

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи  
УДК 665.335

**САГДУЛЛАЕВА ДИЛАФРУЗ САИДАКБАРОВНА**

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ГИДРАТАЦИИ  
ХЛОПКОВОГО МАСЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ**

05.18.06 – «Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-  
косметологических продуктов»

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Ташкент - 2011

Работа выполнена в лаборатории химии целлюлозы Института  
биоорганической химии имени академика А.С.Садыкова АН РУз.

**Научный руководитель:** доктор химических наук, профессор  
**Тураев Аббасхан Сабирханович**

**Официальные оппоненты:** доктор технических наук, профессор  
**Кадиров Юлдашхан Кадирович**  
кандидат технических наук  
**Авезов Нодирбек Эгамберганович**

**Ведущая организация:** “Тошкент ёғ-мой комбинати” ОАО

Защита состоится “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2011 г. в \_\_\_ часов на заседании  
объединенного специализированного совета Д 067.24.03 при Ташкентском  
химико-технологическом институте по адресу: 100011, Ташкент, ул. Навоий,  
32. Тел.: 244-79-21, факс: (+99891) 244-79-17.

С диссертацией можно ознакомиться в Центре информационных ресурсов  
Ташкентского химико-технологического института.

Автореферат разослан “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2011 г.

Ученый секретарь объединенного  
специализированного совета  
доктор технических наук

Додаев К.О.

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

**Актуальность работы.** В условиях преодоления последствий мирового финансово-экономического кризиса большинство стран мира в т.ч. и Узбекистан предпринимает меры по экономии топливно-энергетических и материальных ресурсов, а также использованию местных сырьевых ресурсов. В Республике из года в год растет производство хлопка, масла и других продуктов их переработки, расширяется их ассортимент.

Одним из ценных компонентов хлопкового масла считаются фосфолипиды, которые проявляют полезные физиологические и поверхностно-активные свойства. Их выделение традиционным способом гидратации из форпрессового или экстракционного хлопковых масел протекает длительное время (3 часов и более) и сопровождается значительными потерями энергии, материалов и др. Кроме того, происходят значительные изменения в составе получаемых фосфолипидов за счет их присоединения с госсиполом, хлорофиллом и другими сопутствующими триглицеридам компонентами.

Вышеуказанные недостатки известного способа гидратации хлопковых масел препятствуют его внедрению на масло-жировых предприятиях страны, хотя как показывает опыт фосфолипиды целесообразно должны быть максимально выведены из масел, т.к. они оказывают отрицательное влияние на последующие процессы их рафинации, гидрогенизации и др.

Сегодня необходимость в организации производства хлопковых фосфатидов диктуется высокими потребностями лакокрасочной, резинотехнической, нефтеперерабатывающей промышленности и сельского хозяйства к данным продуктам.

Следовательно, интенсификация процесса гидратации хлопкового масла с использованием современных методов СВЧ-излучения считается актуальной и практически важной задачей.

**Степень изученности проблемы.** Состав и свойства фосфолипидов, получаемых из хлопковых масел, ранее изучены Алиевым А.А., Ржехиным В.П., Арутюняном Н.С., Поповой В.Н., Акрамовым С.Т., Корненой Е.П., Рахимовым М.М. и другими отечественными и зарубежными учеными. ВНИИЖ (РФ) разработал технологию гидратации растительных масел, которая оказалась эффективной для переработки светлых (подсолнечного, соевого и т.п.) масел.

Гидратация хлопковых масел, получаемых как форпрессовым, так и экстракционным способами с использованием СВЧ-излучения, практикуется в данной работе впервые.

**Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР.** Диссертационная работа выполнена в соответствии с тематическими планами научно-исследовательских работ аспирантов и соискателей Института Биоорганической химии им. акад. А.С.Садыкова АН РУз на 2007-2011 гг.

**Цель исследования.** Целью данной работы является разработка высокоинтенсивной технологии гидратации форпрессовых и экстракционных хлопковых масел с использованием СВЧ-излучения и применение получаемых фосфолипидов в различных отраслях экономики.

**Задачи исследования.** В соответствии с указанной целью были сформулированы следующие задачи исследования:

- анализ содержания фосфолипидов в основных промышленных сортах семян хлопчатника;
- изучение состава и содержания фосфолипидов в хлопковых маслах, получаемых форпрессовым и экстракционным способами;
- исследование влияния СВЧ-излучения на процесс гидратации хлопковых масел и качественные показатели получаемых продуктов;
- изучение рафинируемости гидратированных хлопковых масел с использованием СВЧ-излучения;
- выбор оптимальных технологических режимов процесса гидратации хлопковых масел с использованием СВЧ-излучения;
- разработка высокоинтенсивной технологии гидратации хлопковых масел с использованием СВЧ-излучения;
- опытно-производственное испытание разработанной технологии гидратации хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения в ОАО «Тошкент ёғ-мой комбинати» и расчет ожидаемого экономического эффекта от её внедрения.

**Объект и предмет исследования.** Объектами исследования являются сырые, гидратированные и рафинированные хлопковые масла, полученные форпрессовым и экстракционным способами, а также выделенные из них фосфолипиды. Предметом исследования является процесс гидратации форпрессовых и экстракционных хлопковых масел с использованием СВЧ-излучения.

**Методы исследования.** Современные методы физико-химического, газохроматографического, спектрофотометрического, ИК-спектроскопического, ВЭЖХ, исследования хлопковых масел и фосфолипидов.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- результаты собственных анализов содержания фосфолипидов в сырых, гидратированных и рафинированных хлопковых маслах, полученных форпрессовым и экстракционным способами;
- оптимальные технологические режимы гидратации форпрессового и экстракционного хлопковых масел с использованием СВЧ-излучения;
- результаты практического использования фосфолипидов, полученных гидратацией форпрессовых и экстракционных хлопковых масел с использованием СВЧ-излучения.

**Научная новизна.** Выявлены особенности состава и свойств фосфолипидов, полученных из форпрессового и экстракционного хлопковых масел с использованием СВЧ-излучения. Установлено, что при использовании микроволнового излучения в составе гидратированных фосфолипидов по сравнению с традиционным способом значительно снижается содержание госсипола, хлорофилла и их производных. Выявлено, что при гидратации хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения на стадии коагуляции укрупнение хлопьев фосфолипидов ускоряется в 8-12 раза (в зависимости от состава сырых хлопковых масел).

Впервые показано положительное влияние гидратации форпрессового и экстракционного хлопковых масел с использованием СВЧ-излучения, на повышение выхода и качества рафинированных масел.

Разработана высокоинтенсивная технология гидратации форпрессового и экстракционного хлопковых масел с использованием СВЧ-излучения. при следующих оптимальных режимах: частота СВЧ-излучения - 2450 МГц, время излучения – 5 мин,

интенсивность перемешивания фаз – 60 об/мин и количество гидратируемой воды - 4% от массы масла.

### **Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Результаты исследования позволили научно обосновать возможность интенсификации процесса гидратации форпрессового и экстракционного хлопковых масел с использованием современного метода и аппаратуры СВЧ-излучения, а также применения полученных фосфолипидов в различных отраслях экономики в частности в нефтепереработке для повышения текучести высоковязких и высокопарафинистых нефтей по трубопроводу.

Экспериментально-теоретические результаты исследований влияния СВЧ-излучения на состав и свойства хлопкового масла и получаемых из него фосфолипидов могут быть использованы в учебном процессе при чтении курса «Технология переработки жиров» в Ташкентском химико-технологическом институте, Бухарском технологическом институте пищевой и легкой промышленности, Ферганском политехническом институте и других вузах.

**Реализация результатов.** Разработанный способ интенсификации процесса гидратации хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения испытан в ОАО «Тошкент ёғ-мой комбинати», где были получены положительные результаты (акт испытания имеется в приложении диссертации). Ожидаемый экономический эффект от его внедрения на данном предприятии составит более 55,9 млн. сум при производительности 1000 т гидратированного хлопкового масла в год.

На основе результатов лабораторных исследований и опытно-производственных испытаний разработан технологический регламент (ТР) на проведение процесса гидратации хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения.

Разработано техническое условие (ТУ 1/2011 ИБОХ) на технический фосфатидный концентрат, получаемый из хлопкового масла.

