

УДК 665.372

В. Н. Василенко [V. N. Vasilenko]<sup>1</sup>  
 Л. Н. Фролова [L. N. Frolova]<sup>1</sup>  
 И. В. Драган [I. V. Dragan]<sup>1</sup>  
 Н. А. Михайлова [N. A. Mikhailova]<sup>1</sup>  
 С. Алтайулы [S. Altayuly]<sup>2</sup>  
 Т. С. Алтаев [T. S. Altayev]<sup>3</sup>

**ПРОИЗВОДСТВА ФОСФОЛИПИДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ  
 ИЗ САФЛОРОВЫХ МАСЕЛ**

**THE PRODUCTION OF PHOSPHOLIPID CONCENTRATES  
 FROM SAFFLOWER OIL**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup> Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, Республика Казахстан

<sup>3</sup> Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Республика Казахстан

**Аннотация.** Актуальность развития производства отечественных фосфолипидных добавок определяется высокой востребованностью фосфолипидов в производстве многих пищевых продуктов питания, комплексных БАД и фармпрепаратов; дискредитацией ряда импортных фосфолипидных продуктов, полученных из генномодифицированных семян сои; практическим отсутствием отечественных технологий получения фосфолипидных добавок, ориентированных на промышленное применение и использование отечественного безопасного сырья. В связи с этим была поставлена цель - разработка импортозаменяющей технологии производства лецитина из фосфолипидных концентратов сафлоровых масел.

**Материалы и методы исследований.** Объектами исследований являлись семена сафлора сорта: Акмай, Акуль, Центр 70, «Красильный». Были использованы нормативно-методические документы для оценки органолептических и физико-химических показателей сафлоровых фосфатидов.

**Результаты.** Представлены экспериментальные данные органолептических и физико-химических показателей сафлоровых фосфатидов, определен растворитель для экстрагирования масла и исследован процесс ферментной гидратации сафлорового масла с использованием ферментных препаратов фосфолипаз А1 (Lecitaza Ultra), фосфолипаз В (G-ZYME® G 999) и комплекса фосфолипаз (А1+В) для повышения выхода фосфатидов.

Предложены технологические режимы, при которых происходит наиболее полное извлечение спирторастворимой фракции фосфатидов при максимальном переходе в нее ФХ, а также обеспечивается максимальное сохранение исходных показателей качества, следующие: температура - 45°C и время фракционирования - 7 минут.

Полученные данные показали, что для эффективного проведения фракционирования необходимо использовать этиловый спирт, в котором объемная доля этилового спирта составляет не менее 95,5 %. Осуществление фракционирования с использованием в качестве экстрагента на 1 ступени фракционирования раствора лимонной кислоты в этиловом спирте концентрацией 0,075 % способствует увеличению содержания в спирторастворимой фракции фосфатидилхолинов до 75,4 %, (что составляет 80 % от исходного содержания фосфатидилхолинов в обезжиренных фосфатидах).

**Заключение.** На основании проведенных исследований разработана технология получения пищевых фосфолипидных концентратов сафлоровых масел для производства продуктов функционального и специализированного назначения.

**Ключевые слова:** сафлоровое масло, фосфолипиды, лецитины, гидратация.

**Abstract.** The relevance of the development of the production of domestic phospholipid additives is determined by the high demand for phospholipids in the production of many food products, complex dietary supplements and pharmaceuticals; discrediting a number of imported phospholipid products obtained from genetically modified soybean seeds; the practical lack of domestic technologies for the production of phospholipid additives focused on the industrial use and use of domestic safe raw materials. In this regard, the goal was set - the development of import-substituting technology for the production of lecithin from phospholipid concentrates of safflower oils.

**Materials and research methods.** The objects of research were the seeds of safflower varieties: Akmay, Akgul, Center 70, "Krasilny". Normative and methodological documents were used to assess the organoleptic and physico-chemical parameters of safflower phosphatides.

**Results.** Experimental data of organoleptic and physicochemical parameters of safflower phosphatides are presented, the solvent for oil extraction is determined, and the process of enzymatic hydration of safflower oil is studied using enzyme preparations phospholipase A1 (Lecitaza Ultra), phospholipase B (G-ZYME® G 999) and phospholipase A complex (A1 + B) to increase the yield of phosphatides.

