

В данной научной работе решается задача повышения качества рафинированного прессового хлопкового масла при переработке семян хлопчатника за счет применения совмещенной технологии маслодобыwania и рафинации масла в мятке применительно к переработке низкосортного сырья. Решение задачи повышения качества масел путем частичной рафинации на стадии маслодобыwania способствует повышению эффективности производства, что является актуальным для масложировой отрасли Республики. Изучение промышленной практики переработки масличных семян хлопчатника, анализ и оценка зарубежных и отечественных литературных источников, патентных информации свидетельствуют о том, что имеются некоторые исследования и практические разработки в направлении обработки хлопковой мятки растворами кальцинированной соды и хлористого кальция с целью частичного снижения кислотного числа масла в сырье путем совершенствования этой технологии активацией в инфракрасном поле (ИК) раствора NaHCO_2 . Однако, эти исследования носят предварительный характер и имеют существенные недостатки. Необходимо отметить, что исследования в направлении использования каустической соды и активация используемых растворов в ИК как на стадии частицы.



Матлуба Камалова



Камалова Матлуба Бакаевна закончила Киевский технологический институт пищевой промышленности (Украина). Защитила кандидатскую диссертацию Московский технологический институт пищевой промышленности. На данный момент работает доцентом кафедры Химическая технология неорганических веществ Бухарского инженерно-технологического института.

Технология изготовления масла с использованием инфракрасных лучей



Матлуба Камалова

**Технология изготовления масла с использованием
инфракрасных лучей**

FOR AUTHOR USE ONLY

FOR AUTHOR USE ONLY

Матлуба Камалова

**Технология изготовления масла с
использованием инфракрасных
лучей**

FOR AUTHOR USE ONLY

LAP LAMBERT Academic Publishing RU

Imprint

Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: www.ingimage.com

Publisher:

LAP LAMBERT Academic Publishing

is a trademark of

Dodo Books Indian Ocean Ltd., member of the OmniScriptum S.R.L Publishing group

str. A.Russo 15, of. 61, Chisinau-2068, Republic of Moldova Europe

Printed at: see last page

ISBN: 978-620-3-86413-7

Zugl. / Утверд.: диссертации было выполнено магистрами на основе научных исследования

Copyright © Матлуба Камалова

Copyright © 2021 Dodo Books Indian Ocean Ltd., member of the OmniScriptum S.R.L Publishing group

FOR AUTHOR USE ONLY

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

БУХАРСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАМАЛОВА МАТЛУБА БАКАЕВНА

**ТЕХНОЛОГИЯ МАСЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ИНФРАКРАСНЫХ ЛУЧЕЙ**

Монография



БУХАРА-2021

УДК:665.335.9:07

КБК:52.10(5Ў)

И-20

Камалова М.Б. «Технология масла с использованием инфракрасных лучей» Бухара 2021,150с.

Ответственный редактор: кандидат технических наук, доцент

В.И.Раджабова

Рецензенты:

- доктор технических наук, профессор БухИТИ - **Фозилов С.Ф.**
- доцент кафедры “Химия” Бухарского Государственного медицинского института им. Абу Али ибн Сино - **Хайруллаев Ч.Қ.**

Рекомендована в печать на основании решения Совета Бухарского инженерно-технологического института (протокол №11 от 03.05.2021г.)

ISBN 978-9943-562-51-6

ВВЕДЕНИЕ

Масложировая промышленность Узбекистана объединяет комплекс производств, связанных общностью сырья, последовательностью стадий или этапов его переработки и назначением вырабатываемой продукции.

Для производства растительного масла, увеличения выхода и улучшения его качества масличные семена перед переработкой очищают от посторонних примесей, освобождают от плодовых или семенных оболочек, а затем подвергают измельчению с целью разрушения ткани семян, содержащей масло. Измельченные семена перед отжимом из них масла, как правило, предварительно нагревают, что способствует большему и более быстрому отделению масла.

Стремление к максимальному обезжириванию масличных семян хлопчатника привело к возникновению нового растительного маслоэкстракционного способа производства.

В настоящее время для получения масла из семян применяют два способа: прессовый и экстракционный. Для большинства масличных семян применяют последовательное извлечение масла – сначала прессовым способом, извлекающим примерно 3/4 всего масла, а затем экстракционным, с помощью которого извлекают остальное масло.

Растительные масла - незаменимый источник не только пищевых масел, но и быстро восполняемого химического сырья для получения глицерина, свободных жирных кислот, мыла олифы и т.д.

Обезжиренные масличные семена служат основным компонентом комбикормов для животных, а также являются сырьем для получения пищевых белков, используемых для повышения биологической ценности многих продуктов.

Хлопковое масло, получаемое как прессованием, так и экстракцией по схеме «форпресс-экстракция» содержит в своем составе примеси и сопутствующие вещества, а также специфические пигменты группы

госсипола, обладающие исключительной реакционной способностью и токсичностью. Поэтому для удаления примесей и сопутствующих маслу веществ его подвергают обязательной рафинации. Рафинация сырого хлопкового масла осуществляется эмульсионным способом по периодической или непрерывной схеме с использованием раствора каустической соды различной концентрации и избытка. Выделение госсипола и его производных из масла в процессе его рафинации для получения высококачественного масла, идущего на пищевые цели, связано с большими трудностями и потерями собственно триглицеридов.

Поэтому разработка новых и усовершенствование существующих технологий рафинации сырого хлопкового масла ставит важные задачи перед работниками производства и науки в этом направлении. Перспективным является разработка методов частичной рафинации масла в сырье на стадии предварительной переработки хлопковых семян, влаготепловой обработки мятки и её жарения.

Наличие в сыром хлопковом масле продуктов изменения госсипола в значительной мере зависит от способа получения масла, интенсивности и длительности влаготеплового воздействия на мятку семян, температуры отгонки растворителя из масла и других факторов.

Эти факторы, в свою очередь, зависят от качества хлопковых семян, которые поступают на переработку, в особенности от их сортовых разновидностей.

Наиболее рациональной схемой переработки хлопковых семян к настоящему времени является схема, предусматривающая максимальное выведение «свободного» нативного госсипола из мятки семян в масло, с последующей обработкой масла антраниловой кислотой и удаления из него антранилата госсипола.

При решении вопроса о комплексной переработке хлопковых семян должна быть предусмотрена такая технология, которая обеспечивает

получение из семян ценных компонентов, которые должны использоваться в различных направлениях: для питания людей, кормления сельскохозяйственных животных, технических целей.

В данной научной работе решается задача повышения качества рафинированного прессового хлопкового масла при переработке семян хлопчатника за счет применения совмещенной технологии маслодобыwania и рафинации масла в мятке применительно к переработке низкосортного сырья.

Решение задачи повышения качества масел путем частичной рафинации на стадии маслодобыwania способствует повышению эффективности производства, что является актуальным для масложировой отрасли Республики.

Изучение промышленной практики переработки масличных семян хлопчатника, анализ и оценка зарубежных и отечественных литературных источников, патентных информации свидетельствуют о том, что имеются некоторые исследования и практические разработки в направлении обработки хлопковой мятки растворами кальцинированной соды и хлористого кальция с целью частичного снижения кислотного числа масла в сырье путем совершенствования этой технологии активацией в инфракрасном поле (ИК) раствора NaHCO_2 . Однако, эти исследования носят предварительный характер и имеют существенные недостатки. Необходимо отметить, что исследования в направлении использования каустической соды и активация используемых растворов в ИК как на стадии частичной рафинации, так и на стадии окончательной рафинации масла не проводились.

Обстоятельный анализ и оценка технологий переработки хлопковых семян и рафинации сырого масла, полученного по существующим технологиям, позволили определить цель и сформировать основные задачи настоящей экспериментальной работы.

Цель работы – Исследование и разработка технологии частичной и окончательной рафинации хлопкового масла при первичной технологической обработке мятки растворами, активированными методом воздействием инфракрасных лучей. Оценка и изучение основных изменений, происходящих в химическом составе сырья и масла в ходе осуществления технологических процессов.

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие **задачи**:

- Изучение особенностей химического состава и качества масличных семян хлопчатника.
- Анализ и оценка действующих технологий извлечения масла из масличных семян хлопчатника разного качества и рафинации сырого масла, полученного из них.
- Определение возможностей совершенствования технологии, повышения качества и улучшения состава рафинированных хлопковых масел, в том числе частичной рафинации масла в мятке на стадии маслодобывания.
- Исследование технологии частичной и окончательной рафинации хлопкового масла растворами каустической соды и хлористого кальция воздействием на них инфракрасного излучения различной напряженности.
- Изучение основных изменений компонентного состава и качества рафинированного хлопкового масла, жмыхов и шротов.
- Определение оптимальных режимов и параметров частичной и окончательной рафинации масла для снижения материальных затрат и потерь в производстве, оценка эффективности новых технологических разработок.

Объект и предмет исследования. В качестве объектов исследования использованы хлопковая мятка, раствор кальцинированной соды. Предметом исследования явилось изучение основных

технологических и химических изменений в составе и качестве исходного сырья, промежуточных материалов и конечной продукции.

Основные научные положения и результаты, полученные в диссертационной работе:

– Разработка усовершенствованной технологии частичной рафинации масла в мятке с использованием способа инфракрасной активации щелочи при первичной переработке семян хлопчатника.

– Изучение изменения химического (компонентного) состава и качества частично рафинированного масла, степени его очистки растворами гидроксида натрия и хлористого кальция, активированными воздействием инфракрасного излучения различной напряженности.

Научная новизна:

– Разработана и усовершенствована технология частичной рафинации масла в сырье с использованием активированных в инфракрасном поле (ИК) растворов каустической соды и хлористого кальция.

– Определены основные изменения в химическом составе и качестве частично рафинированного масла в зависимости от концентрации раствора активированной щелочи и напряженности инфракрасного поля.

– Установлен факт снижения содержания свободных жирных кислот, свободного и связанного госсипола, фосфатидов в частично рафинированном масле в зависимости от технологических факторов при предварительной технологической обработке семян разного качества.

– Оценена роль и значение ИК-лучей и концентрации раствора щелочи при частичной и окончательной рафинации масла.

– Определена зависимость изменений содержания компонентного состава и качества частично и окончательно рафинированного масла при щелочной нейтрализации активированными растворами каустической соды.

Практическая значимость и ценность:

– Определены оптимальные значения напряженности инфракрасного поля обработки раствора щелочи при частичной и окончательной рафинации масла.

– Путем выведения нежелательных сопутствующих маслу веществ достигнуто улучшение химического состава и качества частично и окончательно рафинированного масла с использованием рекомендуемой усовершенствованной технологии.

– Использование технологии частичной рафинации масла в сырье и окончательной рафинации полученного масла позволили снизить расход используемых растворов гидроксида натрия и хлорида кальция.

– Установлены способы очистки и режимы получения высококачественного рафинированного хлопкового масла, соответствующие действующим требованиям производства.

– Предложена соответствующая нормативно-техническая документация на технологические способы предварительной частичной очистки и окончательной рафинации масла.

Глава 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Технология переработки масличных семян [1,6,9,13] и получение из них качественного масла должна исходить не только из стремления получить высокий предельный выход целевого компонента, но и строиться с учетом повышения качества масла, жмыхов и шротов, снижения трудовых, энергетических и материальных затрат на выработку продукции.

Повышение качества «сырого» хлопкового масла, а также жмыхов и шротов с использованием новых технологических процессов при переработке низкосортных семян требует детального учета количества и анализа изменений основных составляющих компонентов [2,3,4-7] сырья (госсипол, фосфатиды и др.), влияющих на качество и выход целевых продуктов. Поэтому, в первую очередь, в обзорной части работы ставилась задача изучения некоторых компонентов, входящих в состав хлопковых семян и масел, которые претерпевают различные изменения в период переработки масличного сырья.

1.1. Масличные семена, особенности химического состава и показателей качества

Основным сырьем для производства растительных масел являются плоды и семена растений, относящихся к группе масличных [1-3,6,7].

Важнейшей масличной культурой в нашей стране является хлопчатник [3]. Наряду с этим большое внимание уделяется переработке семян сои, подсолнечника, сафлора, рапса, из которых получают пищевое масло и высокобелковый шрот [1-3,6,7].

Хлопчатник принадлежит к семейству мальвовых. В настоящее время селекция хлопчатника направлена на получение сортов с максимальным выходом волокна высокого качества [6,61]. Поэтому содержание в семенах масла и семенной оболочки десятилетиями остается

практически на одном уровне, несмотря на появление новых сортов: маслячность семян 17...24 %, лужистость (содержание семенной оболочки) -40...44 %.