**Апробация работы.** Результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на: - 7<sup>ом</sup> Международном Симпозиуме по химии природных соединений, посвященной 50-летию Института химии растительных веществ им. академика С. Юнусова (Ташкент, 2007); - Юбилейной Международной конференции «Пищевая и легкая промышленность» в стратегии вхождения Республики Казахстан в число наиболее конкурентоспособных стран мира», посвященной 50-летию Алматинского технологического университета (Алма-ата, 2007); - Республиканской научно-технической конференции «Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана» Института общей и неорганической химии АН РУз. (Ташкент, 2007); - Конференции «Актуальные проблемы химии природных соединений» Института химии растительных веществ им. академика С. Юнусова (Ташкент, 2009); - Республиканской научно-практической конференции «Стратегия и развитие науки и технологий в XXI - веке» Бухарский технологический институт пищевой и легкой промышленности (Бухара, 2009); - Международная научная конференция «Актуальные проблемы развития биоорганической химии» (Ташкент, 2010); - Республиканской научно-практической конференции «Минитехнологии по переработке сельскохозяйственных продуктов» Ташкентский Государственный Аграрный университет и Ташкентский Государственный технический университет (Ташкент, 2009), на семинаре при специализированном совете Д. 067.24.03 в

ТХТИ (2011).

**Опубликованность результатов.** По материалам диссертации имеется 10 научных публикаций, в том числе 3 журнальных статей, 7 тезисов докладов.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы, насчитывающего 187 наименований и приложения, где содержатся документы, отражающие степень внедрения данной работы. Диссертация написана на 140 страницах компьютерного текста, содержит 28 таблиц и 10 рисунков.

## 2. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обоснована актуальность задачи и степень изученности проблемы, сформулированы цели и задачи диссертационной работы, изложены основные положения, выносимые на защиту, указаны научная новизна и практическая ценность полученных результатов.

**В первой главе** диссертационной работы рассмотрено современное состояние технологии гидратации растительных масел, проанализированы известные способы его осуществления, в частности выявлены особенности гидратации хлопкового масла и получаемых из него фосфолипидов, а также методы интенсификации рассматриваемого процесса.

**Во второй главе** представлены материалы и методы экспериментального исследования гидратации хлопкового масла, изложены методы гидратации хлопкового масла традиционным способом и СВЧ-излучением. Представлены результаты анализов сырых, гидратированных хлопковых масел и полученных из них фосфолипидов, содержание свободного госсипола в хлопковых маслах, получаемых форпрессовым и экстракционным способами, а также в продуктах его переработки.

**В третьей главе** приведены данные по исследованию процесса гидратации хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения, результаты исследования состава и содержания фосфолипидов в основных промышленных сортах семян хлопчатника, сырых хлопковых маслах, получаемых форпрессовым и экстракционным способами, а также фосфолипидов, выделенных из соответствующих масел, анализы содержания госсипола в гидратированных хлопковых маслах, полученных традиционным способом и СВЧ-излучением. Показана эффективность щелочной рафинации гидратированных при СВЧ-излучении хлопковых масел.

**В четвертой главе** представлены технологические режимы гидратации хлопковых масел при СВЧ-излучении, математические модели рассматриваемого процесса, полученные методом экстремального планирования эксперимента, результаты опытно-производственного испытания предлагаемой технологии в ОАО «Тошкент ёғ-мой комбинати», а также расчеты ожидаемого экономического эффекта от внедрения предлагаемой технологии в производство.

Пользуясь случаем, автор выражает искреннюю благодарность научному консультанту кандидату технических наук, доценту Турсунову М.Т. за ценные советы при выполнении настоящей диссертационной работы, а также за оказанные научно-методическую помощь и консультации.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### Исследование процесса гидратации хлопкового масла традиционным способом и СВЧ-излучением

Для выделения фосфолипидов из хлопковых масел, полученных прессовым и экстракционным способами, применяли дистиллированную воду, опыты осуществляли на лабораторной установке по методике ВНИИЖа.

В настоящее время использование нетрадиционных способов обработки растительных масел считается перспективным, т.к. в отличие от известных позволяет значительно сократить расход электроэнергии, тепла и др.

СВЧ-излучение отличается от традиционного конвективного способа объемностью нагрева, высокой скоростью теплопереноса и теплоотдачи. Это и обуславливает высокую интенсивность процесса СВЧ-обработки масел, где наряду с изменением их температуры меняются их физико-химические, коллоидно-химические и другие свойства.

Известно, что СВЧ-излучением называют диапазон частот  $300 \text{ ГГц} \div 300 \text{ МГц}$  в электромагнитном спектре, расположенном между инфракрасными и радиочастотными волнами. Так, например, в бытовых микроволновых установках в основном используют частоту в  $2450 \text{ МГц}$ .

Если учесть, что для традиционных конвективных способов нагрева характерна передача тепла в объем вещества с его поверхности посредством теплопроводности и конвекции, то можно обнаружить, что теплопроводность объекта (например, масла) сильно низка и поэтому нагрев происходит очень медленно, с локальным перегревом поверхности. В случае СВЧ-излучения хлопкового масла нагрев происходит «изнутри» одновременно по всему объему образца за счет создания эффекта диэлектрических потерь.

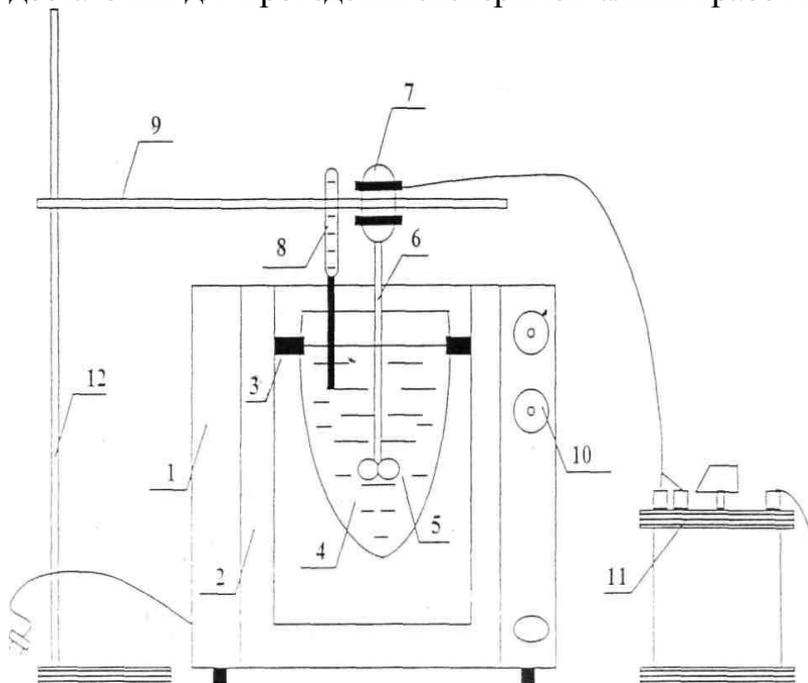
Принципиальная схема лабораторной СВЧ-установки (рис.1) включает в себя: генератор-электромагнитный излучатель (чаще всего магнетрон), волновод, камеру для нагрева (или резонатор), систему вентиляции и охлаждения магнетрона и камеры, систему защиты от избыточного излучения, систему измерительных приборов и блок управления. Причем, тип распределения энергии может быть мультимодовым и мономодовым.

Учитывая то, что гидратация хлопкового масла осуществляется с водой, нами была сконструирована СВЧ-установка с дополнительным перемешиванием фаз.

Методика осуществления гидратации хлопкового масла на лабораторной СВЧ-установке состоит в следующем: определенное количество (например,  $200 \text{ мл}$ ) хлопкового масла гидратируется дистиллированной водой в количестве  $1-4\%$  от массы масла. Колба 4 устанавливается с помощью держателя 3 внутри резонатора 2. С целью создания необходимой скорости и интенсивности перемешивания фаз дополнительно используем стеклянную мешалку 6, которая стеклянным валом закреплена к ротору двигателя 7. Число оборотов мешалки регулируем с помощью ЛАТРа 11. Температуру гидратируемого масла с водой контролируем с помощью термометра 8, который закреплен зажимом 9 на штативе 12.

После закрытия крышки СВЧ-установки, включается генератор микроволнового излучения 1, который управляется с помощью блока управления 10. В данном блоке, кроме позиций, регулируются и время микроволнового излучения, т.е. СВЧ-обработки хлопкового масла.

Лабораторная установка рассчитана на мощности 100÷600 Вт и эти мощности достаточны для проведения экспериментальных работ по гидратации хлопкового масла



1-магнетрон; 2-резонатор; 3-крепежный узел; 4-стеклянная колба; 5-гидратируемое хлопковое масло; 6-стеклянная мешалка; 7-двигатель; 8-термометр; 9-крепление двигателя; 10-блок управления СВЧ-установки; 11-ЛАТР; 12-штатив для закрепления двигателя, КИП и др.

