oil Chem Soc.*, 2012, no. 89, pp. 355–361. DOI: 10.1007/s11746-011-1915-8
21. Lisovaya E.V., Zhane M.R., Efimenko S.G. Martovshchuk V.I., Viktorova E.P. The effect of the composition of phospholipid fatty acids contained in sunflower lecithins on the process of micelle formation in nonpolar solvents. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya*. [From the news of higher educational institutions. Food technology], 2021, no. 1, pp. 12–15. (In Russ.) DOI: 10.26297/0579-3009.2021.1.2
22. Lisovaya E.V., Viktorova E.P., Sverdlichenko A.V., Zhane M.R. Investigation of the effectiveness of the use of modified lecithins of vegetable oils for the creation of encapsulated forms of micronutrients in the form of nanoemulsions. *Novye tekhnologii* [New technologies], 2022, vol. 18, no. 2, pp. 73–80. (In Russ.) DOI: 10.47370/2072-0920-2022-18-2-73-80
23. Zharkova I.M., Rudakov O.B., Polyanskij K.K. *Lecitiny v tekhnologiyah produktov pitaniya* [Lecithins in food technologies]. Voronezh, 2015. 256 p. ISBN: 978-00032-133-1
24. Cymbalov A.S. Influence of surfactants on dispersion and stability of water-oil emulsions. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii. Regional'noe prilozhenie* [Modern science-intensive technologies. Regional application], 2018, no. 3(55), pp. 108–119. (In Russ.)
25. Tereshchuk L.V., Zagorodnikov K.A., Starovojtova K.V., V'yushinskij P.A. The study of physico-chemical parameters of emulsifiers and their influence on the process of formation of food emulsions. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv* [Technique and technology of food production], 2021, vol. 51, no. 4, pp. 915–929. (In Russ.) DOI: 10.21603/2074-9414-2021-4-915-929
26. Nieuwenhuyzen W.Van., Tomas M.T. Update on vegetable lecithin and phospholipid technologies. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2008, no. 110 (5), pp. 472–486. DOI: 10.1002/ejlt.200800041
27. Bot F., Cossuta D., O'Mahony J.A. Inter-relationships between composition, physicochemical properties and functionality of lecithin ingredients. *Trends in Food Science & Technology*, 2021, vol. 111, pp. 261–270. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.02.028
28. Guiotto E.N., Cabezas D., Diehl B., Tomás M.C. Characterization and emulsifying properties of different sunflower phosphatidylcholine enriched fractions. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2013, vol. 115, pp. 865–873. DOI: 10.1002/ejlt.201200394
29. Komaiko J. Encapsulation of ω -3 fatty acids in nanoemulsion-based delivery system fabricated from natural emulsifiers: sunflower phospholipids. *Food Chemistry*, 2016, vol. 203(9), pp. 331–339. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.02.080
30. Helgason T., Awad T.S., Kristbergsson K. Impact of surfactant properties on oxidative stability of β -carotene encapsulated within solid lipid nanoparticles. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 2009, vol. 57, Iss. 17, pp. 8033–8040. DOI: 10.1021/jf901682m
31. Haahr A.M. Emulsifier type, metal chelation and pH affect oxidative stability of n-3-enriched emulsions. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2008, vol. 110, Iss. 10, pp. 949–961. DOI: 10.1002/ejlt.200800035
32. Fomuso L.B., Corredig M., Akoh C.C. Effect of emulsifier on oxidation properties of fish oil-based structured lipid emulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2002, vol. 50, Iss. 10, pp. 2957–2961. DOI: 10.1021/jf011229g
33. Nieuwenhuyzen W.V. The Industrial Uses of Special Lecithins: A Review. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 1981, vol. 58, pp. 886–888. DOI: 10.1007/BF02659651
34. Fil'kin C.Yu., Lipkin A.V., Fedorov A.N. Superfamily of phospholipases: structure, functions and application in biotechnology. *Uspekhi biologicheskoy himii*. [Advances in biological chemistry], 2020, vol. 60, pp. 369–410. (In Russ.) DOI: 10.1134/S0006297920140096
35. Estiasih T., Kgs. Ahmadi, Ginting E., Priyanto A.D. Modification of soy crude lecithin by partial enzymatic hydrolysis using phospholipase A1. *International Food Research Journal*, 2013, vol. 20(2), pp. 843–849.
36. Bueschelberger H.G., Tirok S., Stoffels I. et al. *Lecithins*. In book by edition V. Norn: Emulsifiers in food Technology. 2014. Chapter 2, pp. 21–60.