Известно более 35 видов хлопчатника, из которых в Узбекистане наибольшее распространение получили два вида: средневолокнистые и тонковолокнистые [2,6]. После съема хлопкового волокна на хлопкоочистительных заводах на поверхности семян остается еще значительное количество короткого хлопкового волокна в виде пуха и подпушка.

Хлопковые семена подразделяют на четыре промышленных сорта - I,II,III и IV. Полностью зрелые семена относят к I сорту, незрелые и щуплые - к IV. Химический состав семян одного из сортов хлопчатника (в пересчете на абс. сухое вещество) приведен в табл.1.1.

Таблица 1.1.

Химический состав хлопчатника

Состав	Содержание, %	
	в семенах	в ядре
Липиды	22...24	38...39
Белки (Nx6,25)	25...29	34...37
Целлюлоза	18...19	1,2...2,4
Зола	4,1...4,3	3,9...5,2

В соответствии с действующими стандартами в нашей Республике, на семена хлопчатника технические (промышленное сырье) I...IV сорта имеют влажность 8,7...14,9 %; содержание сорной и масляной примеси 1,0...23,0 %; опушенность 6,7...10,5 %.

Специфической особенностью семян хлопчатника является присутствие в них высокотоксичного химического соединения — госсипола [8,9,13,23,32]. Госсипол является нервным ядом для животных и

человека. При переработке семян он переходит в масло, жмых и шрот. Удаление госсипола из этих продуктов является обязательным.

В зависимости от сорта хлопчатника, климатических и почвенных условий зоны произрастания, степени зрелости, характера агромероприятий, в частности, количества и состава удобрений жирнокислотный состав и физико-химические характеристики хлопкового масла несколько колеблются [9,18-20]. Так, например, йодное число хлопковых масел колеблется от 98 до 118 % J_2 , содержание линолевой кислоты - от 40 до 50 %, олеиновой – 15-20 %, пальмитиновой – 16 до 24 %, стеариновой – 0,5 до 4 % [14,15].

В состав хлопкового масла, кроме триацилглицеридов и свободных жирных кислот, входят сопутствующие ему вещества: фосфатиды в количестве до 2 %, стерины -до 0,3 %, токоферолы - до 0,14 % и углеводы - до 0,25 % [6,8,15,22,37]. В состав хлопкового масла входит также сложный комплекс пигментов-госсипол и родственные ему красящие вещества, отличающие хлопковое масло от всех других растительных масел [12,15,23,30-32,34]. Наличие госсипола, склонного под влиянием влаготепловой обработки переходить в измененную форму [9,12,15,36,39], а также связываться с протеинами [41,51] и фосфатидами [53,55], образуя госсипротейны и госсифосфатиды, обуславливает темную окраску сырого хлопкового масла. При обычном способе переработки хлопковых семян не используется госсипол и его производные, которые представляют значительный интерес для народного хозяйства, поскольку они могут найти применение в качестве антиполимеризаторов и антиоксидантов в производстве термореактивных смол, пластмасс, антисептиков, древесины, фармацевтических препаратов, литейных красителей и т.п. [35,37,44]. Все эти возможности использования госсипола и его производных побуждают искать методы их выделения [39,47-51], особенно госсипола в нативной форме.

Этими обстоятельствами обуславливается непрерывно идущий поиск новых технологических схем [32,37,46] переработки хлопковых семян, которые позволили бы максимально использовать все компоненты семени и вместе с тем получить масло, шрот и жмых высокого качества.

Учитывая взаимосвязь предлагаемой нами технологии с природой веществ, входящих в состав ядра, семян, вкратце охарактеризуем сопутствующие маслу вещества.

Госсипол и его производные. Из числа веществ, сопутствующих маслу, извлекаемому из семян хлопчатника, особый интерес представляют госсипол и его производные, так как они оказывают существенное влияние на качество масла, жмыха и шрота [1,5,8,10-13,34,39,44,47-51].

Госсипол — специфический желтый пигмент хлопчатника. Содержание госсипола в ядре хлопковых семян колеблется от 0,38 до 1,56 % к массе сухого и обезжиренного ядра [12,39], но имеются некоторые виды хлопчатника со значительно меньшим или значительно большим содержанием госсипола [2,12].

Колебания в содержании госсипола в ядре зависят от многих факторов, в частности, от сортовых различий семян, степени их зрелости и др. [2,3,5,12].

Госсипол в ядре хлопковых семян локализован в особых железках. Стенки железок, по данным В.П.Ржехина [32,34], обладают весьма высокой прочностью. При измельчении сухого ядра (влажностью 5...6 %) на вальцовых станках они разрушаются лишь частично. Стенки железок устойчивы к действию многих органических растворителей. Однако, низкомолекулярные спирты, водный ацетон и вода вызывают быстрое их разрушение [36,39,41-45,47-51,53-56].

Чистый госсипол представляет собой кристаллическое вещество лимонно-желтого цвета с температурой плавления 184°C [12,36,39].

Госсипол хорошо растворяется в низкомолекулярных спиртах, хлороформе, в этиловым эфире, ацетоне, хуже растворяется в бензине, циклогексане, глицерине и вовсе не растворяется в воде и петролейном эфире. Госсипол растворяется в маслах, особенно при нагревании, и бензино-масляных смесях (мисцеллах), поэтому при экстракции переходит в масло [42-44,47-51,53-55].

Госсипол в кристаллическом состоянии является достаточно стойким соединением. Это – полифункциональное соединение, молекула которого содержит две альдегидные и шесть гидроксильных групп; из числа этих последних две, находящиеся в орто-положении по отношению к альдегидным группам, имеют кислотный характер [12,39]. А.Л.Маркман и С.Н.Вилькова [44] приписывают кислотные свойства гидроксилам, находящимся в пери-положении по отношению к карбонилам.

Структурная формула госсипола, предложенная впервые Р.Адамсом [181,182], имеет три таутомерные модификации (схема 1).

Таутомерные формы госсипола под действием технологических факторов переходят с одного вида в другой [12,39,41-45,47-51,53,55].

Госсипол с концентрированной серной кислотой окрашивается в алый цвет; в водном растворе хлорного железа – в оливково-зеленый; с уксуснокислым никелем – в фиолетовый; с хлорным оловом – в пурпурно-красный; с хлористой сурьмой – в красный [36,44,45]. Эти реакции являются характерными для госсипола.

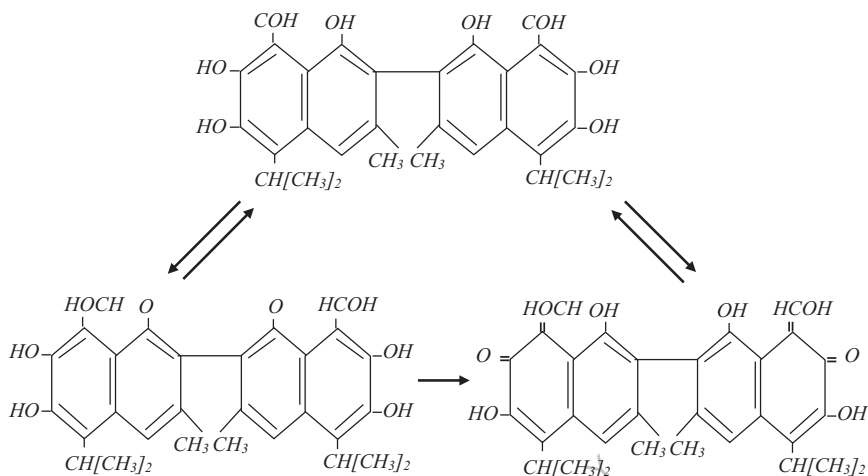


Схема 1.

Все шесть гидроксильных групп госсипола вступают в реакцию со спиртами, образуя соответствующие эфиры, реакция с кислотами приводит к образованию сложных эфиров (ацетатов, пальмитатов и др.) Госсипол, как слабая кислота, взаимодействует с щелочами, причем образует нерастворимые в маслах и мисцеллах соли – госсиполаты [12,39].

Водородные атомы нафталиновых ядер, лежащие в 4,4¹-положении, вступают в реакцию с диазосоединениями (например, с диазотированным анилином, пара-нитроанилином, сульфаниловой кислотой и др.), образуя соответствующие продукты сочетания – азопроизводные госсипола [12,19,45,181,182,204]

Альдегидные группы госсипола, находящие в 8,8¹-положении, реагируют с аммиаком и многообразными аминсоединениями, как белками, фосфатидами, анилином, аминокислотами и т.д.

[32,34,47,51]. На этой реакции основаны применяющиеся в настоящее время методы количественного определения госсипола в семенах, в масле, жмыхах, шротах и других объектах [12,39]. Кроме того, эта реакция используется для промышленного выделения госсипола в виде антракилатов госсипола из масла и мисцеллы [50,111].

Госсипол в растворе, особенно в присутствии растворенного кислорода или перекисей, быстро окисляется и переходит в измененную форму, теряя способность взаимодействовать с анилином с образованием дианилин-госсипола [110,111].

В.П.Ржехин [32,34] экспериментально доказал легкую окисляемость как кристаллического госсипола при нагревании его на воздухе, так, в особенности, растворенного госсипола. При этом в твердом состоянии с ростом температуры происходит снижение его числа нейтрализации, исчезновение альдегидных групп и потемнение прогретых препаратов.

А.Л.Маркман и С.Н.Вилькова [44] также исследовали характер изменения госсипола при нагревании в сухом состоянии на воздухе и масляных его растворах. В первом случае длительный нагрев, хотя и ведет к изменению окраски госсипола, однако он не теряет при этом способность растворяться в щелочах; во втором случае он переходит в нерастворимую форму, что означает исчезновение кислотных свойств: госсипол переходит в измененную форму [12,39]. Разработав полярографический метод определения госсипола в щелочных вытяжках автор [108] пришел к выводу, что на изменение госсипола оказывают влияние как температура, так и продолжительность нагрева. Чем выше температура нагревания госсипола, чем больше контактирование его с кислородом, тем глубже и быстрее происходят изменения. Такое изменение госсипола имеет место и при переработке хлопковых семян. Это крайне нежелательно, так как образующиеся при этом производные госсипола чрезвычайно трудно выводятся из масла при его рафинации:

для их удаления требуется затратить большее количество щелочи, так как претерпевшей изменения госсипол, по-видимому, выводится только за счет сорбции его на поверхности мыльных хлопьев. Применение больших избытков щелочи при рафинации ведет к снижению выхода рафинированного масла [11,24,26,33].

При нагревании увлажненной хлопковой мятки госсипол взаимодействует с белковыми веществами с образованием нерастворимых в масле и органических растворителях соединений – госсипротеинов [44,47-51]. Чем выше степень измельчения ядра и его влажность, тем быстрее и глубже происходит связывание госсипола с белковыми веществами. Наибольший эффект связывания достигается при влажности хлопкового ядра, равной 12...15 %. С увеличением температуры прогрева прочность связи госсипола с аминокислотами возрастает. Реакция взаимодействия начинается при 100⁰С и выше. Продукты соединения госсипола с аминокислотами очень прочные, госсипол высвобождается из них при нагревании с анилином [50].

Р.П.Ржехиным с сотрудниками [49,51,53,54] было установлено, что при нагревании растворов фосфатидов и госсипола образуются интенсивно окрашенные смолообразные вещества, обладающие свойствами, отличающимися от госсипола и фосфатидов. То же наблюдалось и в масляной среде [12,34,39].

Т.К.Семендяева [55] подтвердила факт взаимодействия фосфатидов с госсиполом при нагревании их в концентрированных мисцеллах.

А.Л.Маркман и А.У.Умаров [56] впервые выделили хроматографическим методом госсифосфатида из сырого хлопкового масла.

В производственных условиях образование госсифосфатидов за счет взаимодействия фосфатидов с госсиполом возможно при влаготепловой обработке мятки в жаровнях, в процессе отжатия масла на прессах и при дистилляции мисцеллы [35,37,57-60].

Анализ структуры и оценка свойств госсипола показывают, что госсипол является одним из основных компонентов хлопчатника, существенно влияющих на качества сырого масла, жмыха и шрота при переработке семян. Поэтому инаktivация госсипола в процессе переработки хлопковых семян остается одним из основных путей повышения качества сырого масла, жмыха и шрота [52,57-60,66,69-74]. Однако и эти методы неполностью обеспечивают удаление госсипола и снижение его содержания в составе сырья или сырого масла.

Таким образом, сложное строение, повышенная реакционная способность госсипола могут обуславливать его изменения и взаимодействия на всех этапах переработки хлопковых семян. В связи с этим одной из задач настоящей работы является изучение изменения свободного госсипола при обработке хлопковой мятки растворами гидроксида натрия и хлористого кальция различных концентраций, активированными в электромагнитном поле в зависимости от исходного содержания сопутствующих ему веществ.