**Рис.1 Лабораторная установка для гидратации хлопкового масла при СВЧ-излучении.**

при микроволновом излучении. На данной установке можно осуществлять процесс гидратации хлопковых масел при различной концентрации воды. Это позволяет определить оптимальные технологические режимы гидратации хлопковых масел с использованием СВЧ-излучения. Кроме того, на данной установке можно изучить влияние СВЧ-излучения на качественные показатели получаемых фосфолипидов, а также установить закономерности рассматриваемого процесса.

Безусловно, создание такой установки способствует расширению экспериментальных исследований по гидратации растительных масел с использованием СВЧ-излучения.

### **Результаты анализов сырых, гидратированных хлопковых масел и полученных из них фосфолипидов**

Для проведения экспериментальных работ использованы хлопковые масла, полученные прессовым и экстракционным способами из ОАО «Ташкент ёғ-мой комбинати».

В табл. 1 представлены основные физико-химические показатели хлопковых масел, использованных при осуществлении экспериментальных работ.

Из табл. 1 видно, что прессовое хлопковое масло по своим физико-химическим показателям превосходит такое же масло, полученное экстракционным способом. В частности, это видно по содержанию неомыляемых веществ и другим показателям.

В анализированных образцах хлопковых масел содержание:  $\alpha$ -токоферола равно - 30%, стирола - 0,24 мг,  $\beta$ -ситостирола - 0,22% и фосфолипидов - до 2,0 %.

В табл. 2 представлены результаты химического анализа подобранных образцов хлопковых масел.

Из табл.2. видно, что исследуемые хлопковые масла различаются по кислотному числу, цветности, содержанию сопутствующих веществ и др. Так, например, кислотное

число для прессовых масел колеблется в пределах от 4,86 до 8,52 мг КОН/г, а для экстракционных - от 6,37 до 10,5 мг КОН/г.

Таблица 1

**Физико-химические показатели прессового и экстракционного хлопковых масел, использованных для гидратации фосфолипидов**

Наименование показателя	Ед. изм.	Вид хлопкового масла	
		Прессовое	экстракционное
Плотность при 20 <sup>0</sup> С	г/см <sup>3</sup>	918-938	920-934
Показатель преломления при 20 <sup>0</sup> С		1,4715-1,4745	1,4710-1,4750
Число омыления,	мг КОН/г	188-195	187-198
Йодной число,	%, I <sub>2</sub>	101-115	103-117
Содержание:			
-неомыляемых веществ	%	до 1,8	до 2,1
-жирных кислот:	%		
-линолевая - С <sub>18:2</sub>		41-45	40-46
-олеиновая - С <sub>18:1</sub>		31-36	30-35
-стеариновая - С <sub>18:0</sub>		до 1,9	до 2,0
-пальмитиновая - С <sub>16:0</sub>		20-24	21-25
-пальмитоолеиновая - С <sub>16:1</sub>		0,3-0,4	0,3-0,4

Таблица 2

**Химический состав прессового и экстракционного хлопковых масел, использованных для гидратации фосфолипидов**

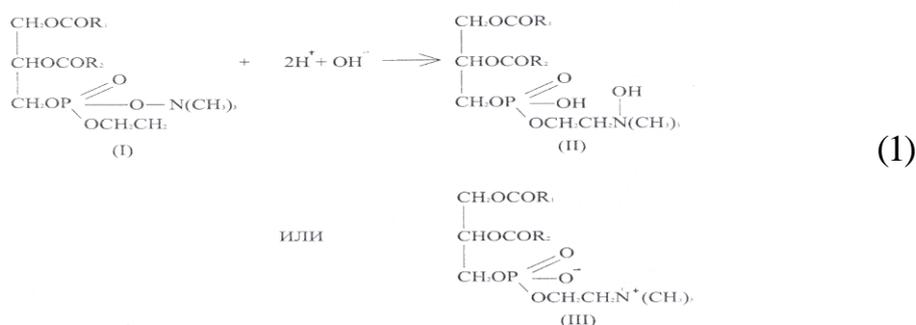
Способ получения масла	Кислотное число, мг КОН/г	Цветность при 35 желт. ед. в 1 см слое	Перекисное число, % I <sub>2</sub>	Содержание, %		
				фосфолипидов	госсиопола	нежировых примесей
форпрессовое	4,86-8,52	50-60 кр. ед.	0,01÷0,03	1,5÷1,9	0,22÷0,26	0,35÷1,8
экстракционное	6,37-10,5	60-70 кр. ед., 2-8 син. ед.	0,01÷0,04	1,6÷2,1	0,15÷0,35	0,55÷0,84

Практически все образцы хлопковых масел имеют интенсивную цветность, в большинстве определяемую в 1 см слое только при разведении исходного масла рафинированным. При определении цветности экстракционных масел использовали синий светофильтр. Число синих единиц при определении цветности свидетельствует о наличии измененных форм хлорофилла, госсиопола и др. При этом с повышением кислотного числа интенсивность синего цвета масла увеличивается.

**Изучение состава и содержания фосфолипидов в основных промышленных сортах семян хлопчатника**

Гидратация является наиболее распространенным методом выделения фосфолипидов из растительных масел и ее можно показать на примере обводнения фосфатидилхолина (лецитина) по схеме:

Данная схема (1) представляет собой молекулу дифильного характера, обладающего мощной липофильной частью, состоящей из двух жирнокислотных радикалов и гидрофильной, представленной фосфорнохолино-глицериновым и сложноэфирным



остатком. Солевидная форма (внутренняя соль I) нерастворима в воде, т.к. гидрофильно-липофильный баланс молекулы явно сдвинут в сторону липофильности. Такое присоединение воды образует форму (II), которая хорошо растворима в масле. Возможно образование и цвиттерионной формы (III), которая напротив нерастворима в масле.

Изучение содержания фосфатидов и госсипола в основных промышленных сортах семян хлопчатника позволяет правильно выбрать сырьё для производства фосфолипидов и других.

Результаты анализов представлены в табл. 3

Таблица 3

**Изменения содержания масла, фосфолипидов, госсипола и свободных жирных кислот в основных промышленных сортах семян хлопчатника**

Сорт семян хлопчатника	Кислотное число масла в семенах, мг КОН/г	Массовая доля, %		
		масла	фосфолипидов	госсипола
Ташкент-6	3,55÷3,72	22,5÷24,3	0,9÷1,6	1,12÷1,21
Андижан-35	3,65÷3,88	23,7÷25,1	1,0÷1,8	0,95÷1,07
С-4727	4,11÷4,25	21,4÷23,0	1,1÷1,7	0,80÷0,97
Термез-31 <sup>х)</sup>	2,74÷2,86	23,5÷24,7	1,3÷1,8	1,51÷1,83
Ан-Баяут-2	4,15÷4,29	22,3÷23,6	0,9÷1,5	1,05÷1,27
ФАН-1	3,62÷3,75	21,7÷23,1	0,8÷1,6	0,82÷0,98
ФАН-2	3,74÷3,86	21,8÷23,4	1,0÷1,7	1,10÷1,24
С-9080	3,18÷3,25	22,5÷24,3	1,1÷1,6	1,12÷1,23
С-6524	3,27÷3,41	22,3÷23,7	1,3÷1,8	0,85÷1,02
Наманган-77	3,12÷3,28	22,8÷24,2	1,0÷1,6	0,83÷1,07
Юлдуз	3,74÷3,85	21,7÷23,4	1,1÷1,8	0,94÷1,22
АН-512	3,53÷3,67	21,5÷23,2	1,2÷1,7	0,45÷0,67

Примечание: х) Данный сорт относится к тонковолокнистым семенам хлопчатника.

Из табл. 3. видно, что во всех изученных сортах семян хлопчатника масличность меняется в пределах 21÷25%, что зависит от условий их возделывания (места, содержания удобрений и т.п.). Так, например, сорта Андижан-35, Термез-31, Наманган-77 имеют наибольшую и, наоборот, С-4727, ФАН-1,2 и Юлдуз имеют наименьшую масличность. При этом наибольшее содержание фосфолипидов выявлено в следующих сортах: Термез-31, С-6524, АН-512 и наименьшее - в ФАН-1, АН-Баяут-2, Ташкент-6. Причем наибольшее кислотное число установлено в следующих сортах семян

хлопчатника: С-4727, АН-Баяут-2, Юлдуз и наименьшее - в Термез-31, Наманган-77, С-9080.

Как следовало ожидать, в зависимости от условий возделывания хлопчатника содержание общего госсипола в семенах колеблется в широких пределах. Так, например, наибольшее количество общего госсипола содержится в следующих сортах: Термез-31, С-9080, Ташкент-6 и наоборот, наименьшее - в АН-512, С-4727, Наманган-77.

Как видно, выбор того или иного сорта семян хлопчатника по выше рассмотренным показателям затруднен из-за отсутствия четкой корреляции между изученными показателями. Кроме того, в семенах общий госсипол состоит из свободного и связанного, последний из которых считается практически не разделяемым.