*Technological regimes are proposed under which the most complete extraction of the alcohol-soluble fraction of phosphatides takes place at the maximum transfer of PF into it, as well as the maximum preservation of the initial quality indicators is provided: the temperature is 45 °C and the fractionation time is 7 minutes.*

*The obtained data showed that for effective fractionation it is necessary to use ethyl alcohol, in which the volume fraction of ethyl alcohol is not less than 95.5%. The implementation of fractionation using as a extractant at 1 stage of fractionation of a solution of citric acid in ethyl alcohol with a concentration of 0.075% contributes to an increase in the alcohol-soluble fraction of phosphatidylcholine to 75.4%, (which is 80% of the initial content of phosphatidylcholine in defatted phosphatides).*

**Conclusion.** *Based on the studies, a technology has been developed for the production of food phospholipid concentrates of safflower oils for the production of functional and specialized products.*

**Key words:** safflower oil, phosphatides, letsetins, hydration.

**Введение.** На сегодняшний день по данным Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, посевные площади масличных культур расширились с 1185,4 тыс. га в 2009 году до 2,3 млн га, в 2018 году. Это касается как традиционных для Казахстана культур – подсолнечника, хлопчатника, так и активно развивающихся – сои, рапса, сафлора, льна и других. Одной из перспективных масличных культур для выращивания в Казахстане является сафлор. В настоящее время, сафлор выращивают в основном ради семян, используемых для получения пищевого масла и на корм сельскохозяйственных животных и птицы. Основное рыночное требование к семенам сафлора содержание масла не менее 38 %.

Сафлор хорошо может заменить подсолнечник как масличную культуру в засушливых степных районах. И если раньше сафлор выращивали в основном в республиках средней Азии и южных регионах Казахстана, то сейчас это растение, благодаря своей неприхотливости и засухоустойчивости, завоевывает всё больше площадей в северных и западных областях Казахстана.

В последнее время возрастает потребность в масле сафлора в связи с тем, что оно является полезным из-за высокого уровня в нем полиненасыщенных жирных кислот. В семенах сафлора содержится 33–38% полувысыхающего высококачественного растительного масла, не уступающего по вкусовым качествам подсолнечному, а по содержанию незаменимых аминокислот и витаминов приравнивается к оливковому. В этой связи видится перспективным увеличение производства и развитие технологий выработки сафлорового масла, так и для получения дополнительной продукции из сопутствующих веществ, одними, из которых, являются фосфатиды, отделяемые при гидратации масла [5, 6].

Использование фосфатидов в пищевой промышленности основано на одном из их важнейших свойств – поверхностной активности, которая обуславливает высокую эмульгирующую, разжижающую, пенообразующую и другие способности. Помимо этого, фосфатиды создают реальную сырьевую базу для производства пищевых лецитинов и БАД на их основе [1, 2, 4, 8, 9].

В Казахстане лецитины не производятся, поэтому для покрытия нужд пищевой промышленности, медицины и сельского хозяйства они поставляются из-за рубежа.

Поэтому, актуальность развития производства отечественных фосфолипидных добавок определяется следующими факторами: высокой востребованностью фосфолипидов в производстве многих пищевых продуктов питания, комплексных БАД и фармпрепаратов; дискредитацией ряда импортных фосфолипидных продуктов, полученных из генномодифицированных семян сои; практическим отсутствием отечественных технологий получения фосфолипидных добавок, ориентированных на промышленное применение и использование отечественного безопасного сырья [3, 10].

**Материалы и методы исследований.** Цель работы – разработка импортозамещающей технологии производства лецитина из фосфолипидных концентратов сафлоровых масел.

Объектами исследований являлись семена сафлора сорта: Акмай, Акуль, Центр 70, «Красильный». Были использованы следующие нормативно-методические документы: определение цвета и запаха семян масличных культур ГОСТ 27988-88; определение влажности семян масличных культур ГОСТ 10856-96; определение масличности семян масличных культур ГОСТ 10857-64; определение лужистости семян масличных культур ГОСТ 10855-64;

- определение сорной, масличной и особо учитываемой примеси ГОСТ 10854-88;
- анализ отобранных сортов семян сафлора ГОСТ 12096-76;
- анализ сафлоровых масел СТ РК 1428-2005;

- определение массы 1000 семян ГОСТ 10842-89;
- определение кислотного числа растительных масел по ГОСТ Р 50457-92;
- определение перекисного числа растительных масел по ГОСТ Р 51487-99;
- определение фосфорсодержащих веществ растительных масел по ГОСТ Р 52676-2006;
- определение неомыляемых веществ растительных масел по ГОСТ 5479-64;
- определение цветности растительных масел по ГОСТ 5477-93;
- определение массовой доли углеводов по методу Бертрана Бьери;

– фракционный состав фосфатидов проведен с помощью тонкослойной хроматографии, с использованием пластины марки Sorbfil и стандартных образцов фирмы ICN Biomedical. Жирнокислотный состав растительных масел и фосфатидов проведен методом газовой хроматографии метиловых эфиров.