При технологической переработке хлопковых семян, наряду с госсиполом, огромное влияние на качество продуктов оказывают фосфатиды.

Фосфатиды. Среди веществ, сопутствующих маслам, немаловажное место занимают фосфатиды. Они представляют собой глицеролы, у которых два гидроксила этерифицированы высокомолекулярными жирными кислотами и один гидроксил этерифицирован фосфорной кислотой, связанной с аминспиртом [3,23,26,30,31,53,55].

Исследованиями показано [22], что в масличных семенах фосфатиды находятся, главным образом, в гелевой фазе и в меньшем количестве в масляной фазе. Содержание фосфатидов в масличных семенах (от веса сухого ядра в %) подсолнечника равно 0,84; хлопчатника -1,25...1,75 и сои - 0,92...1,60 [2,3].

Содержание фосфатидов, перешедших в масла, зависит от способа переработки семян. Так, например, хлопковое масло, полученное форпрессованием, содержит 1,0...1,7 % фосфатидов, а экстракционное - 1,4...1,8 % [1,6,8,9].

Фосфатиды хорошо растворимы в большинстве органических растворителей, в частности, эфире, бензоле, хлороформе, метаноле и др., и плохо – в ацетоне и метилацетате [15,22,23]. Нерастворимость или ограниченная растворимость фосфатидов в ацетоне используется для очистки сырых фосфатидов и в практике аналитической химии.

Фосфатиды в воде не растворяются, а набухают, вследствие чего снижается их растворимость в масле. Содержание воды в перерабатываемом материале влияет на растворимость фосфатидов в масле при его извлечении. На этом свойстве основано выделение фосфатидов из растительного масла путем гидратации [14,21,22,26], которая приводит к снижению кислотности и цветности масла.

Другие авторы [24] считают, что снижение кислотности масла при гидратации происходит не только за счет адсорбции свободных жирных кислот на поверхности фосфатидов, а за счет того, что фосфатиды титруются щелочью так же, как и свободные жирные кислоты.

Ввиду того, что в фосфатидах имеются свободные функциональные группы, они могут взаимодействовать с другими веществами в ходе процесса маслдобывания, в том числе, как указывалось выше, с госсиполом с образованием темноокрашенных госсифосфатидов [53,55].

В.П.Ржехин и И.С.Преображенская [53] изучали реакцию взаимодействия фосфатидов с сахарами в присутствии воды, в масляной среде, в атмосфере воздуха и углекислоты. Образующиеся при этом темноокрашенные продукты они называли меланофосфатидами.

Таким образом, можно предполагать, что фосфатиды могут изменяться по количественному содержанию в сыром масле при использовании совмещенной технологии маслособывания и фторрафинации.

Углеводы. Углеводы являются полиатомными спиртами, они содержатся во всех семенах масличных культур. Содержание углеводов в масляных семенах колеблется в широких пределах [2,3,5].

Моно- и дисахариды обычно содержатся в небольших количествах, полисахариды - в больших, а иногда являются главной составной частью семени.

По литературным данным [2,3,5] количество моносахаридов в ядре семян подсолнечника колеблется в пределах 0,31...0,48 % и хлопчатника - 0,16...0,27 %. В ядре семян подсолнечника содержатся ди- и трисахариды (0,39...0,73 %) и полисахариды (2,53...2,91 %), в ядре семян хлопчатника соответственно - 2,53...2,72 % и 4,6...4,9 % [3].

В процессе переработки хлопковых семян в условиях высокотемпературных воздействий углеводы взаимодействуют с белковыми веществами с образованием интенсивно окрашенных, нерастворимых в воде меланоидиновых соединений [32,34]. В.П.Ржехин [34] опытным путем установил, что при нагревании порошкообразной смеси глюкозы с лизином при повышении температуры на 10⁰С (в пределах 105...130⁰С) скорость связывания сахаров с аминокислотами приблизительно в два раза больше. Процесс связывания углеводов с аминокислотами является нежелательным, потому что при этом теряются сахара, лизин и другие аминокислоты, а также ухудшается цвет сырого масла.

Стерины. Основной составной частью неомыляемых веществ масла являются стерины. Стерины в свободном виде и в форме жирнокислотных эфиров широко распространены в клетках животных и растительных тканей [2,3,15,23].

В масличных семенах стерины распределены почти в одинаковых количествах в масляной и гелевой фазах.

При извлечении масла стерины переходят в масло. Исследованиями А.М.Голдовского [11] установлено, что при экстракции происходит более интенсивный переход стерин в масляную фазу, чем при прессовании.

По данным А.Кауфмана [199] содержание стерин в сыром хлопковом масле доходит до 1,6 %.

При хроматографии черного хлопкового масла в колонке с окисью алюминия А.У.Умаров [108] выделил чистый ситостерин в количестве 0,47%.

При щелочной рафинации хлопкового масла часть стерин увлекается в soapstock, так что в рафинированном масле содержится не более 0,11 % ситостерина [17,26,35,63-68].

Каротиноиды являются основными красящими веществами в маслах почти всех культур, кроме хлопчатника и часто определяют их цвет [2,3,14,15].

Содержание каротиноидов в сырых хлопковых экстракционных маслах колеблется до 0,5 мг на 100 г масла, а в сырых прессовых до 0,3 мг % [14,15,64,65,109]. При рафинации происходит некоторое снижение содержания каротиноидов в масле [26,33], так, например, если до рафинации в хлопковом масле содержалось 0,301 мг % каротиноидов, то после рафинации было найдено 0,261 мг %.

Изучение состава и свойств компонентов, входящих в ядро масличных семян и в сырых маслах показало, что они подвергаются различным изменениям при переработке сырья. Изменения и взаимодействие изученных компонентов масличного сырья зависят от способа извлечения растительного масла, рассмотрение которых также является необходимым при разработке новых и усовершенствовании существующих технологических процессов.

1.2. Технологические способы переработки масличного сырья

В настоящее время в промышленной практике применяются два способа извлечения масла из масличных семян в отдельности или в сочетании друг с другом: отжим масла (прессование) и растворение масла (экстракция) [1,6,9].

Переработка хлопковых семян с применением указанных способов может проводиться по различным технологическим схемам при различных технологических режимах [6], при этом под воздействием технологических факторов изменяется содержание веществ в семени [2]. В связи с этим в производстве растительных масел при использовании новых и совершенствовании существующих технологических схем необходимо учитывать следующие неразрывно связанные друг с другом технические задачи:

- наибольшее извлечение масла;
- получение масел, жмыхов и шротов улучшенного качества.

Совмещенный способ маслодобыwania и рафинации масла в мятке именно и направлен на решение вопроса повышения качества «сырого» масла и жмыхов на стадии процесса подготовки к прессованию масличной мезги, что ставит задачу детального изучения этого способа извлечения масла из маслосодержащего сырья.

Прессовый способ производства растительных масел.

Отжим масла из хлопковой мезги на шнековых прессах осуществляется по схемам однократного и двукратного прессования [1,6,9].

Получение хлопкового масла прессовым способом обуславливает некоторое снижение качества масла: образуется большое количество мелкой взвеси (для которой требуется обязательная фильтрация масла), в прессующем тракте шнековых прессов развивается за счет трения высокая температура до 150⁰С [6], в результате чего происходит превращение

госсипола в измененную и связанную формы с переходом их в масло [12,39]. Это обстоятельство обуславливает резкое потемнение масла и ухудшение его рафинируемости [1].

В целях получения лучших результатов по цветности и рафинируемости хлопкового масла при переработке семян хлопчатника на шнековых прессах в работе [34] описаны условия максимального связывания госсипола с белковой частью мезги. Для этого автор увлажнял мятку паром и конденсатом в пропарочном шнеке и в первом чане дополнительной жаровни, затем проводил тепловую её обработку в высоких самопропаривающихся слоях в чанной жаровне или в жаровне пресса, доводя температуру мезги до 110...120⁰С. При такой обработке хлопковых семян I...III сортов были получены сырые масла цветностью 10...12,5 красных в 1 см.слое.

Двукратное извлечение масла применяется главным образом для переработки высокомасличного сырья [1,6]. Этот способ извлечения масла позволяет вести процесс при первом прессовании (форпрессовании) при слабом тепловом воздействии, в результате чего получается до 70 % масла повышенного качества. Остальная часть масла извлекается на шнековых прессах окончательного отжима после повторной тепловой обработки, качество этого масла значительно ниже, чем форпрессового [1,6].

Переработка хлопковых семян по схеме двукратного прессования на шнековых прессах осуществляется преимущественно на установках, оборудованных шнековыми прессами марок ФП и УМП-75, Г-24, выполняющих роль прессов предварительного прессования (форпрессов) и шнековыми прессами окончательного прессования марок МПЭ-1 и ЖП [1,6].

Недостатками, как однократного, так и двукратного прессования являются:

- потери значительного количества масла, которое остается в жмыхе-ракушке при однократном прессовании в количестве 6...6,5 % [6], а при двукратном - в лучшем случае в количестве 4,5...5,5 % [1,6,9];

- получение большого количества «обратного» товара, что снижает производительность основного оборудования и ухудшает рафинируемость масла;

- высокотемпературная тепловая обработка в жаровнях и в прессующем тракте ведет к денатурации белков жмыха, за счет чего снижаются его кормовые достоинства.

Таким образом, при разработке технологии извлечения растительного масла на стадии форпрессования необходимо учитывать также способы, обеспечивающие максимальное повышение качества «сырого» масла в жмыхах.

Большие потери масла в жмыхе при прессовом способе переработки масличного сырья и снижение кормовой ценности жмыхов в процессе прессования побудили нас изыскивать более совершенные способы переработки, при которых потери масла были бы наименьшими.

Экстракционный способ производства растительных масел.

В экстракционном производстве предложен [1,6,9] принцип последовательного обогащения мисцелл маслом путем экстракции в батарее соединенных между собой экстракторов. Этим предусматривалась возможность получения высококонцентрированных мисцелл, сокращение расхода пара на их дистилляцию и уменьшение потерь растворителя [6].

Преимуществом экстракционного способа извлечения масла из маслосодержащего сырья является максимальное извлечение масла из жмыхов с масличностью 13...18 %.

При совершенствовании технологии экстракции особое внимание уделялось созданию аппаратов непрерывного действия [6,9]. В настоящее

время широкое распространение получили вертикальные шнековые и горизонтальные ленточные экстракторы [9].

Опыт переработки хлопковых семян показал, что применение чисто экстракционного метода сопровождается некоторыми трудностями [1,6,183,184]. Материал хорошо экстрагируется при условии, если он имеет структуру лепестка или пористых гранул. Излишне сухой материал рассыпается в муку, что затрудняет прокачку растворителя. Излишне влажный материал плохо смачивается гидрофобным растворителем. И в том, и в другом случае экстракция идет плохо, а маслячность шрота получается высокой [1,6,186-188].

Отсюда возникла необходимость в кондиционировании материала (мятки) по влажности и его гранулировании. Одновременно родилась идея о схеме «фопрессование-экстракция». Преимущество такой схемы заключается в том, что значительная часть масла получается высококачественной [1,6,9,186], хотя экстракционное в этом случае теряет хуже мятки. Кроме того, сам процесс подготовки к прессованию и его прессование делает материал кондиционным по влажности и облегчает процесс последующей экстракции.

Экстракционный способ производства растительных масел без предварительного прессования применяется в настоящее время для переработки бобов сои [9,185-193]. Для переработки подсолнечных и хлопковых семян этот метод признан не целесообразным, а рекомендуется использовать двустадийное извлечение масла: «форпрессование-экстракция» [1,6,9]. Этот метод обеспечивает получение жмыха-ракушки с маслячностью 14...17 % при влажности около 8,0 % [9]; маслячность шрота из высокосортных семян снизилась до 1 %, а из дефектных - до 3,5 % [1,6,9]. Общие потери масла снижаются до 2,3 %.

Недостатками этого способа производства хлопкового масла являются:

- низкая концентрация получаемой мисцеллы;
- пожаро- и взрывоопасность производства;
- большая длительность экстракции;
- длительность воздействия острого и перегретого пара для удаления растворителя из масла и шрота, что понижает качество масла и кормовые достоинства шрота, так как при этом происходит частичная денатурация белков.

Схема форпрессования и экстракции в экстракторах непрерывного действия.

При форпрессовании хлопковых семян выделяется до 75 % масла от общего его содержания в мятке, что способствует повышению пропускной способности экстрактора. Вместе с тем форпрессование масличных семян перед экстракцией улучшает структуру экстрагируемого материала [6,9].