Учитывая это, нами на основе трех промышленных сортов семян хлопчатника было изучено содержание свободного и связанного госсипола, а также фосфолипидов.

Полученные результаты представлены в табл.4.

Из табл.4 видно, что массовая доля свободного и связанного госсипола практически во всех выбранных сортах семян хлопчатника имеет близкие друг другу значения. Это говорит о том, что в нативном виде соотношения свободного и связанного госсипола в семенах имеют близкие значения.

Таблица 4

**Изменение содержания свободного и связанного госсипола в некоторых промышленных сортах семян хлопчатника**

Сорт семян хлопчатника	Массовая доля, %	
	свободного госсипола	связанного госсипола
Ташкент-6	0,62÷0,69	0,19÷0,22
Андижан	0,67÷0,71	0,17÷0,19
С-4727	0,61÷0,67	0,15÷0,18

Безусловно, для получения фосфолипидов с низким содержанием госсипола целесообразно перерабатывать выбранные сорта семян хлопчатника.

**Исследование процесса гидратации хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения**

Комплексная технология переработки семян хлопчатника предусматривает использование процесса гидратации сырого масла, за счет которого появляются возможности выпуска ценных фосфатидов для различных отраслей экономики и сельского хозяйства.

Из-за низкой эффективности известной технологии гидратации хлопкового масла она сегодня не нашла себе промышленного применения. Прежде всего, это касается длительности стадии коагуляции (экспозиции) хлопьев фосфолипидов и их осаждения в процессе гидратации хлопкового масла, что сопряжено со значительными материальными и энергетическими затратами.

Для устранения вышеуказанных недостатков нами исследована возможность интенсификации данного процесса с использованием СВЧ-излучения.

Известно, что процесс гидратации хлопкового масла состоит из следующих стадий: - нагревание масла;

- смешивание масла с водой (или соевым раствором);
- экспозиция (коагуляция) фосфолипидов в гидратированном масле;

- разделение фосфолипидов из гидратированного масла.

Если повремененно разложить данные стадии процесса гидратации, то необходимое время для осуществления последнего складывается из следующих составляющих:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4, \text{ (час)}$$

где  $\tau$  - время, необходимое для гидратации масел, час;

$\tau_1, \tau_2, \tau_3$  и  $\tau_4$  - время, необходимое для осуществления следующих стадий процесса гидратации хлопкового масла: нагревание масла, смешивание масла с водой (или солевым раствором), коагуляция фосфолипидов и их разделение, соответственно, час.

Нами в лабораторных условиях изучено необходимое время для эффективного осуществления данного процесса.

Из табл.5 видно, что значительное время до 5,5-6 часов расходуется на осуществление стадии коагуляции, т.е. экспозиции фосфолипидов при гидратации хлопковых масел. Причем, применение вместо дистиллированной воды 0,3%-ного солевого раствора позволяет снизить затраты времени на данную стадию лишь на 0,5 часов.

Полученные данные представлены в табл. 5.

Таблица 5

**Затраченное время для осуществления процесса гидратации хлопкового масла**

Вид гидратируемого реагента	Время, затраченное на стадии процесса, час				Время, затраченное на процесс, ( $\tau$ )
	нагревания, ( $\tau_1$ )	смешивания, ( $\tau_2$ )	коагуляции, ( $\tau_3$ )	разделения, ( $\tau_4$ )	
Дистиллированная вода	до 0,5	до 0,5	до 6	до 1	до 8
0,3 %-ный солевой раствор	до 0,5	до 0,5	до 5,5	до 1	до 7,5

Естественно, этого недостаточно для промышленного применения данного процесса из-за низкой скорости стадии коагуляции хлопьев фосфолипидов.

Учитывая имеющиеся различия в диэлектрических свойствах хлопковых масел, их фосфолипидов и других сопутствующих триацилглицеридам веществ, нами проведено экспериментальное исследование по оценке влияния СВЧ-излучения на рассматриваемый процесс.

Результаты исследований показали положительную роль СВЧ-излучения в интенсификации отдельных стадий процесса гидратации хлопкового масла.

При изучении стадии коагуляции фосфолипидов из хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения установлено, что затрачиваемое время сокращается до 2 – 5 мин, что позволяет значительно снизить энергетические и материальные расходы, повысить производительность линии и качество получаемых продуктов.

Исследование процесса гидратации хлопкового масла осуществляли согласно схеме, представленной на рис.2.

Таблица 6

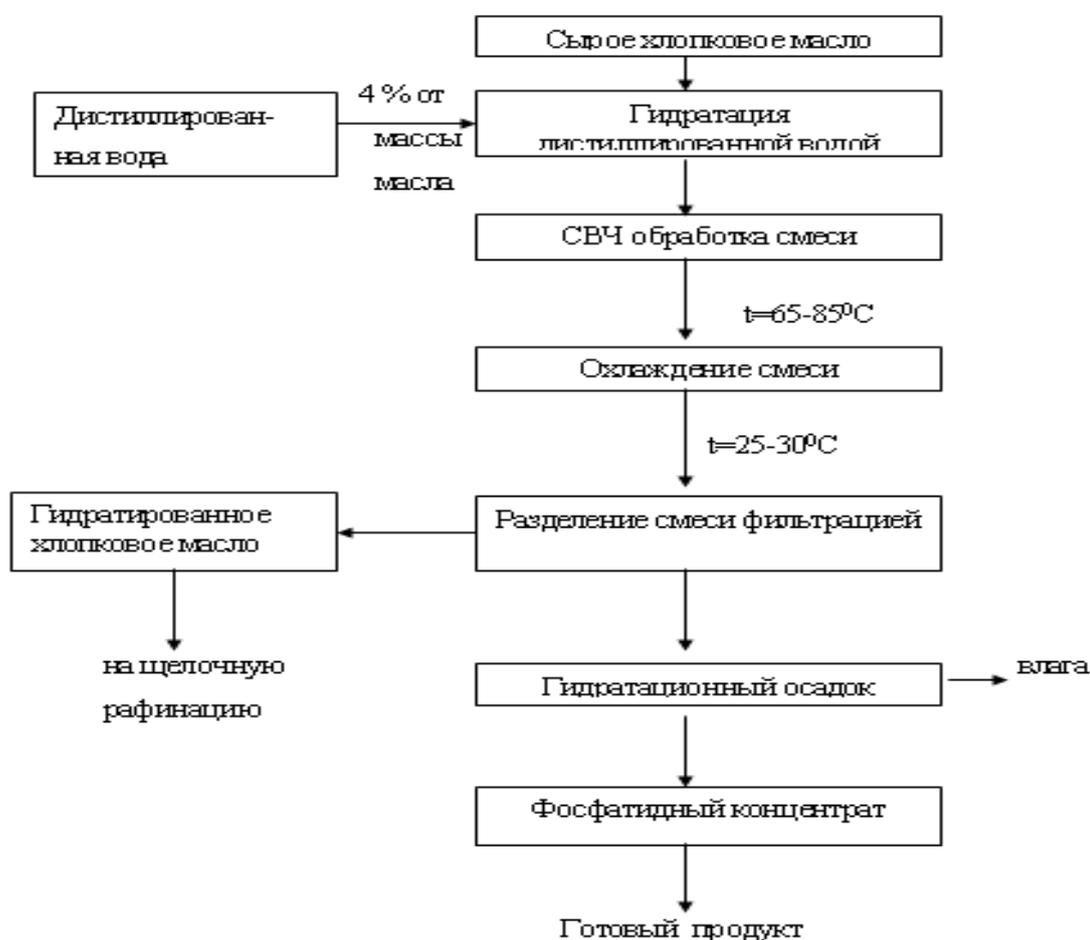
## Влияние СВЧ-излучения на показатели гидратированного хлопкового масла и фосфолипидов

Условия СВЧ-излучения		Показатели гидратированного масла			Показатели фосфолипидов				
Мощность, Вт	Время, мин	Температура, °С	Цветность при 70 желт. ед		Кислотное число, мг КОН/гр	Влага, %	Количество масла с фосфатидами, %	Содержание фосфатидов P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , % к маслу	Количество фосфатидов в пересчете на стеаролецитин
			кр.ед.	сн.ед.					
Сырое хлопковое масло									
-	-	-	23	11	3,86	0,18	5,80	0,078	2,228
Гидратированное хлопковое масло и фосфолипиды, полученные традиционным способом (контроль):									
-	-	-	23	9,9	3,05	0,12	5,16	0,028	0,805
Гидратированное хлопковое масло и фосфолипиды, полученные СВЧ-излучением:									
100	30	60-70	23	9,8	2,79	0,14	5,16	0,037	1,046
200	31	60-80	23	9,4	2,83	0,12	5,55	0,033	0,996
300	11	68-83	23	9,1	2,94	0,14	5,64	0,036	1,032
300	2	65-90	23	9,0	3,01	0,17	5,69	0,060	1,907
450	2	75-90	23	11	3,05	0,13	5,63	0,058	1,095

При традиционном способе гидратации хлопкового масла (без применения СВЧ-излучения) смесь масла с водой отстаивали в печи при температуре 60-65 °С в течение 6 часов.