Органолептические и физико-химические показатели фосфатидных концентратов установлены по ТУ 9146-203-00334534-97 «Концентраты фосфатидные», групповой состав фосфолипидов проведен с помощью тонкослойной хроматографии. Органолептические и физико-химические показатели обезжиренных и фракционированных фосфатидов установлены по требованиям международных стандартов (нормативные документы Codex Alimentarius) [11, 12].

Физико-химические показатели качества пищевых лецитинов определены по ГОСТ Р 53970-2010 «Добавки пищевые. Лецитины Е 322. Общие технические условия». Технологически функциональные свойства – эмульгирующие, стабилизирующие.

Температуру фракционирования варьировали в пределах 20-75 °С. Верхний предел выбран как наиболее близкий к точке кипения этилового спирта. Соотношение фаз «этиловый спирт:обезжиренные фосфатиды», составляло 5:1, как среднее из диапазона соотношений, в ранее установленных работах.

#### Результаты

Результаты исследований показателей качества сортов семян сафлора (табл. 1), показали, что соответствуют требованиям ГОСТ 12096-76. Также позволили выделить сорта «Акмай» и «Акгуль» с наибольшим содержанием масличности для дальнейших исследований, так как известно, что количество и качество фосфатидов зависят от содержания масла в семенах, вида растений, его сорта, места произрастания и от характера технологических воздействий на перерабатываемые семена при извлечении из них масла.

Таблица 1

Показатели качества семян сафлора

Значение показателей	Зараженность вредителями	Влажность, %	Содержание		Дополнительные качественные показатели		
			сорной примеси, %	масличной примеси %	лузжистость, %	масличность %	масса 1000 семян, г
Требования НД (ГОСТ 12096-76)	не допускается, кроме зараженности клещом не выше II степени	не более 13,0	в том числе семена клещевины не допускаются 3,0	15,0	-	-	-
«Акмай»	не обнаружена	8,5	2,5	7,5	45,0	38,6	48,0
«Акгуль»	не обнаружена	9,0	2,8	7,5	48,5	37,8	47,5
«Центр 70»	не обнаружена	10,5	2,2	8,3	52,0	35,5	42,0
«Красильный»	не обнаружена	9,5	1,2	8,5	50,5	36,0	44,5

В лабораторных условиях для дальнейшего исследования на аппарате Сокслета способом экстрагирования извлекали растительные масла из семян сафлора сортов «Акмай» и «Акгуль», т.к. в экстракционных маслах фосфатидов может быть больше, чем в прессовых.

При выборе растворителя для экстрагирования растительных масел из семян сафлора учитывали его чистоту, летучесть и нейтральность. В качестве растворителей использовали диэтиловый эфир, петролейный эфир, гексан. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2

Растворители для экстрагирования сафлоровых масел

Растворители	Сорт «Акмай»		Сорт «Акгуль»	
	температура кипения, °С	выход масла от общего его содержания, %	температура кипения, °С	выход масла от общего его содержания, %
диэтиловый эфир	34-36	97	34-36	97
петролейный эфир	60- 62	98	60- 62	99
гексан	66-68	97	66-68	98

При проведении экстракции различными растворителями было установлено, что наиболее целесообразным и рациональным растворителем для экстракции является диэтиловый эфир, использование же других растворителей экономически невыгодно, так как эти экстрагенты сравнительно дороги. По окончании экстракции отгоняли эфир в ротационном испарителе.

По выбору ферментов фосфолипаз различных типов были выполнены реакции пробной гидратации сафлоровых масел сорта «Акмай» и «Акгуль» с ферментными препаратами фосфолипаза А1 (Lecitaza Ultra) производства фирмы Новозаймс и фосфолипаза В (G- ZYME® G 999) производства Дениско, при постоянном перемешивании, с помощью электрической мешалки. Для сравнения была проведена водная гидратация.

Из показателей остаточного содержания фосфорсодержащих веществ в маслах (табл. 3) следует, что исследуемые препараты проявляют наибольшую активность при 55 °С и с добавлением дистиллированной воды.