Резюмируя часть аналитического обзора, посвященную способам извлечения масла из маслосодержащего сырья, можно заключить:

- наиболее приемлемым и распространенным методом извлечения масла из масличных семян, в частности, хлопковых, является способ «форпрессование-экстракция»;
- основными факторами, влияющими на ход технологического процесса переработки хлопковых семян и качество получаемых масел и жмыхов, являются температура и длительность её воздействия на мятку;
- при разработке и совершенствовании технологических схем извлечения масла из хлопковых семян необходимо учитывать качественное и количественное изменение состава компонентов сырья.

Получение высококачественного пищевого рафинированного масла зависит и от способов очистки «сырого» масла и применяемых технологических схем в производстве. Исследования рафинируемости форрафинированных черных масел позволят создать способ очистки «сырых» масел от сопутствующих веществ.

1.3. Способы предварительной очистки и рафинации масел от примесей и сопутствующих веществ

К примесям, сопутствующим маслам, в частности хлопковому маслу, относятся органические и неорганические вещества.

Кроме того в масле содержатся:

- фосфатиды - вещества липоидного характера, содержащие фосфор;
- белки и другие вещества, содержащие азот;
- стерины (жирорастворимые витамины)- неомыляемые вещества липоидного характера;
- воски - сложные эфиры, образованные жирными кислотами и высокомолекулярными одноатомными жирными спиртами и спиртами ароматического ряда;
- углеводы - моно-, ди- и трисахариды, пектины, водорастворимые полисахариды;
- глюкозиды - сложные соединения моносахаридов с другими органическими соединениями;
- красящие вещества - каротин и каротиноиды, хлорофилл, госсипол и госсиполопроизводные, флавоновые, фитомизелановые пигменты и др.;
- ферменты и витамины - токоферол, витамины F и K;
- фосфосодержащие вещества нелипоидного характера, минеральные фосфаты, инозитфосфорная кислота.

Для установления рационального технологического способа и режима очистки и рафинации масла большое значение имеет классификация процессов его очистки и рафинации. В литературе методы очистки и рафинации обычно классифицируют по видам реакций или процессов [14,17,24,109,114].

Одни исследователи [24] делят методы рафинации жиров на две группы: физические и химические. При этом к физическим методам относят отстаивание, центрифугирование и фильтрацию, а иногда и адсорбцию, а к химическим – сернокислотную обработку, применение окислительных и восстановительных реактивов, нейтрализацию растворами едких щелочей и углекислой содой. В последнее время особое внимание обращают на использование физико-химических методов, то есть применение адсорбентов и технологии дезодорации.

Другие авторы [109], придерживаясь такой же классификации, включают в физико-химические методы адсорбционную отбелку жиров и гидратацию.

В настоящее время для очистки и рафинации сырого хлопкового масла, полученного методами форпрессования и экстракции, существуют три метода [6,14,17]: физические, химические и физико-химические. К физическим методам относятся: отстаивание, центрифугирование и фильтрация. К химическим – нейтрализация растворами едкой щелочи и углекислой содой, методы адсорбции и дезодорации относят к физико-химическим методам. Кратко охарактеризуем основные методы очистки и рафинации масла.

Хлопковое масло, наряду с фосфатидами, содержит некоторое количество госсипола, поэтому при его гидратации вместе с фосфатидами выпадает в осадок и госсипол. Первоначальные работы [14] по гидратации хлопкового масла, полученного прессованием, касались только поведения госсипола при гидратации.

При исследовании шнекопрессовых и экстракционных масел установлено, что в одних случаях гидратация снижала кислотное число и ухудшала цвет масла, улучшала эффект последующей нейтрализации; в других – гидратация не оказывала влияния на эффект последующей обработки масла раствором щелочи [6,14,17].

Эти результаты послужили основанием к дальнейшему всестороннему исследованию этой проблемы. В работе [34] исследовались особенности взаимодействия госсипола с фосфатидами в условиях, близких к производственным. Установлено, что при гидратации форпрессовых и экстракционных хлопковых масел не происходит полного выведения фосфатидов даже из свежедобытых масел. Это указывает на наличие в хлопковых маслах некоторого количества негидратируемых фосфатидов. Для реальных образцов хлопковых масел найдено, что степень выведения фосфатидов колеблется от 50 до 90 %, в зависимости от качества масла, определяемого качеством семян и режимом маслодобывания. Показано также, что хранение хлопкового масла приводит к снижению гидратируемости фосфатидов.

Снижение гидрофильных свойств фосфатидов происходит при хранении масляных растворов фосфатидов в присутствии нативного госсипола. Связывание госсипола с фосфатидами с образованием негидратируемых госсифосфатидов идет даже при температуре 15...20⁰C. Потеря гидратируемости в этом случае зависит от срока хранения, температуры и количественного соотношения между нативным госсиполом и фосфатидами. При гидратации хранившегося масла, содержащего в начале срока хранения нативный госсипол и фосфатиды в соотношении, при котором фосфатиды полностью связываются с госсиполом, гидратационный осадок не выделяется.

При внедрении методов извлечения госсипола из масла до его рафинации (например, антраниловой кислотой) основное значение гидратации сводится к процессу извлечения фосфатидов, имеющих самостоятельную ценность [110,111]. При этом создается возможность получения светлоокрашенных фосфатидных концентратов, которые с успехом можно использовать в качестве добавки к кормовым шротам.

На модельных образцах была исследована [34] способность гидратированного осадка извлекать из масла различные формы госсипола. Было показано, что на гидратационном осадке хлопкового масла адсорбируются госсифосфатиды, осветление хлопкового масла при гидратации происходит за счет выведения гидратируемых фосфатидов и адсорбции гидратационным осадком нативного и некоторого количества измененного госсипола. Цветность гидратированного хлопкового масла определяется, главным образом, продуктами изменения госсипола и его взаимодействием с фосфатидами [32].

В связи с развитием работ по выведению госсипола из хлопкового масла при помощи анраниловой кислоты было изучено поведение фосфатидов при гидратации реальных форпрессовых и экстракционных масел, обезгоссиполенных при помощи анраниловой кислоты [110]. Для форпрессовых масел наблюдалось резкое снижение фосфоросодержащих веществ и несколько меньшее — для экстракционного. При гидратации обезгоссиполенных форпрессовых масел из первосортных семян в них остается меньшее количество фосфоросодержащих веществ, чем в случае экстракционных или форпрессовых масел из низкосортных семян.

Гидратационные осадки, полученные из масла до и после его обработки анраниловой кислотой, значительно различаются между собой по цвету, в частности, цвет фосфатидных концентратов без обработки масел анраниловой кислотой составляет 60...62 единицы красных (в слое 13,5 см.) [110,111].

Гидратация сырых масел распространена при очистке подсолнечного, соевого, арахисового, рапсового масел и является обязательной стадией технологического процесса рафинации.

Щелочная обработка (нейтрализация) хлопкового масла значительно отличается от нейтрализации других растительных масел. Особенности поведения этого масла при нейтрализации объясняются наличием в нем

специфических красящих веществ – госсипола и его производных. В результате механического и теплового воздействия на семена хлопчатника происходят значительные изменения в составе нежировой части масла. В зависимости от режима маслодобыwania, интенсивности и условий теплового воздействия госсипол будет переходить в масло в различных количествах и в различном состоянии: в виде неизменной, частично потерявшей исходные свойства и, наконец, в виде значительно измененной модификации. Этим, в основном, и объясняются различия в рафинируемости хлопковых масел, полученных по различным схемам маслодобыwania [6,9].

По рафинируемости хлопковые масла условно располагают в следующий ряд: форпрессовое, экспеллерное и, наконец, экстракционное. В пределах каждой группы масел их качество может меняться в зависимости от режима маслодобыwania и от сорта исходных семян. При этом особенно сильно снижается рафинируемость масла при увеличении количества нестандартных семян в перерабатываемом сырье.

Большое число экспериментальных работ [24,53], выполненных при периодическом методе рафинации хлопкового масла, позволили четко установить значение технологических параметров нейтрализации хлопкового масла, что оказалось справедливым и применимым и для новых непрерывных схем рафинации данного масла.

К числу первых из этих параметров следует отнести температуру масла, поступившего в рафинационный цех из цехов, в которых осуществляется извлечение масла из семян. При этом особенно важно, чтобы масло после его получения (при выходе из форпресса) немедленно охлаждалось до температуры 20...22°C.

Было четко показано, что щелочная обработка неохлажденного масла приводит к неудовлетворительным результатам. Так, например, нейтрализация форпрессового масла, охлажденного до 20...22°C, давала

выход рафината до 94...95 %, а при нейтрализации без предварительного охлаждения выход нейтрализованного масла составил всего 78...79 % [35].

Для установления роли концентрации щелочного раствора при нейтрализации хлопкового масла использовались растворы щелочи концентрацией от 80 до 500 г/л. Избыток щелочи изменялся от 30 до 300 %. Полученные результаты [64,65] свидетельствуют о том, что требуемый эффект рафинации достигается при применении определенного избытка щелочи, и позволяет высказать некоторые соображения о механизме щелочной обработки хлопкового масла. Небольшой избыток щелочи достаточен для связывания свободных жирных кислот (даже при избытке 10...20 %). Остаточное кислотное число не превышает 0,2 %, но при этом не достигается нужного осветления. Более высокий избыток щелочи оказывается необходимым для воздействия на красящие вещества. «Недостаток» щелочи дает худшие результаты и по цветности и по выходу рафинированного масла.

Оптимальное количество щелочи создает благоприятные условия для формирования соапстока и меньшего омыления нейтрального жира. Снижение выхода при избытке свыше 200 % происходит уже за счет омыления нейтрального жира, дальнейшее осветление масла при этом незначительно, следовательно, воздействие щелочи на пигментный комплекс прекратилось и уже началось омыление нейтрального жира.

Таким образом, можно наметить определенную последовательность в протекании отдельных реакций, имеющих место в процессе щелочной обработки хлопкового масла:

- нейтрализация свободных жирных кислот и образование мыл и госсиполата натрия;
- выведение красящих веществ за счет (в основном) адсорбции их натриевыми солями жирных кислот;
- омыление нейтрального жира.

Из этого следует, что к определению избытка щелочи нужно подходить осторожно, так как переход за оптимальное его количество приводит к снижению выхода рафинированного масла.

Эффект щелочной рафинации определяется не только режимом самой рафинации, но и характером тех производных госсипола, которые обуславливают специфическую окраску хлопкового масла, в частности, способностью этих производных вступать во взаимодействие с щелочью, их способностью тем или иным образом реагировать с щелочью. Недостаточное осветление масла при его нейтрализации объясняется наличием в нем тех производных госсипола, которые даже при значительном избытке щелочи остаются в растворе масла.

Можно предположить, что действие щелочи при нейтрализации таких масел будет проявляться в нескольких направлениях. Безусловно, имеет место прямое взаимодействие щелочи со свободными жирными кислотами и с неизмененным госсиполом с последующей адсорбцией красящих веществ на поверхности образующегося соапстока. Можно приписывать некоторые разрушающее воздействие концентрированных растворов щелочи на производные госсипола, а также некоторое каталитическое воздействие, приводящее к уплотнению сложных молекул до смолообразного состояния, при котором эти продукты выделяются из масла. Последнее предположение находит свое подтверждение при нейтрализации некоторых образцов шнекпрессового масла, при которой получается «резинообразный» соапсток с резко выраженной щелочной реакцией, после охлаждения такой соапсток превращается в твердую массу типа гудрона.

При меняющемся качестве сырого масла (в зависимости от качества семян и режима маслодобывания) необходимо было устанавливать параметры щелочного режима опытным путем для каждого вида и сорта масла.

Важным средством, обеспечивающим оптимальное ведение процесса, является систематическое выполнение пробных рафинаций хлопкового масла. При помощи пробной рафинации устанавливается необходимая концентрация раствора щелочи и оптимальный ее избыток. Для маслодобывающих заводов это не является затруднительным, так как на этих заводах рафинируют большие партии масла, одинакового (или близкого) качества, что позволяет устанавливать оптимальные условия щелочной обработки масла на достаточно длительный срок.

С изменением свойств госсипола и его производных связано и изменение рафинируемости масла при его хранении [9,33]. При хранении масел происходит изменение структуры пигментного комплекса хлопкового масла и связанное с этим изменение реакционной его способности. Это неоднократно наблюдалось при проведении рафинации одних и тех же масел на маслодобывающих и жироперерабатывающих заводах, где масло подвергается рафинации, в лучшем случае через месяц после его получения. Режим рафинации, установленный для свежих масел, дающий хороший эффект, не дает положительного результата в отношении цветности масел применительно к маслам, хранившимся в течение определенного времени. Этот вывод многократно проверялся на различных производственных образцах масла [35].