В табл.6 представлены результаты исследования влияния СВЧ-излучения на показатели гидратированного хлопкового масла и фосфолипидов.

Из табл. 6 видно, что с использованием СВЧ-излучения значительно сокращается длительность процесса гидратации хлопкового масла. Причем, с увеличением мощности СВЧ-излучения масла до 300 Вт повышается выход фосфолипидов. С увеличением мощности СВЧ-излучения сокращается и время его воздействия на масла. Так, например, при мощности СВЧ-излучения при 300 Вт целесообразно обработку проводить в течение 2 минут, т.к. при этом кислотное число масла практически не меняется.



**Рис.2. Блок-схема получения гидратированного хлопкового масла и фосфолипидов с использованием СВЧ- излучения**

Так, например, при мощности СВЧ-излучения при 300 Вт целесообразно обработку проводить в течение 2 минут, т.к. при этом кислотное число масла практически не меняется. Кроме того, в «синем» цвете хлопкового масла наблюдается снижение, что объясняется удалением из гидратированного масла соединений фосфолипидов с веществами (например, хлорофиллами), придающими маслу «синий» оттенок.

Интенсификация процесса гидратации хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения, по-видимому, можно объяснить положительным влиянием электромагнитных сил на скорость коагуляции (экспозиции) фосфолипидов, что, в свою очередь, ускоряет стадию их отстаивания.

Объёмное температурное воздействие на гидратируемое хлопковое масло с водой СВЧ-излучением показывает более эффективные результаты, т.е. увеличивается выход гидратируемых фосфолипидов и повышается их качество по сравнению с традиционным конвективным способом теплообмена.

Известно, что фосфолипиды под действием электромагнитных сил повышают свою полярность, поверхностное натяжение, дипольные моменты и другие показатели, в результате чего увеличивается их выход в процессе гидратации масла.

Следовательно, проведенные исследования влияния СВЧ-излучения на показатели гидратированного хлопкового масла и фосфолипидов показывают его высокую эффективность интенсификации рассматриваемого процесса и повышение качества получаемых продуктов.

Известно, что присутствие госсипола и его производных усложняет выделение нативных фосфолипидов из хлопковых масел. Причем, фосфолипиды в отличие от триглицеридов сильно реагируют на изменение магнитного воздействия. Следовательно, для интенсификации процесса их извлечения возможно применение магнитных сил.

Учитывая вышесказанное, нами проведено экспериментальное исследование влияния микроволнового излучения (СВЧ) на отдельные стадии процесса гидратации хлопкового масла.

Опыты проводили на лабораторной установке следующим образом: гидратации подвергали хлопковое масло, полученное прессовым способом со следующими показателями: кислотное число - 3,86 мг КОН/г, цвет - 25 красных ед. при 70 желтых ед.

В ходе исследований установлено, что под действием магнитных сил фосфолипиды коагулируются более интенсивно и оседают на дне аппарата в 100-150 раз быстрее, чем обычный традиционный способ их осаждения. Кроме того, применение микроволнового излучения позволяет нагревать гидратируемое хлопковое масло быстрее, чем традиционный конвективный метод его нагрева.

В настоящее время СВЧ-технология широко применяется в пищевой промышленности и поэтому не требует дополнительных доказательств на обоснование его пищевой безопасности.

Нам было интересно изучить состав фосфолипидов, получаемых из хлопкового масла СВЧ-излучением, т.к. их назначение определяется по данным показателям.

Результаты исследований позволяют рекомендовать полученные хлопковые фосфолипиды в технических целях.

Следует заметить, что гидратационный осадок, получаемый с использованием микроволнового излучения, является более густым, чем осадок, получаемый традиционным методом гидратации. Это также благоприятно сказывается на стадии фильтрации хлопковых фосфолипидов из гидратированного масла.

Таким образом, проведенные исследования позволяют рекомендовать к использованию способ интенсификации процесса гидратации хлопкового масла с применением микроволнового излучения.

## **Изучение гидратированных хлопковых масел и получаемых из них фосфолипидов**

Сырое хлопковое масло богато биологическими и физиологическими активными веществами. В частности, в нём содержатся различные виды фосфолипидов, госсипола и других ценных компонентов, которые представляют технический и фармацевтический интерес.

Нами в лабораторных условиях были получены фосфолипиды традиционным способом и СВЧ-излучением. При этом путем вакуумной выпарки влаги были получены фосфатидные концентраты различного качества.

В табл. 7 представлены физико-химические характеристики полученных продуктов.

Из табл. 7 видно, что при использовании СВЧ-излучения качество получаемого технического хлопкового фосфатидного концентрата (ТХФК) более высокое, чем при получении данного продукта традиционным способом. Так, например, в продукте, полученным СВЧ-излучением, содержится больше фосфолипидов (59,8%), коричневых пигментов (22,12 мг/г), чем в продуктах, полученных традиционным способом.

Таблица 7

### **Показатели технических хлопковых фосфатидных концентратов (ТХФК), полученных традиционным способом и СВЧ- излучением**

Наименование показателей фосфатидного концентрата	Единица Измерения	Показатели фосфатидного концентрата	
		полученного традиционным способом	полученного с использованием СВЧ-излучения
Цветность по Ловибонду при в 35 желтых ед. в 13,5 см.сл.	в красн. ед.	23	26
	в синих ед.	1,2	3,1
Кислотное число масла, выделенного из ТХФК	мг КОН/г	18,3	19,4
Содержание:	%		
-фосфолипидов	%	54,1	59,8
-масла	%	46,7	38,4
-влаги и летучих веществ	%	0,97	0,75
Коричневых пигментов	мг/г	19,25	22,12

Безусловно, использование хлопковых фосфолипидов в тех или иных отраслях экономики сопряжено с анализом содержания в них госсипола и его производных.

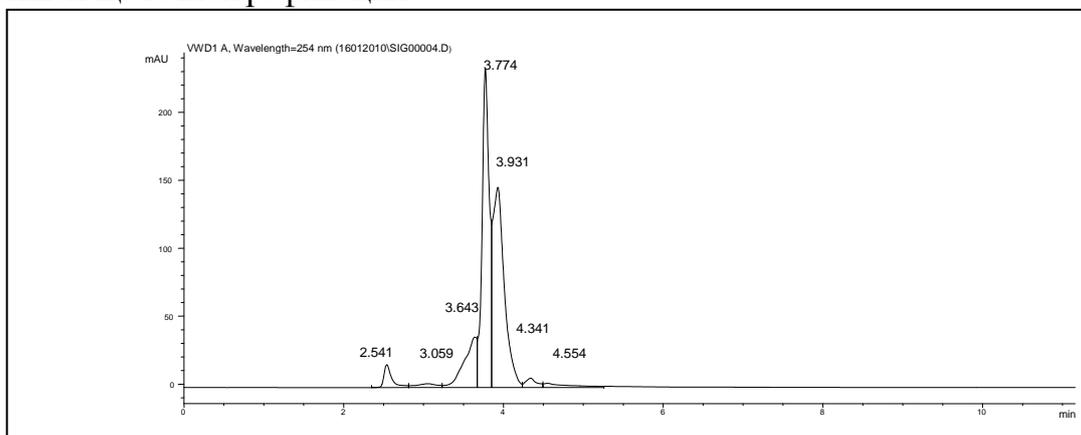
Учитывая это, нами проведены исследования хлопковых масел, гидратированных традиционным способом и СВЧ-излучением.