Таблица 3

Массовая доля фосфорсодержащих веществ в гидратированных растительных маслах

Наименование показателя	Массовая доля фосфорсодержащих веществ в пересчете на стеароолеолецитин, %			
	сафлоровое масло «Акмай» (исходное – 0,55%)		сафлоровое масло «Акгуль» (исходное – 0,38 %)	
	Ф - А1	Ф - В	Ф - А1	Ф - В
Условия реакции №1(щелочь, Т- 55°С, Н <sub>2</sub> О)	0,035	0,03	0,028	0,02
Условия реакции №2 (цит. буфер, Т -33°С, Н <sub>2</sub> О)	0,07	0,06	0,05	0,04
Условия реакции №3 (щелочь, ацет. буфер, Т – 55°С)	0,043	0,04	0,040	0,03

Исследован процесс ферментной гидратации сафлорового масла сорта "Акмай" выбранный по высокому содержанию фосфатидов с использованием ферментных препаратов фосфолипаз А1 (Lecitaza Ultra), фосфолипаз В (G- ZYME® G 999) и комплекса фосфолипаз (А1+В) для повышения выхода фосфатидов (рис. 1).

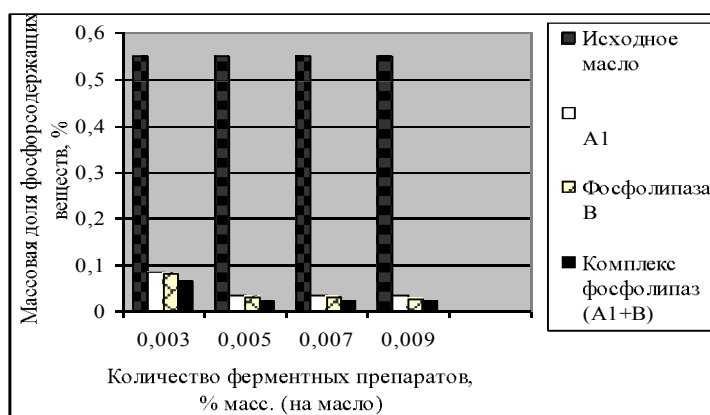


Рис. 1. Зависимость массовой доли фосфорсодержащих веществ от количества вносимых ферментных препаратов PL A1, PL B и комплекса (PL A1 + PL B)

Исследовали органолептические и физико-химические показатели сафлоровых фосфатидов представленные в табл. 4.

Таблица 4

Сравнительная оценка органолептических и физико-химических показателей сафлоровых фосфатидов

Наименование показателя	Значения показателя, определенного по ТУ	Требования ТУ 9146-203-00334534-97 (марка ПП-1)
	сафлоровые фосфатиды	
Запах и вкус	свойственные фосфатидам	свойственные фосфатидам
Консистенция при 20°С	пастообразная	текучая, однородная
Цветное число, мг J <sub>2</sub>	5,5-7,5	не более 8,0
Массовая доля, % фосфатидов	69,6-66,50	не менее 60,0
Масла	28,5-31,0	не более 40,0
Влаги и летучих веществ	0,7-0,8	не более 1,0
Веществ, нерастворимых в этиловом эфире	1,2-1,7	не более 1,5
Кислотное число масла, мг КОН/г	3,5-6,5	не более 10,0
Перекисное число, ½ ммоль О/кг	3,4-7,00	не более 10,0

Из приведенных данных табл. 4 видно, что по органолептическим и физико-химическим показателям сафлоровые фосфатиды практически соответствуют требованиям ТУ 9146-203-00334534-97 «Концентраты фосфатидные», лишь небольшое расхождение наблюдалось по показателю веществ, нерастворимых в этиловом эфире. По содержанию остаточного количества масла в фосфатидах видно, что потери масла сократились на 20–25%.

При изучении влияния гидродинамических режимов опытным путем было установлено, что данному условию отвечает создание гидродинамических режимов характеризуемых значением критерия Рейнольдса – 23000-28000. Изучили температурный режим фракционирования обезжиренных фосфатидов.

Результаты эксперимента представлены в виде диаграмм кинетики фракционирования при различных температурах на рис. 2.