При разработке непрерывного метода нейтрализации хлопкового масла учитывались специфическое поведение госсипола и его производных, а также сущность технологических параметров, которые были разработаны при совершенствовании технологического режима периодической рафинации хлопкового масла. В первую очередь, обязательным осталось охлаждение нейтрализуемого масла до 20...22⁰C. Условия щелочного режима по концентрации раствора щелочи и ее количеству также обуславливается качеством исходного масла и теми

требованиями, которые предъявляются к рафинированному продукту [17,35].

При непрерывном методе нейтрализации необходимо быстрое и равномерное распределение водного раствора щелочи в масляной среде и тесное его смешивание с маслом.

Взаимодействие жирных кислот с щелочью протекает мгновенно, в силу чего стало возможным применение интенсивного перемешивания в течение относительно короткого времени, при котором исключается омыление триглицеридов. В качестве одного из аппаратов, обеспечивающих интенсивное перемешивание масла в растворе щелочи, были испытаны эмульгаторы, обеспечивающие образование тонкой истойкой водно-жировой эмульсии [17]. Сущность такого метода заключается в том, что в результате смешивания масла с раствором щелочи создается система с очень тонкой степенью диспергирования, что позволяет с некоторой условностью называть ее эмульсией, а метод-эмульсионным.

В ряде работ [33,35] было изучено влияние возможных технологических условий на эффективность щелочной обработки различных видов хлопкового масла по эмульсионному методу. Результаты этой работы получили подтверждение в заводской практике. Эмульсионный метод нейтрализации является первой ступенью в разработке непрерывного процесса рафинации хлопкового масла. Его применение, как показывает опыт многих заводов, позволяет совершенствовать условия технологического режима рафинации. Внедрение эмульсионного метода позволило улучшить качество рафинированного масла и повысить производительность оборудования. Различие в содержании и характере красящих и нежировых веществ в хлопковом масле определяет применение при нейтрализации растворов щелочи разной концентрации. Этим различием определяется и количество

щелочи, необходимое для получения рафинированных масел стандартной цветности, выход рафинированного масла, а также эффективность непрерывной эмульсионной нейтрализации [35,63-68].

Ряд исследований [69,71,75,112-114,133,134,139-141] был посвящен использованию раствора щелочи в процессе влаготепловой обработки и жарения мятки. Основной задачей этих исследований являлось снижение содержания свободных жирных кислот и цветности в получаемом «сыром» масле, а также повышение качества жмыхов и шротов за счет снижения в них содержания госсипола и его производных [12,34].

В Кинг и др. [202-204] установили, что жарение хлопковой мятки в присутствии щелочных реагентов уменьшило содержание госсипола.

П.Баверс и др. [190,191] показали, что сырые масла, полученные из мятки, обработанной раствором щелочи, содержали лишь наименьшее количество госсипола, по сравнению с маслами, которые были получены при увлажнении мятки водой (то есть без раствора щелочи), и содержали небольшое количество жирных кислот. С.Понс и др. [204,205] описали метод промышленного кондиционирования хлопковой мятки в присутствии гидроокиси натрия. Авторы [203] изучали влияние обработки сырого масла бурой и влияние кондиционирования увлажненной мятки под давлением на содержание госсипола в шроте и маслах.

Ведутся работы также по подготовке материала к прямой экстракции путем обработки лепестка различными химическими реагентами [130,135,137].

1.3.1. Анализ и оценка технологий частичной рафинации масла на стадии маслодобывания

В последнее время особое внимание уделяют исследованиям и разработкам в направлении частичной рафинации масла в сырье на стадии влаготепловой обработки мятки и жарения мезги.

Сотрудниками ВНИИЖиров [71] в последние годы разработана технология, предусматривающая обработку подсолнечной мятки перед жарением и прессованием раствором кальцинированной соды и хлористого кальция. Испытание этой технологии в опытно-промышленных условиях при переработке подсолнечных семян с повышенным кислотным числом масла показано снижение кислотного числа сырого масла за счет нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в сырье. Использование этой технологической схемы на стадии маслодобывания (в процессе извлечения масла прессовым способом) дало положительные результаты. Однако, процесс экстракции жмыхов, полученных в процессе «форрафинации», протекал с некоторыми отклонениями от принятых технологических режимов, что отрицательно повлияло на производство. Аналогичные исследования применительно к переработке хлопковых семян и обработке мятки растворами кальцинированной соды и хлористого кальция были проведены и другими исследователями [138-144].

Авторами [139,140] исследована и разработана технология предварительной рафинации хлопкового масла в маслосодержащем сырье на стадии маслодобывания. Сущность исследованной технологии заключалась в очистке семян от посторонних примесей, обрушивании семени, отделении ядра и шелухи, измельчении ядра с получением хлопковой мятки, влаготепловой обработки мятки, жарении и прессовании маслосодержащего сырья. При этом авторами предложена [138,139] технология обработки хлопковой мятки раствором кальцинированной соды (Na_2CO_3) определенной концентрации с целью частичного снижения кислотного числа масла в мятке при переработке низкосортных и высококислотных семян хлопчатника. Результатами исследований установлена возможность снижения кислотного числа масла в мятке на 25...35 % от его первоначального значения в маслосодержащем сырье.

Затем, образовавшиеся натриевые соли переведены в кальциевые соли жирных кислот с обработкой мятки раствором хлористого кальция и достигнуто определенное повышение кормовых свойств хлопковой ракушки. Предложенные разработки использованы в условиях маслопрессовых предприятий. Технологические разработки в этом направлении связаны с существенными недостатками, а именно: большой расход кальцинированной соды; высокие потери масла на стадии частичной и окончательной рафинации масла; низкие качественные показатели рафинированного хлопкового масла.

Учитывая недостатки предлагаемой авторами технологии [144] предложена усовершенствованная технология частичной рафинации масла в мятке с использованием активированных в электромагнитном поле растворов кальцинированной соды (Na_2CO_3). Однако, эти разработки также не дали необходимых результатов в направлении повышения качества рафинированного масла и снижения потерь в производстве. Необходимо отметить, что авторами не предусмотрена возможность электромагнитной активации раствора хлористого кальция на стадии предварительной обработки хлопковой мятки, которая могла бы дать определенные технологические преимущества.

Следует подчеркнуть, что кальцинированная сода (Na_2CO_3) в отличие от каустической соды (NaOH) по технологическим и электрофизическим свойствам характеризуется существенными недостатками [29,166]. В связи с этим использование этого раствора в технологии рафинации растительных масел как на стадии частичной, так и на стадии окончательной рафинации не рекомендовано. С учетом этого, исследования в направлении использования малоконцентрированных растворов каустической соды на стадии частичной рафинации масел в процессе влаготепловой обработки масличной мятки представляет как научный, так и практический интерес. Особенным является

интенсификация технологического процесса частичной и окончательной рафинации масла с предварительной инфракрасной (ИК) активацией раствора каустической соды.

В последние годы в отечественной практике щелочной рафинации сырого хлопкового масла предложены новые и довольно перспективные способы, связанные с использованием карбамидных растворов [59]. Результаты этих работ позволили повысить выход, улучшить качество и другие свойства рафинированного масла и также обеспечили повышение кормовых достоинств шротов [130].

Несмотря на эти исследования технология щелочной рафинации сырого хлопкового масла как на стадии маслодобывания, так и на стадии собственной рафинации, тем не менее, требует совершенствования с целью обеспечения эффективности производства, улучшения качества и пищевой ценности рафинированного масла, снижения потерь в производстве, а также сокращения тепловых, энергетических и трудовых затрат.

Резюмируя данную часть обзора, можно сделать следующие выводы:

- в отечественной и зарубежной практике по переработке хлопковых семян созданы схемы рафинации хлопкового масла, обеспечивающие повышение качества получаемого масла;

- несмотря на множество разработанных технологических схем, а также проведенных исследований, остаются актуальными вопросы повышения качества масла и шрота за счет создания и внедрения высокоэффективных технологических процессов, в том числе с использованием совмещенных схем;

- следует подчеркнуть важность совершенствования технологического процесса переработки хлопковых семян на стадии маслодобывания.

1.4. Использование инфракрасных и электрофизических методов в технологии масложирового производства

Эффективность использования энергии во многом определяется созданием способов и аппаратуры, непосредственно использующих электроэнергию в технологических процессах.

Теплота является универсальным способом обработки пищевых продуктов [76]. Существует множество способов и аппаратуры для осуществления ИК и СВЧ тепловой обработки, причем целесообразность использования того или иного метода требует комплексного подхода, учитывающего динамику изменения в процессе нагрева пищевой ценности и вкусовых качеств продукта, а также ряд технико-экономических показателей [76].

Скорость нагрева ограничивается еще и теплофизическими характеристиками сырья и продуктов. Все это дает основание утверждать, что существуют естественные пределы, ограничивающие скорость традиционных тепловых процессов [76].

Выход из этой ситуации может быть найден использованием нетрадиционных методов подвода теплоты: инфракрасных лучей (ИК), электроконтактного (ЭК), высокочастотного (ВЧ), сверхвысокочастотного (СВЧ) или методов с электромагнитной техникой [76].

Спектры инфракрасных лучей и электромагнитных волн могут служить основой классификации электрофизических методов обработки [76,148].

Открываются совершенно новые перспективы в пищевом производстве при интенсификации термических и технологических процессов различных методов нагрева. Применение этих методов резко ускоряет течение процессов, повышает производительность труда, снижает потребность в производственных площадях, в ряде случаев

уменьшает расход энергии. Кроме того, повышается качество продукции, а также резко улучшаются санитарно-гигиенические условия труда.

Нагрев в идеальных условиях осуществляется без температурного градиента ($dt/dx=0$), при этом материал может поглощать значительную энергию за весьма короткие промежутки времени. Кроме того, варьируя формой рабочего органа и типом волны, можно создать тепловые режимы обработки с заранее намеченной температурной неравномерностью, что позволит использовать новые технологические возможности. Длительность такого нагрева зависит только от подводимой мощности и не зависит от формы и объема обрабатываемого изделия [76,148].

Применение ИК- энергии, как и любых других методов, имеет свои преимущества и недостатки. К преимуществам следует отнести: сокращение производственного цикла в 5...60 раз в зависимости от процесса; стабилизацию, а в ряде случаев увеличение выхода готовой продукции с максимальным сохранением термочувствительных компонентов; сильное бактерицидное действие; возможность получения пищевых продуктов с принципиально новыми свойствами; резкое снижение тепловых потерь в окружающую среду; постоянную готовность ИК-установок к работе (выход на режим 1...2 мин); безинерционность нагрева, независимость его от формы и объекта изделия; возможность полной автоматизации процесса; высокий КПД преобразования электрической энергии ИК в тепловую; снижение трудовых затрат и расхода энергии в среднем на 20...40 % и улучшение санитарно-гигиенических условий труда.

В то же время имеются некоторые особенности, которые ограничивают использование электрофизических методов: затруднительность получения колера на поверхности изделия; необходимость использования в качестве тары диэлектрических материалов; использование высокопотенциальной энергии; наличие квалифицированного персонала

для обслуживания ИК-установки; применение дозиметрического контроля за уровнем излучения; возникновение температурной неоднородности при резко выраженной гетерогенности продукта.

В последнее время среди электрофизических методов особое значение приобретает использование электромагнитной техники, в особенности в масложировой и других отраслях пищевого производства.

Определенные исследования по изучению кинетики гетерогенных химических взаимодействий в скрещенных электрических и магнитных полях проведены в Одесском технологическом институте пищевой промышленности [77-79].

Особое значение в использовании электромагнитной техники в процессе переработки растительных масел и жиров приобретают исследования, выполненные в Краснодарском политехническом институте под руководством проф. Н.С. Арутюняна, Т.В. Мгебрешвили с сотрудниками [87-95]. В отраслевой научно-исследовательской лаборатории этого института разработана технология очистки, гидратации и рафинации подсолнечного масла с применением электромагнитной и механико-химической активации [87-85]. Результаты этих исследований внедрены в производство и дали положительный эффект в улучшении качества продукции.