Хлопковое масло, гидратированное традиционным способом, экстрагировали в ацетоннитриле при соотношении 1г гидратированного масла: 10 мл метанола в ультразвуковой бане в течение 10 мин. Экстракты перед ВЭЖХ-анализом осветляли центрифугированием 10 тыс. об/мин, 3 мин ВЭЖХ проводили на полярной колонке Si 0,46 x 25 см (Vekman, США) с помощью хроматографа Agilent 1100 (Agilent, США). Подвижная фаза 100%-ный ацетонитрил, скорость потока 0,7 мл/мин, детектирование при 254 нм. Идентификацию пиков проводили в соответствии с временами удерживаний

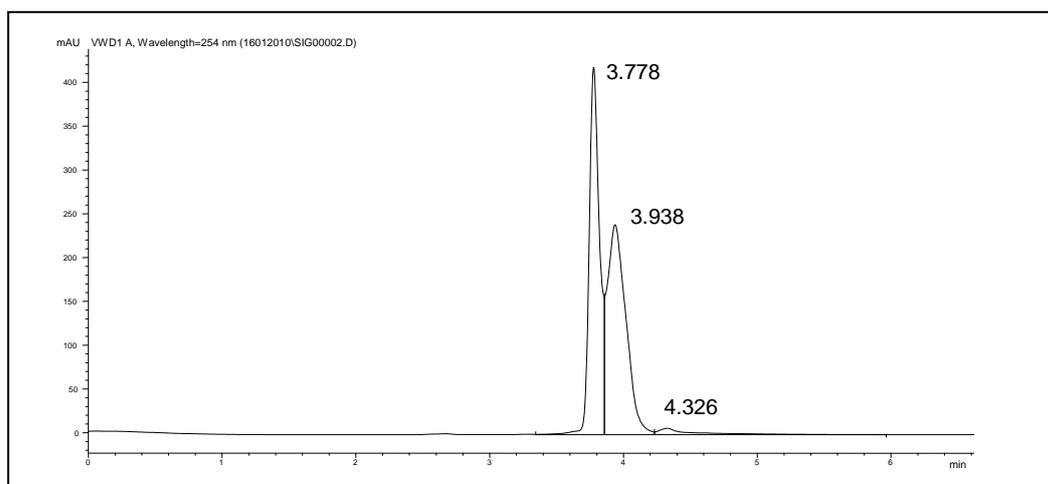
пиков аутентичных веществ (госсипол, фосфолипиды). Интегрирование пиков проводилось с помощью программы Chemstation (Hewlett Packart, США).

Результаты хроматографического анализа гидратированных хлопковых масел по определению содержания госсипола и его производных представлены на рис. 3 и 4.

Из рис.3 и 4 видно, присутствие определенного количества госсипола и его производных в гидратированных хлопковых маслах, показывающих необходимость их дальнейшей щелочной рафинации.



**Рис. 3 Хроматограмма количественного анализа хлопкового масла, гидратированного обычным способом при скорости потока равной 0,7 мл/мин., времени- 3.931 мин и 40.5318% госсипола**



**Рис. 4 Хроматограмма количественного анализа хлопкового масла, гидратированного СВЧ-излучением при частоте равной 2450 МГц в течение 2 минут. (время -3.938 мин 49.4342 % госсипола)**

Ниже приведены результаты количественного определения содержания госсипола в гидратированных хлопковых маслах, полученных различными способами.

После использования СВЧ-излучения количество госсипола (и его производных) в гидратированном хлопковом масле остается больше (49,4342%), чем в масле, гидратированном традиционным способом (40,5318% госсипола и его производных) фосфатидных осадках, полученных обычным способом гидратации. Из данных хроматограмм видно, что использование СВЧ-излучения позволяет сохранить значительную часть госсипола и его производных в гидратированном масле.

Таким образом, проведенные исследования позволяют рекомендовать использование СВЧ-излучения для интенсификации процесса гидратации хлопковых

масел и получаемые при этом фосфолипиды меньше содержат госсипол и его производные.

Следовательно, ТХФК может быть использован в качестве технического неионогенного ПАВ в составе минеральных масел, водных эмульсий и т.п.

В нефтеперерабатывающей промышленности ТХФК применяют при производстве смазочных масел для гомогенного распределения их составных частей. Прибавление фосфолипидов предотвращает образование нежелательных продуктов полимеризации и окисления при хранении смазочных масел. В производстве резиновых изделий ТХФК применяют для смазки изделий, а также как смачиватель красителей.

Как видно, ТХФК способствует замене импортируемых из-за рубежа дорогостоящих реагентов на местное сырье и снижает себестоимость производства получаемых товаров.

В настоящее время в Узбекистане интенсивно развивается нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая промышленности, транспортируются по трубопроводу высоковязкие нефти со значительным содержанием смол, парафина и др.

Поэтому подбор более дешевых местных присадок к высоковязким нефтям сегодня считается актуальной задачей. Известные дорогостоящие импортные реагенты (присадки) преимущественно состоят из легколетучих эфиров и вредны для здоровья людей. Поэтому их замена с точки зрения здравоохранения и экологии считается актуальной задачей.

Учитывая это, нами были получены фосфолипиды из сырых (черных) экстракционных хлопковых масел с использованием СВЧ-излучения. При этом выпаривание избыточной влаги осуществляли в лабораторных условиях под вакуумом.

В табл. 8 представлены основные физико-химические показатели технического хлопкового фосфатидного концентрата, полученного из экстракционного масла.

Из табл. 8 видно, что основная часть хлопкового фосфатидного концентрата состоит из фосфолипидов (56÷64%) и триацилглицеридов (35÷45%). Также имеется значительное количество (4,5÷7,5%) свободных жирных кислот. Присутствие 0,15÷1,5% госсипола и его производных не позволяет использовать полученный хлопковый фосфатидный концентрат в пищевых или кормовых продуктах. Поэтому данный хлопковый фосфатидный концентрат рекомендуется использовать для технических целей, в частности, в качестве ПАВ для повышения текучести высоковязких нефтей по трубопроводу.

Известно, что фосфолипиды способны изменять фазовые и энергетические взаимодействия на поверхностях раздела полярной и неполярной фаз. Традиционно, ПАВ имеют одну или несколько полярных (активных) групп. В предлагаемом ТХФК полярные (активные) группы состоят из кислородосодержащих-эфирных, гидроксильных, карбоксильных-, азотсодержащих, амино- и фосфорсодержащих групп. Причем, в составе таких активных групп могут быть и металлы.

ТХФК можно отнести к неионогенным ПАВ, хорошо растворяющимся в масле, нефти и его продуктах переработки.

Особенность химического состава, строения, полярности и поверхностных свойств ТХФК позволяет распространить общую теорию ПАВ академика П.А.Ребиндера на такие растворы как «фосфолипиды в масле» (или нефтепродуктах). Молекулы ТХФК в масле существуют в истинно растворенном виде - ассоциатов-димеров, мисцелл

различной формы и размеров с образованием полярного ядра и определенным образом ориентированных к центру полярных формирований системы. Механизм действия ТХФК на разжижение и повышение текучести высоковязких нефтей можно объяснить подобно роли ПАВ в рассматриваемом продукте.

Если учесть, что в Республике будет произведено более 1,0 млн. т хлопкового масла, содержащего в среднем 2,0 % фосфолипидов, то станет ясно возможное количество получения технического фосфатидного концентрата, которое равно более 15,0 ÷ 17,0 тыс. т в год.

Нами изучено влияние ТХФК на показатели текучести высоковязких местных нефтей. Опыты по измерению динамического напряжения сдвига (Па) и динамической вязкости (Па. с) местных нефтей проводили согласно методике при температуре 20<sup>0</sup>С.

Полученные результаты измерений представлены в табл. 8.

Таблица 8

**Изменение показателей текучести местных нефтей в зависимости от содержания в них технического хлопкового фосфатидного концентрата**

Наименование месторождения нефти	Добавка ТХФК, г/т	Динамическое напряжение сдвига, Па	Динамическая вязкость, Па.с
Нефть Джаркурганского месторождения с плотностью 873 кг/м <sup>3</sup> и температурой застывания +5 <sup>0</sup> С и содержанием парафина 6,3%	0,0	21,2	50,1
	50,0	20,0	48,4
	100,0	18,5	46,3
	200,0	14,3	40,0
	300,0	12,4	32,5
	400,0	8,2	24,4
Нефть месторождения Миршади с плотностью 960 кг/м <sup>3</sup> , температурой застывания +4 <sup>0</sup> С и содержанием силикагелевых смол 38,7%	500,0	6,9	18,7
	0,0	29,8	112,4
	50,0	27,4	103,2
	100,0	24,5	96,8
	200,0	22,1	90,3
	300,0	18,9	84,5
400,0	16,4	79,6	
500,0	13,6	70,4	

Из табл. 8. видно, что с увеличением содержания ТХФК в составе высоковязкой нефти Джаркурганского месторождения её динамическое напряжение сдвига и динамическая вязкость понижаются. При добавке ТХФК 500г/т значения динамического напряжения сдвига и динамическая вязкость нефти Джаркурганского месторождения равняется 6,9 Па и 18,7 Па.с, соответственно. Для нефти месторождения Миршади эти показатели равны 13,6 Па и 70,4 Па.с, соответственно.

Дальнейшее увеличение содержания ТХФК в составе нефтей мы сочли не целесообразным, т.к. это отрицательно будет влиять на себестоимость транспортируемой нефти.