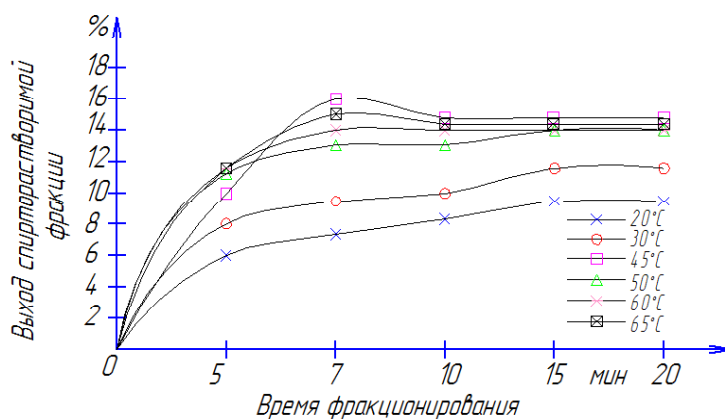


Рис. 2. Исследование влияния времени и температуры на эффективность фракционирования обезжиренных сафлоровых фосфатидов

Сравнительный анализ полученных данных показывает, что максимальное экстрагирование фосфатидилхолинов (ФХ) – группы, обладающей высокой растворимостью в спирте, происходит на первом этапе фракционирования. Степень извлечения ФХ снижается с увеличением времени фракционирования, тогда, как экстрагируемость всех других групп фосфатидов относительно равномерно возрастает. Указанная закономерность справедлива для всего интервала исследуемых температур.

Таким образом, технологические режимы, при которых происходит наиболее полное извлечение спирторастворимой фракции фосфатидов при максимальном переходе в нее ФХ, а также обеспечивается максимальное сохранение исходных показателей качества, следующие: температура – 45°С и время фракционирования – 7 минут.

Изучали влияние соотношения этиловый спирт: обезжиренные фосфатиды, а также количества ступеней фракционирования на эффективность процесса в целом. Установлено, что проведение процесса в 4 ступени при

соотношении этиловый спирт: обезжиренные фосфолипиды – 4:1 обеспечивает наибольший выход спирторастворимой фракции, составляющий 40 % к массе обезжиренных фосфолипидов, при максимальном извлечении фосфатидилхолинов, составляющем 74 % к их исходному содержанию в обезжиренных фосфолипидах.

При изучении влияния объемной доли влаги в этиловом спирте в качестве исходного растворителя использовали 96,5 %-ый этиловый спирт ректифицированный (экстра) объемная доля влаги, в котором составляет 3,5 % (ГОСТ Р 51652-2000).

Содержание влаги в этиловом спирте изменяли посредством добавления дистиллированной воды в количестве 1,0–9,0 % объемных процентов. Результаты представлены на рис. 3.

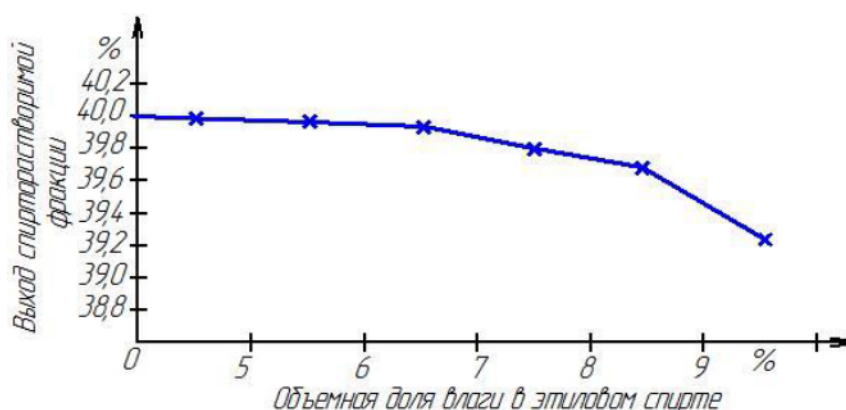


Рис. 3. Влияние объемной доли влаги в этиловом спирте на выход спирторастворимой фракции фосфолипидов