Т.В. Мгебрешвили с сотрудниками [89-95] выполнены комплексные исследования, позволившие научно обосновать направление совершенствования технологических процессов и повышения питательной ценности пищевых продуктов и разработать новые устройства и технологию для гидратации фосфолипидов растительных масел, карбонатного омыления жиров в приготовлении основы хозяйственного мыла. Авторами [88,95] изучено влияние комплексного механического, электромагнитного и отдельно механического воздействия на жидкофазные липиды. Экспериментально ими установлено, что механическое воздействие на

жидкие липиды изменяет их физико-химическую характеристику, а наложение при этом переменного электромагнитного поля способно существенно увеличить этот эффект [95]. При исследовании процесса гидратации фосфолипидов в условиях наложения электромагнитного поля выявлено, что наложение вращающегося электромагнитного поля на зону реакции гидратации приводит к увеличению выхода фосфолипидов.

Установленные закономерности позволили разработать эффективную технологию производства жидких пищевых продуктов и растительных масел с электромагнитной активацией процесса [100-104].

Исследования [95] процесса карбонатного омыления жиров в условиях электромагнитной активации показали, что наложение вращающегося электромагнитного поля на одну зону реакции повышает эффективность механического воздействия, при этом глубина омыления свободных жирных кислот достигает 90 %.

В литературе [96-99,100-104] имеется соответствующая информация об использовании электромагнитных полей для других отраслей пищевого производства с целью его интенсификации.

Однако о методах использования методов ИК техники в процессе совмещенной технологии маслодобыывания и рафинации масла в мятке, в особенности при переработке хлопковых семян разного качества, в литературе недостаточно информации. Хотя обработка щелочных растворов в электромагнитном поле позволяет интенсифицировать технологические процессы и обеспечивает улучшение пищевой ценности рафинированных масел.

В связи с этим основные наши исследования целенаправлены на изучение влияния инфракрасной поля (ИК) при частичной обработке хлопковой мятки растворами каустической соды и хлористого кальция, а также при окончательной рафинации полученного сырого масла раствором каустической соды.

Задачи исследования:

- Изучение особенностей химического состава и качества низкосортных масличных семян хлопчатника.
- Анализ и оценка действующих технологий извлечения масла из масличных семян хлопчатника разного качества и рафинации сырого масла, полученного из них.
- Определение основных направлений совершенствования технологии, повышения качества рафинированных хлопковых масел, в том числе методом частичной рафинации масла в мятке на стадии маслодобывания.
- Исследование технологии частичной и окончательной рафинации хлопкового масла растворами каустической соды и хлористого кальция, активированными воздействием на них инфракрасных лучей различной степени напряженности.
- Изучение основных качественных и количественных изменений компонентных составов рафинированного масла, жмыхов и шротов.
- Разработка оптимальных режимов частичной и окончательной рафинации масла, снижение материальных затрат и потерь в производстве, оценка эффективности предлагаемых технологических разработок.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Для проведения экспериментальных исследований в качестве исходного сырья использованы семена хлопчатника. Для частичной и окончательной рафинации масла применены водные растворы гидроксида натрия и хлористого кальция [139,151-157,158,159]. Совершенствование и интенсификация процессов частичной и окончательной нейтрализации осуществлялись путем использования активированных растворов в инфракрасном поле (ИК) различной напряженности [158,160].

Экспериментальные исследования проведены в лабораторных и опытно-производственных условиях.

Качество и физико-химическая характеристика исходного сырья, промежуточных и конечных продуктов, а также вспомогательных материалов оценены современными стандартными методами исследования, принятыми в масложировых и жироперерабатывающих отраслях промышленности [7,18-21,27].

Глава 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЯ, ТЕХНИКА ЭКСПЕРИМЕНТА, МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Характеристика хлопковых семян и продуктов их переработки

Основным сырьем, использованным нами в лабораторных, опытно-производственных и промышленных исследованиях, служили хлопковые семена различных сортов. Используемые семена характеризовались следующими показателями, %: масличность – 14,5...19,9; влажность- 7,8...14,0; опушенность - 7,6...12,5; засоренность - 1,8...20,4. Среднее кислотное число масла в исследованных образцах хлопковых семян составляло 5,9...14,0 мг КОН/г. В отдельных случаях при проведении опытно-производственных испытаний подвергались различные партии нестандартных семян хлопчатника со следующими усредненными показателями качества, %: масличность 14,6...18,2; влажность- 9,8...14,0;

опушенность -9,4...12,5; засоренность - 14,7...20,4. Среднее кислотное число масла в семенах, отобранных в партиях масличных семян, в период опытных испытаний составляло 12...14 мг КОН/г. Качественные показатели хлопковых семян и продуктов его переработки, использованных в период проведения экспериментов по совмещенной технологии маслособывания и рафинации масла в мятке с использованием ИК воздействия, приведены в табл.2.1. и 2.2.

Таблица 2.1.

Характеристика качественных показателей семян хлопчатника

№ партии	Сортность семян	Показатели качества				
		Влажность, %	Опушенность, %	Засоренность, %	Масличность, %	Кислотное число масла в семенах, мг КОН/г
1	I-II	7,8	7,6	1,8	19,9	5,9
2	I-II	11,0	8,5	2,5	18,2	6,7
3	III-IV	12,6	10,5	14,7	17,0	8,4
4	Нестандартные	14,0	12,5	20,4	14,5	14,0

Таблица 2.2.

Химический состав хлопковых семян

Состав, %	Сортность семян							
	I-II		I-II		III-IV		Нестандартные	
	в семенах	в ядре	в семенах	в ядре	в семенах	в ядре	в семенах	в ядре

Липиды	21,2	36,0	20,2	34,3	18,1	30,7	14,9	25,3
Белки (Nx6,25)	29,0	37,7	28,2	36,6	26,7	34,7	24,3	31,5
Целлюлоза	18,1	1,0	18,9	1,1	19,2	1,2	20,3	1,3
Зола	2,1	1,9	2,8	2,5	15,1	13,5	21,4	19,2

Для проведения экспериментов по совмещенной технологии маслособывания и рафинации масла в мятке хлопковые семена обрушивали, затем ядро отделяли от шелухи на сепараторах, измельчали в вальцовых станках. Эти технологические операции осуществляли в соответствующих отделениях цехов и на оборудовании предприятия. Технологические операции первичной переработки семян проводили согласно действующим технологическим регламентам производства хлопкового масла.

В качестве щелочного реагента в процессе предварительной обработки хлопковой мятки в пропарочно-увлажнительных шнеках использовали раствор каустической соды. Каустическую (NaOH) соду в сухом состоянии оценивали по следующим показателям, %: основное вещество -99,9; нерастворимые в воде вещества -0,005; тяжелые металлы - 0,0005, соответствие требованиям ГОСТа.

Перевод образовавшихся натриевых мыл в кальциевые соли жирных кислот в процессе частичной рафинации масла в мятке производили путем обработки мезги раствором хлористого кальция, соответствующего по качеству также требованиям ГОСТ: содержание, %: основного вещества - 96,0; примесей -0,05...0,10; щелочность в пересчете на $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -0,10.

Исследование технологии и окончательной рафинации частично рафинированных в мятке масел с пониженным кислотным числом проводили с использованием гидроксида натрия.

Во всех случаях концентрация и избыток растворов каустической соды выбирали в зависимости от исходного показания кислотного числа

масла. Концентрация раствора хлористого кальция во всех случаях была постоянной (15%), которая была установлена многочисленными экспериментальными опытами [71,133,139-141].

Щелочные растворы и растворы хлористого кальция активировались в электромагнитном поле. Электромагнитная активация проводилась с использованием стандартного аппарата АМО-25 УХЛ4, используемого для активации водных раствором в пищевом производстве. Используемый электромагнитный аппарат, установленный на линии активации растворов, обеспечивает напряжение магнитного поля в пределах $(0,4...2,8) 10^{-4}$ А/м.

Регулирование напряжения магнитного поля в аппарате осуществлялось выпрямителем типа ВСА-5К путем изменения значения употребляемого прибором рабочего тока.

2.2. Техника эксперимента, лабораторные и заводские установки для частичной и окончательной рафинации масла

Лабораторные эксперименты по предварительной обработке хлопковой мятки растворами разбавленной каустической соды и хлористого кальция проводили в специальной металлической емкости (рис.1), внутренняя сторона которой покрыта коррозионностойким слоем, оборудованной электрическим нагревом и металлической мешалкой с регулируемым числом оборотов. Подача реагентов в мятку осуществлялась самотеком из соответствующих мерных емкостей.

Для активации растворов в инфракрасном и электромагнитном поле использована лабораторная установка.

Принципиальная технологическая схема (рис.2) частичной рафинации масла в мятке активированными в ИК растворами NaOH и CaCl_2 в опытно-производственных условиях заключалось в том, что хлопковая мятка в пропарочно увлажнительном шнеке (6) обрабатывалась

предварительно активированным в ИК раствором разбавленной каустической соды, подогретым до 80...85°C. Концентрация раствора щелочи и ее избыток устанавливались (см.табл.3.19 п.20 и 21) в зависимости от кислотности масла в сырье. Концентрация использованного раствора хлористого кальция была постоянной – 15% [71,133,139 - 141]. Таким образом обработанная хлопковая мятка затем поступала в первой чан жаровни (11), где она дополнительно обрабатывалась предварительно активированным в ИК и подогретым до 80...85°C 15 %-ным раствором хлористого кальция. Дальнейшие процессы влаготепловой обработки, жарения и прессования мезги соответствовали действующей технологии на заводе.

Для осуществления технологии частичной рафинации масла в мятке в опытно-производственных условиях и его практической реализации в условиях прессового цеха предприятия (рис.3) в пропарочно-увлажнительный шнек (11) подавали предварительно активированный в ИК и нагретый до 80...85°C раствор каустической соды концентрацией 9...10 % /в количестве, необходимом для повышения влажности мятки до 11,5..17,5 % [9]/, с помощью форсунки-распылителя (12) из емкости (20) для раствора каустической соды.

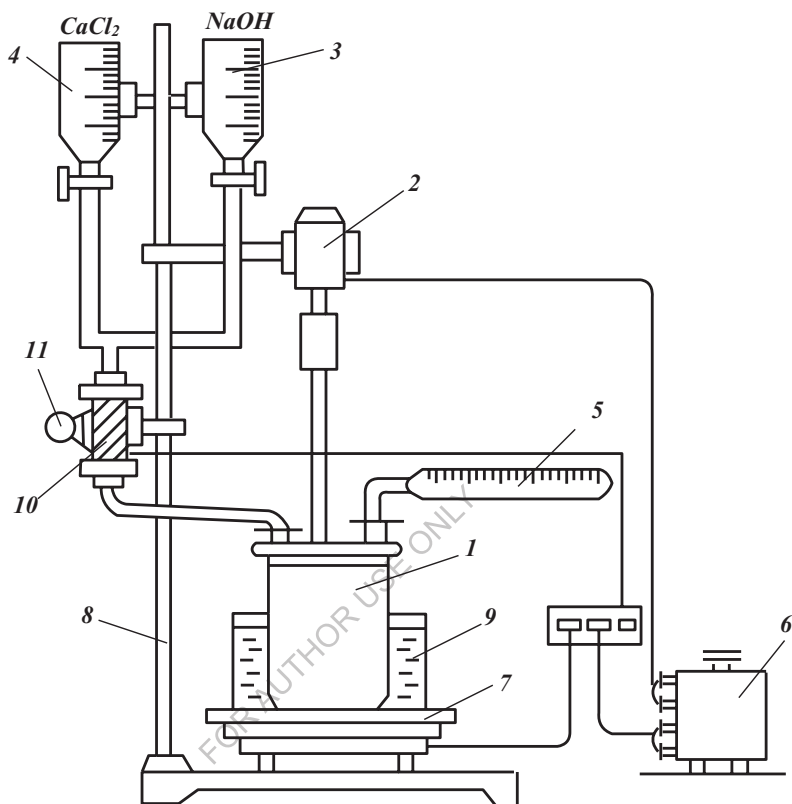


Рис. 1. Лабораторная установка для частичной рафинации масла в сырье и окончательной рафинации частично-рафинированного масла

- | | |
|---|------------------------------|
| 1. Емкость для сырья | 7. Электронагреватель |
| 2. Электродвигатель | 8. Штатив |
| 3. Ёмкость для раствора NaOH | 9. Водяная баня |
| 4. Ёмкость для раствора CaCl_2 | 10. Электромагнитный аппарат |
| 5. Термометр | 11. Выпрямитель тока |
| 6. Электролизатор | |