Положительное влияние добавки ТХФК на повышение показателей текучести высоковязких местных нефтей (табл.9.) можно объяснить тем, что они содержат фосфолипиды, моно- и диацилглицерины и другие вещества, имеющие поверхностно-активные свойства (ПАВ).

Таким образом, как показали результаты исследований, ТХФК является эффективным ПАВ для повышения текучести высоковязких нефтей и он может быть

использован для улучшения процесса их транспортировки по трубопроводу.

### **Оптимизация процесса гидратации хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения**

Для оптимизации технологических параметров процесса гидратации хлопкового масла наиболее эффективным считается метод экстремального планирования эксперимента.

Для поиска оптимальных параметров процесса гидратации хлопкового масла нами использована методика экстремального планирования эксперимента по полному факторному эксперименту (ПФЭ) по плану  $N - 2^3$ .

В качестве переменных факторов выбраны:  $X_1$  – количество добавляемой воды, %;  $X_2$  – время СВЧ-излучения, мин;  $X_3$  – мощность СВЧ-излучения, *Вт*;  $X_4$  – скорость перемешивания масла, об/мин. При этом, критерием оптимизации ( $Y$ ) выбран выход гидратированного масла, %.

Опыты проводили на экспериментальной установке, где для гидратации использовали форпрессовое хлопковое масло с цветностью 42 красных единиц при 35 желтых и кислотным числом 4,25 мг КОН/г.

Гидратацию хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения проводили согласно рандомизированной матрице по двум параллельным пробам, представленным в табл. 9.

Установлено, что для  $Y_1$  значимыми оказались следующие факторы:

$$Y_1 = 89,775 - 0,925 X_1 - 1,225 X_2 + 0,225 X_4 + 0,125 X_1 X_2 - 0,775 X_2 X_3 ; \quad (1)$$

Выявлено, что наилучшие результаты получены в опыте 6. Поэтому с учетом достаточности описания рассматриваемого процесса нет нужды проводить «крутое восхождение».

Таким образом, следующие технологические режимы процесса гидратации хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения можно считать оптимальными: количество вводимой воды ( $X_1$ ) – 4% от массы масла; время СВЧ-излучения – 300 *Вт* и скорость перемешивания масла – 100 об/мин. Поддержание данных режимов позволяет получать максимальный выход гидратированного хлопкового масла и фосфолипидов, отвечающих требованиям стандартов.

При производительности линии гидратации хлопкового масла 1000 *т* в год ( $A$ ) ожидаемый экономический эффект от внедрения предлагаемого способа составит 55,9 млн. сумов.

Таким образом, предварительные расчеты показали, что ожидаемый экономический эффект от внедрения предлагаемого способа гидратации хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения составит более 55,9 млн. сумов.

### **3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основе проведения комплекса теоретических и экспериментальных исследований и полученных результатов по гидратации хлопковых масел с использованием СВЧ-излучения сделаны следующие выводы:

1. Впервые подтверждено существенное влияние СВЧ-излучения на интенсификацию процесса гидратации хлопковых масел, получаемых прессовым и экстракционным способами. Установлено, что для максимального выведения

фосфолипидов из гидратируемых хлопковых масел, проявляющих высокие гидрофильные свойства эффективно использовать быстрый объемный нагрев, т.е. микроволновое излучение.

2. Выявлено, что СВЧ-излучение хлопковых масел при частоте колебаний 2450 МГц способствует сокращению времени коагуляции хлопьев фосфолипидов с 3 ÷ 5 часов (по традиционной технологии) до 2 ÷ 5 минут (в зависимости от состава гидратируемого масла).

3. Установлено, что использование СВЧ-излучения при гидратации хлопковых масел, получаемых прессовым и экстракционным способами позволяет повысить выход гидратируемых фосфолипидов на 15-20% по сравнению с традиционным способом.

4. Выявлено, что при гидратации экстракционного хлопкового масла СВЧ-излучением в составе получаемых фосфолипидов содержание госсипола и его производных больше в 1,1-1,3 раза, чем в получаемых из форпрессового.

5. Установлено, что гидратация хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения способствует увеличению выхода рафинированного масла на 2-4%, снижению его цветности на 3 ÷ 5 кр.ед. и расхода щелочных реагентов на 10-15% в сравнении с традиционным способом щелочной рафинации.

6. Разработана высокоинтенсивная технология гидратации хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения, а также технологическая схема её осуществления в непрерывном потоке. На основе экстремального планирования эксперимента установлены следующие оптимальные технологические режимы процесса гидратации хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения: - количество добавляемой воды ( $X_1$ ) – 4% от массы масла; время СВЧ-излучения ( $X_2$ ) - 2 минуты; -мощность СВЧ-излучения – 300Вт и скорость перемешивания масла ( $X_4$ ) – 100 об/мин.

7. Разработаны нормативно-технические документы, необходимые для внедрения предлагаемой технологии гидратации хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения в производство. Опытно-производственные испытания разработанной технологии в ОАО «Ташкент ёғ-мой комбинати» дали положительные результаты (АКТ испытания имеется в приложении диссертации). Ожидаемый экономический эффект от внедрения предлагаемой технологии гидратации хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения при производительности линии 1000 т масла в год составит более 55,9 млн. сум.

#### 4. СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Абдурахимова Д.С. (Сагдуллаева Д.С.), Тураев А.С. Исследование содержания фосфолипидов и госсипола в местных сортах семян хлопчатника. Сб. материалов Республиканской научно-технической конференции «Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально - сырьевых ресурсов Узбекистана». –Ташкент, 2007. -С.17-19.

2. Abdurakhimova D.S. (Сагдуллаева Д.С.), Turaev A.S. Intensification of process for obtaining phosphotides from cotton-seed oil. 7- International Symposium on the Chemistry of Natural Compounds. –Tashkent. 2007. -P.363.

3. Абдурахимова Д.С. (Сагдуллаева Д.С.), Тураев А.С. Технология получения хлопковых фосфатидов с использованием микроволновой энергии. Материалы конференции «Пищевая и легкая промышленность в стратегии вхождения Республики

Казахстан в число 50-ти наиболее конкурентоспособных стран мира», посвященной 50-летию Алматинского технологического университета. – Алматы, 2007. -С.344.

4. Абдурахимова Д.С. (Сагдуллаева Д.С.), Рахимов А.К., Тураев А.С., Турсунов М.Т. Технический хлопковый фосфатидный концентрат. «Қишлоқ хўжалик махсулотларини етиштириш, сақлаш ва қайта ишлашнинг экологик соф ресурстежамкор технологиялари» мавзусидаги Республика илмий-амалий конференцияси илми мақолалар тўплами. – Тошкент, 2009. -С.81-83.

5. Абдурахимова Д.С. (Сагдуллаева Д.С.), Тураев А.С., Турсунов М.Т. Интенсификация процесса получения фосфолипидов из хлопкового масла. Сборник тезисов конференции «Актуальные проблемы химии природных соединений». – Ташкент, 2009. -С.219.

6. Abdurakhimova D.S. (Сагдуллаева Д.С.), Turaev A.S. Tursunov M. Increase of efficiency of reception phospholipids from cotton oil. S. Yunusov Institute of the Chemistry of Plant Substances 8<sup>th</sup> International Symposium on the Chemistry of Natural Compounds. – Tashkent, 2009. -P.219.

7. Абдурахимов Д.С. (Сагдуллаева Д.С.), Тураев А.С., Турсунов М.Т. Оценка эффективности щелочной рафинации гидратированных при СВЧ- излучении хлопковых масел. Химия и химическая технология. –Ташкент, 2009. -№4. -С.75-79.

8. Абдурахимова Д.С. (Сагдуллаева Д.С.), Тураев А.С., Турсунов М.Т. Исследование влияние СВЧ-излучения на показатели гидратированного хлопкового масла и фосфатидов. Узбекский химический журнал. –Ташкент, 2009. -№5. -С.40-42.

9. Абдурахимова Д.С.(Сагдуллаева Д.С.), Тураев А.С., Турсунов М.Т. Влияние СВЧ-излучения на показатели гидратированного хлопкового масла и фосфатидов. Сб. тезисов Международной научной конференции «Актуальные проблемы развития биоорганической химии». –Ташкент, 2010. -С.35.

10. Абдурахимова Д.С. (Сагдуллаева Д.С.), Набиев А.Б., Султанов А.С., Тураев А.С. Технический хлопковый фосфатидный концентрат ценное ПАВ для повышения текучести высоковязких нефтей. УзЛИТИНефт и газ. Узбекский журнал «Нефть и газа». –Ташкент, 2010.-№ 2. -С.35-36.

## Р Е З Ю М Е

Диссертации Сагдуллаевой Дилафруз Саидакбаровны на тему: «Интенсификация процесса гидратации хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения», на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.06 – «Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов»

**Ключевые слова:** гидратация, хлопковые масла, пресловый и экстракционный, фосфолипиды, СВЧ-излучение, микроволновые излучения.