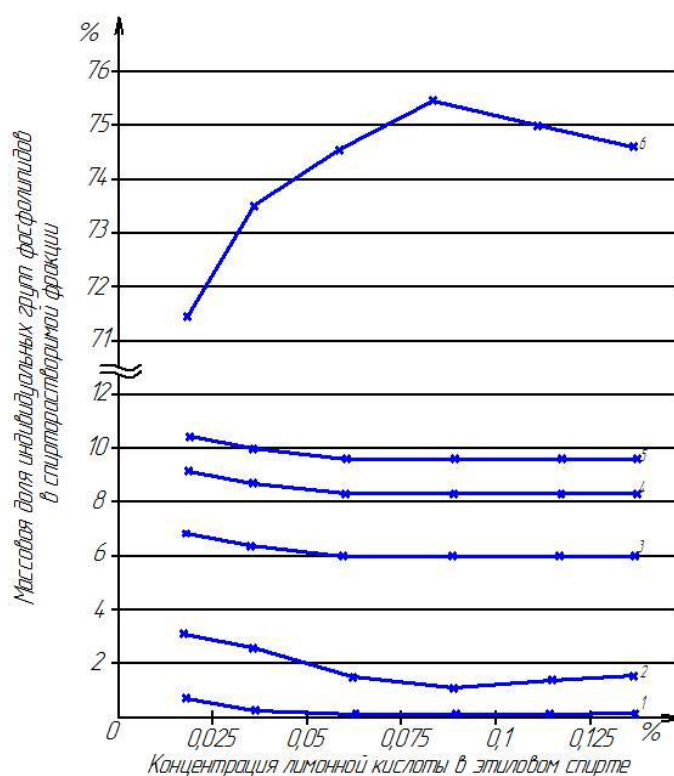


Рис. 4. Влияние концентрации лимонной кислоты в этиловом спирте на изменение группового состава спирторастворимой фракции: 1 – фосфатидилсерины; 2 – фосфатидные кислоты; 3 – фосфатидинозитолы; 4 – фосфатидилглицерины; 5 – фосфатидилэтаноламины; 6 – фосфатидилхолины

Анализ полученных данных показал, что для эффективного проведения фракционирования необходимо использовать этиловый спирт, в котором объемная доля этилового спирта составляет не менее 95,5 %.

При изучении влияния лимонной кислоты на селективность фракционирования эксперимент проводили при соблюдении разработанных режимов фракционирования с добавлением лимонной кислоты от 0,025 с равным

интервалом. Количество вводимой лимонной кислоты увеличивали до тех пор, пока наблюдался эффект селективности. Результаты представлены в виде графических зависимостей на рис. 4.

Анализируя полученные зависимости можно сделать следующий вывод - осуществление фракционирования с использованием в качестве экстрагента на 1 ступени фракционирования раствора лимонной кислоты в этиловом спирте концентрацией 0,075 % способствует увеличению содержания в спирторастворимой фракции фосфатидилхолинов до 75,4 %, (что составляет 80 % от исходного содержания фосфатидилхолинов в обезжиренных фосфатидах).

Удаление этилового спирта из спирторастворимой фракции фосфатидов осуществляли на ротационном испарительном аппарате до остаточного содержания этилового спирта 15 % с последующей сушкой при температуре 50–55 °С до содержания этилового спирта не более 1,5 %. Сушку спиртонерастворимой фракции фосфатидов осуществляли аналогично. Такие режимы обуславливают максимальное сохранение нативной структуры и свойств фосфолипидных молекул в продукте, определяя высокую физиологическую активность продукта. По физико-химическим показателям фракционированные фосфатиды соответствуют требованиям международных стандартов.

На основании проведенных исследований разработана технологическая схема получения пищевых лецитинов, представленная на рис. 5