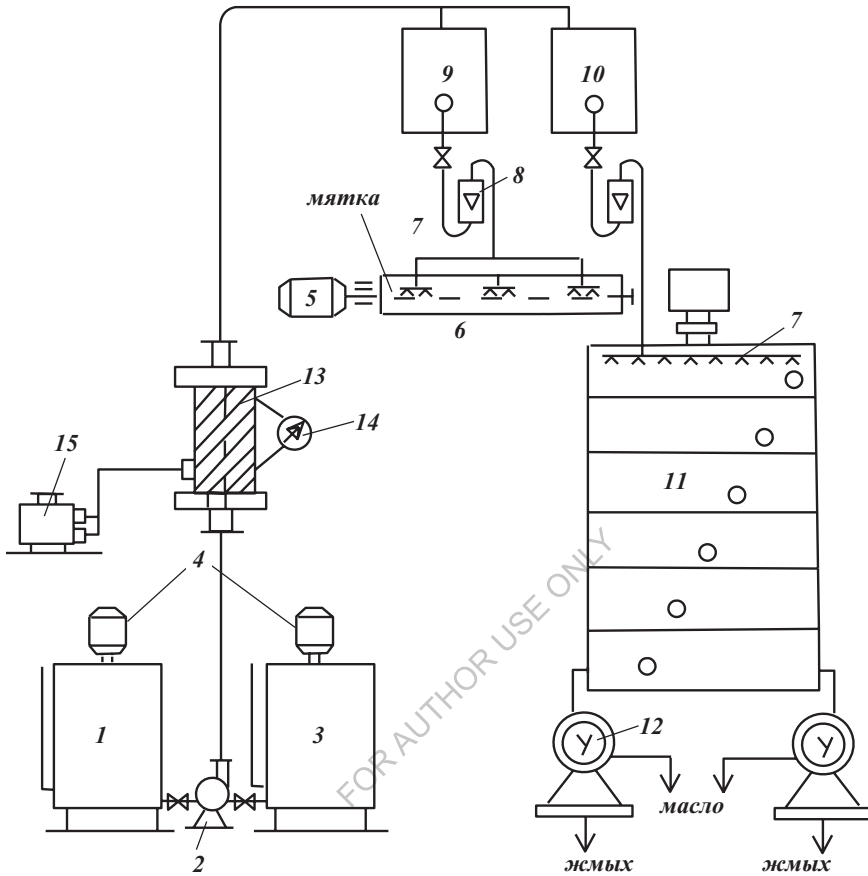


Рис.2. Принципиальная технологическая схема опытной экспериментальной установки частичной рафинации масла в сырье с активированными в ИК растворами NaOH и CaCl_2 .

- | | |
|---|--|
| 1. Емкость для раствора NaOH | 9. Напорный бачок для NaOH |
| 2. Насос | 10. Напорный бачок для CaCl_2 |
| 3. Ёмкость для раствора CaCl_2 | 11. Жаровня |
| 4. Мешалки с электродвигателями | 12. Форпрессовые агрегаты |
| 5. Электродвигатель | 13. Электромагнитный аппарат |

- | | |
|--|-----------------------------|
| 6. <i>Пропарочно-увлажнительный
инек</i> | 14. <i>Выпрямитель тока</i> |
| 7. <i>Форсунки-распылители</i> | 15. <i>Электролатор</i> |
| 8. <i>Расходомер-ротаметр</i> | |

FOR AUTHOR USE ONLY

Подачу раствора каустической соды осуществляли насосом (19) через расходомер или ротаметр (16а), которым и контролировали необходимое количество активированного раствора соды для частичной нейтрализации свободных жирных кислот масла в сырье. Активацию раствора щелочи проводили с помощью электромагнитного аппарата (22).

Обработанная раствором каустической соды мятка поступала в первый чан жаровни (14). В этом же чане (или же в некоторых случаях во 2-ом чане) жаровни мятку обрабатывали предварительно активированным в ИК и подогретым (80...85⁰C) раствором хлористого кальция заранее установленной концентрации 15 %. Раствор хлористого кальция подавали из емкости (18) насосом (17) через расходомер (16) и инфракрасном установке (21). Таким путем в пропарочно-увлажнительном шнеке осуществлен процесс частичной нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в мятке раствором каустической соды. В первом и в последующих чанах жаровни, куда подавали раствор хлористого кальция, образовавшиеся натриевые соли жирных кислот переводили кальциевые соли, и на этом заканчивался процесс подготовки мезги к форпрессованию.

Окончательная рафинация частично рафинированного масла проводилась в нейтрализаторе (рис.4. поз.2) с мешалкой.

Для окончательной рафинации частично рафинированного масла принципиальная схема (рис.4) эксплуатации электромагнитного аппарата заключается в следующем: раствор щелочи с определенной концентрацией из емкости (1) поступает через регулирующий вентиль самотеком в емкость электромагнитного аппарата (3), предназначенного для электромагнитной обработки растворов. Поэтому этот реактор в аппарате расположен внутри соленоида, предназначенного для создания электромагнитного поля.

Напряжение инфракрасного излучения в соленоиде регулируется изменением сопротивления инфракрасном тока в цепи. Для этого в электрической схеме инфракрасном установке установлен выпрямитель напряжения (4) типа ВСА 5К.

В опытных условиях окончательная рафинация частично рафинированного масла проводилась в нейтрализаторе (2) периодического действия, снабженном необходимыми патрубками, мешалкой и системой

FOR AUTHOR USE ONLY

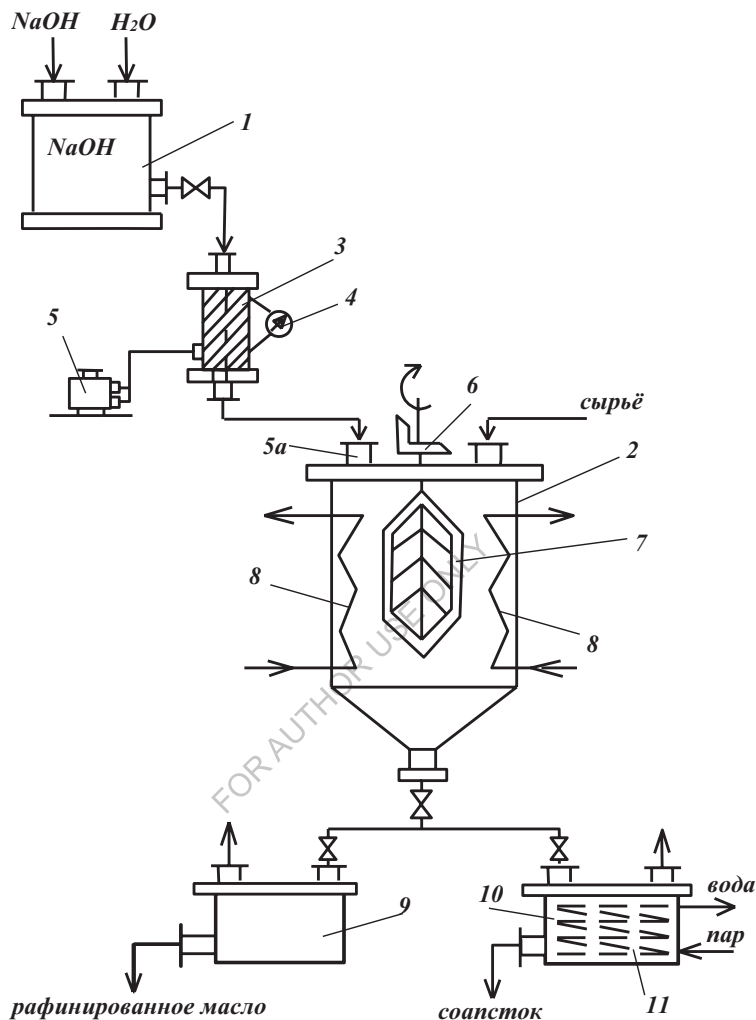


Рис.4. Технологическая схема активации щелочи и окончательной рафинации частично рафинированного хлопкового масла

1. Емкость для раствора NaOH; 2. Нейтрализатор; 3. Электромагнитный аппарат; 4. Выпрямитель тока; 5. Электронасос; 5а. Патрубок; 6.

Редуктор; 7. Мешалка; 8. Охладители; 9. Емкость для рафинированного масла; 10. Емкость для соапстока; 11. Охладитель-подогреватель.

Условия и технологические режимы устанавливались пробной рафинацией в лабораторных условиях в зависимости (см. главу 4) от исходных показателей частично рафинированного хлопкового масла. После завершения окончательной рафинации слив рафинированного масла и соапстока осуществляли самотеком в соответствующие емкости (9 и 10). Перед дальнейшей обработкой рафинированное масло и соапсток подвергали качественному и физико-химическому анализу.

Как уже отмечалось в литературном обзоре, одним из интенсифицирующих технологический процесс отделения свободных жирных кислот из маслосодержащего сырья факторов является применение электрофизических методов обработки водных растворов щелочей, в частности использование электромагнитных полей различной напряженности. Исходя из этого необходимо оценить электромагнитное поле и характеристику используемого электромагнитного аппарата АМО-25 УХЛ-4.

2.3. Электромагнитная техника и ее использование

В лабораторных опытах и опытных установках в качестве интенсифицирующего фактора частичной и окончательной рафинации масла мы использовали аппарат, которое в качестве очистки жидкостей от некоторых видов примесей.

2.3.1. Общая характеристика электромагнитного поля и единица измерения напряженности

Силовой характеристикой магнитного поля служит вектор магнитной индукции - B (рис.5). В системе «СИ» он численно равен

пределу отношения силы, действующей со стороны магнитного поля на элемент проводника с электрическим током, к произведению тока и длины элемента проводника, если длина этого элемента стремится к нулю, а элемент так расположен в поле, что этот предел имеет наибольшее значение:

$$B = \frac{1}{J} \left(\frac{dF}{dl} \right)_{\max} \quad (2.1)$$

В Гауссовой системе единиц:

$$B = \frac{C}{J} \left(\frac{dF}{dl} \right)_{\max} \quad (2.2)$$

где C -электродинамическая постоянная, равная отношению единиц заряда в системе СГСМ и СГСЭ и совпадающая со скоростью света в вакууме ($C \approx 3 \cdot 10^{10}$ см/с).

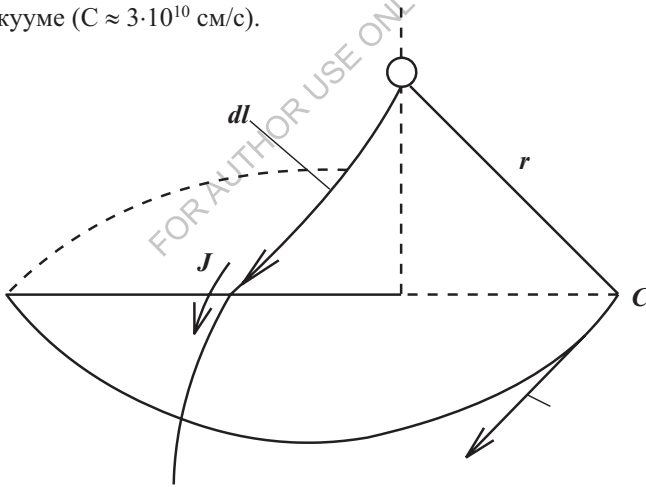


Рис.5. Силовая характеристика инфракрасных лучей:

J – вектор интенсивности;

dB – вектор ИК-лучей индукции;

dl – длина проводника.

Необходимо отметить, что изменение напряжения электрического тока в системе подчиняется закону Ома [76]:

$$J = \frac{U}{R} \quad (2.3)$$

где: J – сила тока, Ампер;

U – напряжение, Вольт;

R – сопротивление, Ом.

и следовательно в этом случае напряженность магнитного поля определяется по формуле:

$$dH = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{J}{r^3} [dL \cdot r] = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{U}{R \cdot r^3} [dL \cdot r] \quad (2.4)$$

где: H – напряженность ЭМП;

π – постоянная величина;

J – сила тока, Ампер;

R – сопротивление, Ом;

U – напряженность тока, Вольт;

r – радиус проводника.

Учитывая стандартные значения напряженности магнитного поля в использованном электромагнитном аппарате в пределах $(0,4...2,8) 10^{-5}$ А/м в наших исследованиях изменение напряженности магнитного поля в указанных пределах осуществлялось выпрямителем в соответствующих значениях сопротивления тока в электрической цепи.

Силу, действующую со стороны магнитного поля на проводник с током, называют силой Ампера. Элементарная сила Ампера dF , действующая на малый элемент dL длины проводника, по которому идет электрический ток J , равна:

$$dF = J [dL \cdot B] \quad (\text{в СИ}) \quad (2.3)$$

$$dF = \frac{J}{C} [dL \cdot B] \quad (\text{в Гауссовой системе}) \quad (2.4)$$

где dL – вектор, численно равный длине L элемента проводника, направленный в ту сторону, что и вектор j плотности тока в этом элементе проводника.