**Объект исследования:** сырые, гидратированные и рафинированные хлопковые масла, полученные форпрессовым и экстракционным способами, а также выделенные из них фосфолипиды.

**Цель работы:** разработка высокоинтенсивной технологии гидратации форпрессовых и экстракционных хлопковых масел с использованием СВЧ-излучения и применение получаемых фосфолипидов в различных отраслях экономики.

**Методы исследования:** современные методы физико-химического, газохроматографического, спектрофотометрического, ИК-спектроскопического, ВЭЖХ исследования хлопковых масел и фосфолипидов.

**Полученные результаты и их новизна:** впервые выявлены особенности состава и свойств фосфолипидов, полученных из форпрессового и экстракционного хлопковых масел с использованием СВЧ-излучения. Установлено, что при использовании микроволнового излучения в составе гидратированных фосфолипидов по сравнению с традиционным способом значительно снижается содержание госсипола, хлорофилла и их производных. Выявлено, что при гидратации хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения на стадии коагуляции укрупнение хлопьев фосфолипидов ускоряется в 8-12 раз (в зависимости от состава в сырых хлопковых масел).

Впервые показано положительное влияние гидратации форпрессового и экстракционного хлопковых масел с использованием СВЧ-излучения, на повышение выхода и качества рафинированных масел. Разработана высокоинтенсивная технология гидратации форпрессового и экстракционного хлопковых масел с использованием СВЧ-излучения при следующих оптимальных режимах: частота СВЧ-излучения - 2450 МГц, время излучения – 5 мин, интенсивность перемешивания фаз – 60 об/мин и количество гидратируемой воды - 4% от массы масла.

**Практическая значимость:** Результаты исследования позволили научно обосновать возможность интенсификации процесса гидратации форпрессового и экстракционного хлопковых масел с использованием современного метода и аппаратуры СВЧ-излучения, а также применения полученных фосфолипидов в различных отраслях экономики, в частности в нефтепереработке для повышения текучести высоковязких и высокопарафинистых нефтей по трубопроводу.

**Степень внедрения и экономическая эффективность:** Экспериментально-теоретические результаты исследований влияния СВЧ-излучения на состав и свойства хлопкового масла и получаемых из него фосфолипидов могут быть использованы в учебном процессе при чтении курса «Технология переработки жиров» в Ташкентском химико-технологическом институте, Бухарском технологическом институте пищевой и легкой промышленности, Ферганском политехническом институте и других вузах.

**Область применения:** масложировая промышленность.

Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор Сагдуллаева Дилафруз Саидакбаровнанинг 05.18.06- ‘Мойлар, эфир мойлари ва атир-упа махсулотлари технологияси’ ихтисослиги бўйича ‘Ўта юқори частотали-нурлантиришдан фойдаланиб пахта мойини гидратациялаш жараёнини жадаллаштириш’ мавзусидаги диссертациянинг

## РЕЗЮМЕСИ

**Таянч сўзлар:** гидратация, пахта мойи, пресслаш ва экстракциялаш, фосфолипидлар, ЎЮЧ-нурлантириш, микротўлқинли нурлантириш.

**Тадқиқот объекти:** форпресслаш ва экстракциялаш усуллари билан олинган хом, гидратацияланган ва рафинацияланган пахта мойлари.

**Ишнинг мақсади:** ЎЮЧ-нурлантириш ёрдамида форпресс ва экстракцион пахта мойларини гидратациялашнинг юқори интенсив технологиясини яратиш ва олинган фосфолипидларни иқтисодиётни турли тармоқларида қўллаш.

**Тадқиқот методлари:** пахта мойларини ва фосфолипидларни физик-кимёвий, газохроматографик, спектрофотометрик, ИК-спектроскопик, ЮССХ замонавий усулларида тадқиқот қилинган.

**Олинган натижалар ва уларни янгилиги:** Илк бор нурлантириш ёрдамида форпресс ва экстракция пахта мойларидан олинган фосфолипидларнинг таркиби ва хусусиятлари фарқи аниқланган. Микротўлқинли нурлантириш ёрдамида гидратацияланган фосфолипидларда аънавий усулдагича қараганда госсипол, хлорофилл ва уларни хоссалари анча камлиги аниқланди. Пахта мойини ЎЮЧ-нурлантириш ёрдамида гидратациялашнинг коагуляция босқичида фосфолипидлар тўпламларининг катталашishi 8÷12 марта (пахта мойининг таркибига қараб) тезлашади. Илк бор форпресс ва экстракция пахта мойларини ЎЮЧ-нурлантириш ёрдамида гидратациялаш рафинацияланган мой сифати ва чиқиш миқдори таъсири кўрсатилган. ЎЮЧ-нурлантириш ёрдамида форпресс ва экстракцион пахта мойларини гидратациялашнинг юқори интенсив технологияси яратилган: ЎЮЧ-нурлантириш частотаси -2450 МГц, нурлантириш вақти- 5 мин., фазаларни аралаштириш тезлиги 60 об/мин ва гидратацияловчи сув миқдори мой массасидан 4%.

**Амалий ахамияти:** Тадқиқот натижалари ЎЮЧ-нурлантириш жиҳозлари ва замонавий усуллардан фойдаланиб, форпресс ва экстракцион пахта мойларини гидратациялаш жараёнини жадаллаштиришнинг имконияти илмий асосланган, ҳамда олинган фосфолипидларни иқтисодиётнинг турли тармоқларида, хусусан нефтни қайта ишлашда юқори қовушқоқли ва юқори парафинли нефтларни қувур орқали узатишда оқувчанлигини ошириш учун қўллаш тавсия этилган.

**Татбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги:** ЎЮЧ-нурлантиришнинг пахта мойи ва ундан олинган фосфолипидлар таркиби ва хусусиятига таъсирини ўрганиш бўйича илмий-амалий натижалар Тошкент кимё-технология институти, Бухоро озиқ-овқат ва енгил саноат технология институти, Фарғона политехника институти ва бошқа олийгоҳларда ‘Ёғларни қайта ишлаш технологияси’ курсини ўқишда фойдаланиш мумкин.

**Қўллаш сохалари:** Ёғ-мой саноати.

## R E S U M E

Thesis of Sagdullaeva Dilafruz Saidakhbarovna on the scientific degree competition of a PhD, on a specialty: 05.18.06 - «Technology of fats, essence and perfumery-cosmetology products» subject: «Intensification of process of hydration of cotton oil with Microwave radiation utilization»

**Key words:** hydration, cotton oils, press and extraction, phospholipids, microwave radiation utilization, microwave radiations.

**Subjects of the research:** Crude, hydrated and refined cotton oils, received forpress and extraction in the ways, and also allocated of them phospholipids.

**Purpose of work:** is development of high-intensity technology of hydration forpress and extraction cotton oils with using of Microwave radiations and application received phospholipids in various branches of economy.

**Methods of research:** Modern physical and chemical methods, gaschromatographice, spectrophotometer, IR-spectroscopic, HPLC, researches of cotton oils and phospholipids.

**The results achieved and their novelty:** For the first time features of structure and properties phospholipids, received of forpress and extraction cotton oils with Microwave radiations using are revealed. It is established, that at using of microwave radiation in structure hydrated in comparison with traditional way the maintenance gossypol chlorophyll and their derivatives considerably decrease. It is revealed, that at hydration of cotton oil with Microwave radiation use at a stage of coagulation integration of flakes phospholipids is accelerated at 8-12 time (depending on structure in crude cotton oils).

For the first time positive influence of hydration forpress and extraction cotton oils with Microwave radiation use, on increase of an exit and quality of the refined oils is shown. The high-intensity technology of hydration forpress and extraction cotton oils with Microwave radiation use is developed. At following optimum modes: frequency of Microwave radiation - 2450 MHz, radiation time - 5 min., intensity of hashing of phases - 60 rpm and quantity of hydration waters - 4 % from weight of oil.

**Practical value:** Results of research have allowed to prove scientifically possibility of an intensification of process of hydration forpress and extract cotton oils with using of a modern method and Microwave radiation equipment, and also application received phospholipids in various branches of economy in particular in oil refining for fluidity increase high-viscous and high-paraffinic oils on the pipeline.

**Degree of embed and economic effectivity:** Experimentally-theoretical results of researches of influence of Microwave radiation on structure and properties of cotton oil and received of it phospholipids can be used in educational process at course reading «Technology of processing of fats» in the Tashkent chemical-institute of technology, the Bukhara institute of food technology and light industry, the Fergana polytechnic institute and other high schools.

**Field of application:** The industry of oil-fatty.