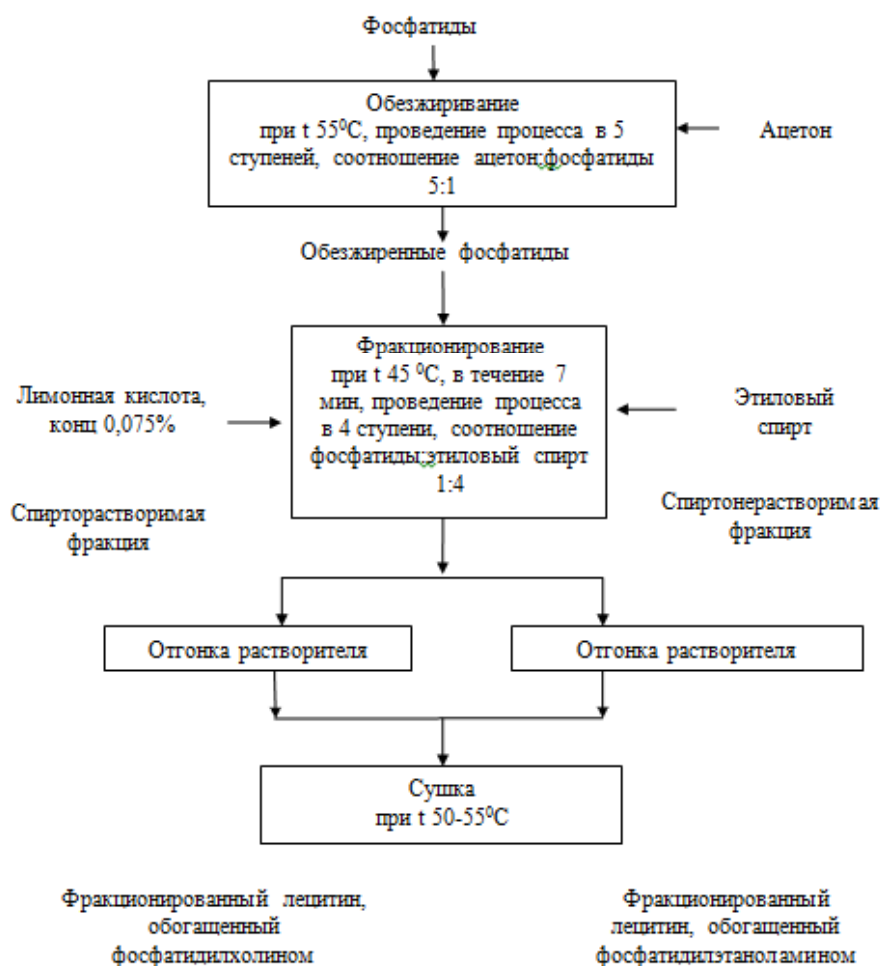


Рис. 5. Схема получения пищевых лецитинов

**Заключение.** На основании проведенных исследований разработана технология получения пищевых фосфолипидных концентратов сафлоровых масел для производства продуктов функционального и специализированного назначения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алтайулы С., Якияева М. А. Технология производства фосфолипидных концентратов растительных масел // Вестник Алматинского технологического университета. 2016. №4. С.58-65.
2. Алтайулы С., Сейилханова Б. А., Изтаев А., Алтаев Т. С. Совершенствование технологии производства сафлорового масла с получением фосфолипидных эмульсий из семян сафлора // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. Ч. II. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. С. 203-209.
3. Алтайулы С., Темирова И.Ж. Получение пищевых лецитинов из сафлоровых масел // Механика и технологии. 2018. № 1 (59). С. 65-67.
4. Бутина Е. А., Бондаренко И. Н., Лобанов А. В., Ветров А. П. Перспектива производства отечественных фосфолипидных продуктов и БАД // Ингредиенты. Сырье и добавки. 2003. № 2. С.62-63.
5. Василенко В. Н., Баутин В. М., Фролова Л. Н., Драган И. В. Улучшение системы менеджмента качества масложирового предприятия на основе совершенствования технологических процессов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. № 1 (51). С. 183-187.
6. Василенко В. Н., Копылов М. В., Фролова Л. Н., Таркаев Ю. В. Инновационные композиции растительных масел с оптимизированным жирно-кислотным составом // Актуальная биотехнология. 2012. № 4. С. 8-10.
7. Василенко В. Н., Копылов М. В., Фролова Л. Н., Драган И. В. Математическая модель движения сырья в шнековом канале маслопресса // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 3 (57). С. 18-22.
8. Кочеткова А. А., Нечаев А. П., Красильников В. Н. Фосфолипиды в технологии продуктов питания // Масложировая промышленность. 1999. №2. С.10-13.
9. Einhold. M. Lecitin Development and application // Food Processing. 1991. Vol.5. P.130-134.
10. Osorio, Fernandez-Martinez J., Mancha M., Garcés R. Mutant sunflower with highconcentration of saturated fatty acids in the oil // Crop Sci. 1995. Vol.35. P.739-742.
11. Committee on Codex Specification, Pood Chemicals Codex (3Edn.), National Academy Press, Washington, D.C., 1981, pp. 166-167.
12. Handbook of Pharmaceutical Excipients, American Pharmaceutical Association, Washington, D.C., and Pharmaceutical Society, Great Britain, London,1986, p.165.