37. Miyasaki E.K., Luccas V., Kieckbusch T.G. Modified soybean lecithins as inducers of the acceleration of cocoa butter crystallization. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2016, vol. 118, Iss. 10, pp. 1539–1549. DOI: 10.1002/ejlt.201500093
38. Mel'nikov K.A., Lutsenko M.V. Search for alternative technologies for degreasing phosphatide concentrate. *Vestnik Dnepropetrovskogo derzhavnogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Dnepropetrovsk State Agrarian University], 2008, no. 2, pp. 12–17. (In Russ.)
39. Pat. 81822 Ukraine, IPC A23D 9/0. *Sposob vydeleniya fosfolipidov iz fosfatidnogo kontsentrata* [A method for isolating phospholipids from a phosphatide concentrate] / Gamanukho V.I., Glukh A.I., Glukh I.S.; patent holder: CJSC IPEA, no. a200600888; dec. 02.11.2006; publ. 02.11.2008.
40. Pat. 54922 Ukraine, IPC A23D 9/0. *Sposob vydeleniya fosfolipidov iz fosfatidnogo kontsentrata* [A method for isolating phospholipids from a phosphatide concentrate] / Shul'ga S.M., Glukh A.I., Glukh I.S.; patentee: Shul'ga S.M., Glukh A.I., Glukh I.S., Shkola O.I. No. u201007237; dec. 06.11.2010; publ. 11.25.2010.
41. Pat. 2061382 Russian Federation, IPC A23D 9/0. *Pishchevoy fosfolipidnyy produkt i sposob yego polucheniya* [Food phospholipid product and method for its production] / Butina Ye.A., Gerasimenko Ye.O., Zharko M.V., Kornena Ye.P., Krivenko V.F.; patent holder: Gerasimenko Yevgeniy Olegovich.– No. 94 94044834; dec. 12.23.1994; publ. 06.10.1996.
42. Pat. 2134984 Russian Federation, IPC A23D 9/0. *Fosfolipidnyy produkt «Vitol» i sposob yego polucheniya* [Phospholipid product «Vitol» and method of its production] / Bondarenko I.N., Kornena Ye.P., Gerasimenko Ye.O., Butina Ye.A., Shvets T.V., Yereshko S.A., Bokovikova T.N., Krivenko V.F.; Patent holder: Limited Liability Company Educational-Scientific-Production Firm "Lipids". No. 98100029/13; dec. 01.05.1998; publ. 08.27.1999.
43. Pat. 2436404 Russian Federation, IPC A23D 9/0. *Sposob polucheniya maslozhirovogo fosfolipidnogo produkta* [Method for obtaining fat-and-oil phospholipid product] / Gerasimenko Ye.O., Kornena Ye.P., Butina Ye.A., Sonin S.A., Pashchenko V.N., Shabanova I.A., Voychenko O.N.; Patent holder: Limited Liability Company "Scientific and Production Enterprise "Avers". No. 2010115851/13; dec. 04.22.2010; publ. 12.20.2011.
44. Kobzar' M.V., Mel'nikov K.A. Lecithin from sunflower oil phosphatide concentrate. *Vestnik Dnepropetrovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Dnepropetrovsk State Agrarian University], 2007, no. 2, pp. 46–51. (In Russ.)
45. Demidov I.N., Kramarenko A.A. Methods for obtaining phospholipid products. *Voprosy khimii i khimicheskoy tekhnologii* [Questions of chemistry and chemical technology], 2008, no. 2, pp. 58–63. (In Russ.)

Информация об авторах

Лисовая Екатерина Валериевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела пищевых технологий, контроля качества и стандартизации, Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия, e.kabalina@mail.ru

Викторова Елена Павловна, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела пищевых технологий, контроля качества и стандартизации, Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия, kornena@bk.ru

Шахрай Татьяна Анатольевна, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела пищевых технологий, контроля качества и стандартизации, Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия, sakrai@yandex.ru

Корнен Николай Николаевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела пищевых технологий, контроля качества и стандартизации, Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия, kornen@inbox.ru

Information about the authors

Ekaterina V. Lisovaya, candidate of technical sciences, senior researcher of the Department of food technologies, quality control and standardization, Krasnodar Research Institute of Storage and processing of agricultural products – branch of the North-Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia, e.kabalina@mail.ru

Elena P. Viktorova, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Department of food technologies, quality control and standardization, Krasnodar Research Institute of Storage and processing of agricultural products – branch of the North-Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia, kornena@bk.ru

Tatiana A. Shakhrai, candidate of technical sciences, leading researcher of the Department of food technologies, quality control and standardization, Krasnodar Research Institute of Storage and processing of agricultural products – branch of the North-Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia, sakrai@yandex.ru

Nikolay N. Kornen, candidate of technical sciences, senior researcher of the Department of food technologies, quality control and standardization, Krasnodar Research Institute of Storage and processing of agricultural products – branch of the North-Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaing, Krasnodar, Russia, kornen@inbox.ru

Статья поступила в редакцию 15.01.2023

The article was submitted 15.01.2023