#### REFERENCES

1. Altayuly S., Yakiyaeva M. A. Tekhnologiya proizvodstva fosfolipidnykh kontsentratov rastitel'nykh masel // Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2016. №4. С.58-65.
2. Altayuly S., Seyilkhanova B. A., Iztaev A., Altaev T. S. Sovershenstvovanie tekhnologii proizvodstva saflorovogo masla s polucheniem fosfolipidnykh ehmul'siy iz semyan saflora // Proizvodstvo i pererabotka sel'skokhozyaystvennoy produktsii: menedzhment kachestva i bezopasnosti: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 25-letiyu fakul'teta tekhnologii i tovarovedeniya Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta imeni imperatora Petra I. Ch. II. Voronezh: FGBOU VO Voronezhskiy GAU, 2018. S. 203-209.
3. Altayuly S., Temirova I. Zh. Poluchenie pishchevykh letsitinov iz saflorovykh masel // Mekhanika i tekhnologii. 2018. № 1 (59). S. 65-67.
4. Butina E. A., Bondarenko I. N., Lobanov A. V., Vetrov A.P. Perspektiva proizvodstva otechestvennykh fosfolipidnykh produktov i BAD // Ingredyenty. Syr'e i dobavki. 2003. № 2. S.62-63.
5. Vasilenko V. N., Bautin V. M., Frolova L. N., Dragan I. V. Uluchshenie sistemy menedzhmenta kachestva maslozhirovogo predpriyatiya na osnove sovershenstvovaniya tekhnologicheskikh protsessov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy.2012. № 1 (51). S. 183-187.
6. Vasilenko V. N., Kopylov M. V., Frolova L. N., Tarkaev Yu. V. Innovatsionnye kompozitsii rastitel'nykh masel s optimizirovannym zhirno-kislotnym sostavom // Aktual'naya biotekhnologiya. 2012. № 4. S. 8-10.
7. Vasilenko V. N., Kopylov M. V., Frolova L. N., Dragan I. V. Matematicheskaya model' dvizheniya syr'ya v shnekovom kanale maslopressa // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy. 2013. № 3 (57). S. 18-22.
8. Kochetkova A. A., Nechaev A. P., Krasil'nikov V. N. Fosfolipidy v tekhnologii produktov pitaniya // Maslozhirovaya promyshlennost'. 1999. №2. S.10-13.
9. Einhold. M. Lecitin Development and application // Food Processing. 1991. Vol.5. P.130-134.
10. Osorio, Fernandez-Martinez J., Mancha M., Garcés R. Mutant sunflower with highconcentration of saturated fatty acids in the oil // Crop Sci. 1995. Vol.35. P.739-742.
11. Committee on Codex Specification, Pood Chemicals Codex (3Edn.), National Academy Press, Washington, D.C., 1981, pp. 166-167.
12. Handbook of Pharmaceutical Excipients, American Pharmaceutical Association, Washington, D.C., and Pharmaceutical Society, Great Britain, London,1986, p.165.



**Доля участия каждого соавтора**

В. Н. Василенко – 15 % доля участия

Л. Н. Фролова – 15 % доля участия

И. В. Драган – 15 % доля участия

Н. А. Михайлова – 15 % доля участия

С. Алтайулы – 25 % доля участия

Т. С. Алтаев – 25 % доля участия

**ОБ АВТОРАХ**

**Василенко Виталий Николаевич**, доктор технических наук, профессор, Декан технологического факультет, ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет инженерных технологий  
vvn\_1977@mail.ru

**Vasilenko Vitalii N.**, Dr. Sci. professor, Dean of technology faculty, FSBEI HE «Voronezh state university of engineering technologies», vvn\_1977@mail.ru

**Фролова Лариса Николаевна**, доктор технических наук доцент Профессор кафедры «Технология жиров, процессы и аппараты химических и пищевых производств» ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет инженерных технологий, Fln-84@mail.ru

**Frolova Larisa N.**, Dr.Sci., professor technology of fats, processes and devices of chemical and food productions department, FSBEI HE «Voronezh state university of engineering technologies», Fln-84@mail.ru

**Драган Иван Вадимович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология жиров, процессы и аппараты химических и пищевых производств», ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет инженерных технологий

**Dragan Ivan V.**, Ph.D., of the technology of fats, processes and devices of chemical and food productions department, FSBEI HE «Voronezh state university of engineering technologies»

**Михайлова Надежда Александровна**, аспирант кафедры «Технология жиров, процессы и аппараты химических и пищевых производств», магистрант кафедры «Технология и безопасность пищевых продуктов», ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет инженерных технологий

**Mikhailova Nadezhda A.**, PhD student, FSBEI HE «Voronezh state university of engineering technologies»

**Алтайулы Сагымбек**, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология пищевых и перерабатывающих производств», Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, Республика Казахстан, sagimbek@mail.ru

**Altayuly S.**, Dr.Sci. Professor of the Department "Technology of food and processing industries", S. Seifullin agrotechcal university, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan, sagimbek@mail.ru

**Алтаев Т. С.**, магистр Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, sagimbek@mail.ru

**Altayev T.S.**, PhD student, S. Seifullin national agrarian university, Almaty, Republic of Kazakhstan, sagimbek@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 03.02.2019 г.

После рецензирования: 23.04.2019 г.

Дата принятия к публикации: 22.05.2019 г.