Данное выше соотношение (2.3 и 2.4) называют законом Ампера [76].

В отличие от электростатистических сил, которые являются центральными, сила Ампера, как и другие силы электромагнитного взаимодействия, не являются центральной. Она направлена перпендикулярно к линии индукции магнитного поля.

Если проводники с током или движущиеся заряженные тела (конвекционные токи) находятся не в вакууме, а в каком-либо веществе (магнетике), то это вещество намагничивается, и магнитная индукция результирующего поля равна:

$$B = B_o + B_{внутр} \quad (2.5)$$

где B_o – инфракрасные лучи, создаваемого токами проводимости и конвекционными лучами (макроскопическим токами);
 $B_{внутр}$ – инфракрасные лучи.

В тех случаях, когда однородный и изотропный магнетик полностью заполняет все пространство, где имеется магнитное поле или часть его таким образом, что линии индукции намагничивающего поля не пересекают поверхность магнетика, то в магнетике:

$$B = \mu B_o \quad (2.6)$$

где μ – относительная магнитная проницаемость магнетика, показывающая во сколько раз при заданном распределении макроскопических токов магнитная индукция в рассматриваемой точке поля в данном веществе, заполняющем все поле, больше чем в вакууме.

Напряженностью магнитного поля называют векторную физическую величину – H , характеризующую магнитное поле и определяемую следующим образом:.

$$H = \frac{B}{\mu_o} - J \quad (\text{в СИ}) \quad (2.7)$$

$$H = B - 4\pi J \quad (\text{в Гауссовой системе}) \quad (2.8)$$

где J – вектор интенсивности намагничивания среды в рассматриваемой точке поля. В частности, для магнитного поля в вакууме:

$$H = \frac{B}{\mu_o} \quad (\text{в СИ}) \quad (2.9)$$

$$H = B \quad (\text{в Гауссовой системе}) \quad (2.10)$$

Если среда изотропна, то

$$H = \frac{B}{\mu\mu_o} \quad (\text{в СИ}) \quad (2.11)$$

$$H = \frac{B}{\mu} \quad (\text{в Гауссовой системе}) \quad (2.12)$$

где μ – скалярная величина, так что векторы H и B коллинеарны, то есть однозначны.

Если выполнены условия ($B = B_o + B_{\text{внутр}}$), то есть, в частности для магнитного поля в однородном изотропном магнетике, заполняющем весь объем поля, напряженность H не зависит от r и совпадает с напряженностью в рассматриваемой точке для магнитного поля, создаваемого той же системой макроскопических токов:

$$H = \int_i dH \quad (2.13)$$

где dH – может быть найдено из закона Био-Савара-Лапласа [76] для напряженности инфракрасных лучей:

$$dH = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{J}{r^3} [dJ \cdot r] \quad (\text{в СИ}) \quad (2.14)$$

$$dH = \frac{1}{C} \cdot \frac{J}{r^3} [dJ \cdot r] \quad (\text{в Гауссовой системе}) \quad (2.15)$$

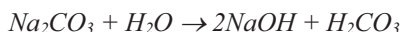
где dJ – вектор элемента проводника (рис.4), численно равный dL и проведенный в направлении тока; r – радиус-вектор, проведенный из этого элемента проводника в рассматриваемую точку поля, $r=[r]$;
 $c \approx 3 \cdot 10^{10}$ см/с - электродинамическая постоянная;
 $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ в,с/А/м = $4\pi \cdot 10^{-7}$ гн/м - магнитная постоянная.

Исходя из вышеприведенной формулы (2.14 и 2.15) единица измерения напряженности магнитного поля выражается в Амперметрах.

2.3.2. Характеристика щелочных растворов и их электрофизические свойства

В химических реакциях нейтрализации используют различные виды щелочных растворов [29]. При нейтрализации свободных жирных кислот сырых масел и жиров в основном применяют концентрированные растворы каустической (NaOH) и кальцинированной (Na_2CO_3) соды. Раствор кальцинированной соды рекомендуется использовать при нейтрализации низкокислотных (не более 3,0 мг КОН/г) масел и жиров. Необходимо отметить, что в основном при щелочной нейтрализации масел и жиров применяют раствор каустической соды.

Кальцинированная сода Na_2CO_3 . $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – кристаллическая сода (декагидрат карбоната натрия, содержит 63 % кристаллизационной воды), состоит из белых кристаллов с температурой плавления 853°C [29]. Кристаллогидрат на воздухе теряет часть кристаллизационной воды, а при 32°C расплавляется. Растворим в воде, водный раствор имеет щелочную реакцию вследствие гидролиза соли:



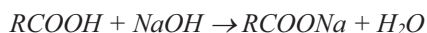
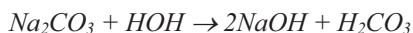
Кальцинированная сода в основном используется для производства стекла, мыла и синтетических моющих средств, эмалей, ультрамарина.

Каустическая сода (NaOH). Едкий натр – белые, гигроскопичные, агрессивные кристаллы; выпускается в виде гранул, палочек, пластинок или чешуек. Температура плавления 322°C, температура кипения 1390°C [29]. Гидроксид натрия поглощает диоксид углерода из воздуха. Гидроксид натрия хорошо растворяется в воде с выделением большого количества теплоты, раствор имеет сильнощелочную реакцию.

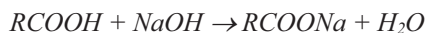
Каустическая сода используется для получения различных натриевых солей: нитрата, нитрита, сульфита, фосфатов, гипохлорита или белильного щелока, силикатов или растворимого стекла, фторида, хромата, органических солей и др. Применяется при производстве мыла, моющих средств, смачивателей и эмульгаторов, красителей и др. Входит в состав электролитов, предназначенных для воронения (чернения), обезжиривания, проведения некоторых электролитических процессов.

2.3.3. Особенности реакционной способности натриевых щелочей в реакциях нейтрализации жирных кислот

Нейтрализация свободных жирных кислот в низкокислотных маслах и жирах раствором кальцинированной соды происходит поэтапно со следующими химическими изменениями и реакциями:



Нейтрализация свободных жирных кислот в низко- и высококислотных маслах и жирах раствором каустической соды происходит по следующей реакции:



В обоих случаях процессы нейтрализации происходят в результате электролитических свойств щелочей (Na^+OH^-) и свободных жирных кислот ($RCOO^-$ и H^+):



В связи с этим особенным представляется оценка электролитических и электрофизических свойств карбоната и гидроксида натрия.

2.3.4. Электролитические и электрофизические свойства щелочей

Растворы электролитов можно разделить на две группы:

1. Теоретические работы, касающиеся структуры воды и растворов, межчастичных взаимодействий (гидратации и ионной ассоциации), влияния на них природы ионов, растворителя, температуры и концентрации [166-168,209].

2. Практические работы, ставившие своей целью определение (на основе температурно-концентрационных зависимостей свойств растворов) критериев выбора и контроля условий технологических процессов, установление общих закономерностей, повышающих эффективность производства [169-172,209].

Оба направления тесно связаны друг с другом, поскольку теоретические положения служат обоснованием для практических выводов и наоборот.

Теории растворов в основном описывают разбавленные растворы [166]. Между тем на производстве в качестве электролитов более широко применяют растворы средних и высоких концентраций.

К основным физико-химическим характеристикам водных растворов электролитов обычно относят их вязкость, плотность и электрическую проводимость [173].

В исследованиях определение удельной электрической проводимости (H ; $Cm \cdot cm$) растворов карбоната и гидроксида натрия осуществляли по следующей формуле [166]:

$$\lambda = H \frac{1000}{C} \quad (2.16)$$

где: λ – молекулярная электрическая проводимость, $Cm \cdot cm^2 \cdot моль^{-1}$;

C – молярная концентрация раствора, *моль/л*.

В информационных источниках [166-168] содержатся данные о молярных электрических проводимостях исследуемых щелочей в различных разбавленных растворах. Учитывая это, степень диссоциации (α) электролитов исследованных растворов определяли по формуле [166]:

$$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda^i} \quad (2.17)$$

где: λ – молекулярная электрическая проводимость раствора при определенной температуры, $См \cdot см^2 \cdot моль^{-1}$;

λ^0 – молекулярная электрическая проводимость раствора при (20°С) температуры, $См \cdot см^2 \cdot моль^{-1}$

Полученные результаты приведены в табл.2.3.Таблица 2.3.

Электролитические свойства щелочных растворов при различных температурах

Температура раствора	Степень диссоциации, %			
	Карбонат натрия, Na_2CO_3		Едкий натр, $NaOH$	
	20 %	30 %	5 %	10 %
0	0	0	0	0
10	0,101	0,176	0,192	0,226
20	0,230	0,239	0,318	0,482
30	0,313	0,330	0,376	0,570
40	0,397	0,421	0,434	0,659
50	0,467	0,503	0,558	0,755
60	0,537	0,586	0,662	0,852
70	0,657	0,721	0,780	0,956
80	0,778	0,857	0,899	1,060
90	0,828	0,908	0,978	1,149
100	0,879	0,960	1,017	1,238

Как видно из приведенных данных электролитические свойства едкого натра имеют наибольшие значения при малых концентрациях по сравнению с кальцинированной содой. Наиболее высокая степень диссоциации наблюдается при температурах 70...90°C, то есть при тех температурах, в которых осуществляется влаготепловая обработка маслосодержащей мятки.

Результаты проведенных исследований подтвердили эффективность использования в технологии частичной рафинации масла в мятке малоконцентрированных растворов гидроксида натрия, которые позволяют снизить расходы и потери при осуществлении технологических процессов.

Электрофизические свойства щелочных растворов зависят от магнитной восприимчивости.

Магнитная восприимчивость – величина, характеризующая связь намагниченности вещества с магнитным полем в этом веществе. Магнитная восприимчивость (χ) в статистических полях равна отношению намагниченности вещества к напряженности намагничивающего поля [174,175]:

$$\chi = \frac{M}{H} \quad (2.18)$$

где: M – степень намагниченности вещества, А/м;

H – напряженность намагничивающего поля, А/м.

Магнитная восприимчивость безразмерная величина.

Магнитная восприимчивость, рассчитанная на 1 кг (или г) вещества, называется удельной ($\chi_{уд}$):

$$\chi_{уд} = \frac{\chi}{\rho} \quad (2.19)$$

где: ρ – плотность вещества, г/л.

Для растворов магнитную восприимчивость называют молярной (или атомной) восприимчивостью:

$$\chi = \frac{\chi_{\text{óä}}}{\text{ó}} \quad (2.20)$$

где: m – молекулярная масса раствора.

С магнитной проницаемостью (μ) магнитная восприимчивость в статистических полях связана соотношением:

$$\mu = 1 + 4 \pi \chi \quad (\text{в ед СГС}); \quad (2.21)$$

$$\mu = 1 + \chi \quad (\text{в ед СИ}); \quad (2.22)$$

Магнитная восприимчивость может быть как положительной, так и отрицательной. Водные растворы натриевых щелочей характеризуются положительной магнитной восприимчивостью. Это свойство растворов зависит от напряженности ИК-лучей. В связи с этим исследованы магнитная восприимчивость щелочных растворов карбоната и гидроксида натрия (табл.2.4).

Таблица

2.4.

Магнитная восприимчивость щелочных растворов при различных температурах (напряженность ЭМП 1,6 А/м)

Температура раствора, °С	Магнитная восприимчивость, $\chi \cdot 10^6$			
	Карбонат натрия, Na_2CO_3		Едкий натр, NaOH	
	20 %	30 %	5 %	15 %
0	0	0	0	0
10	3,7	5,3	9,1	13,5
20	3,9	5,6	9,3	13,7
30	4,2	6,0	9,6	14,0
40	5,1	7,2	10,4	16,1
50	6,3	8,4	11,0	16,9
60	7,9	9,9	11,9	17,7

70	9,2	11,1	12,7	19,4
80	10,8	12,5	13,8	21,5
90	11,7	13,9	15,5	23,7

Как показывают данные, приведенные в табл.2.4., магнитная восприимчивость раствора едкого натра наиболее высокая при температурах (70...90⁰C), то есть при температурах влаготепловой обработки хлопковой мятки.

Приведенные исследования и анализ полученных результатов свидетельствуют о том, что растворы едкого натра обладают высокими электролитическими и электрофизическими свойствами при малых концентрациях щелочи. Эти результаты позволяют определять технологические преимущества использования активированных в ЭМП растворов едкого натра в процессе частичной нейтрализации свободных жирных кислот маслосодержащего сырья и окончательной рафинации частично рафинированного масла.

2.4. Методы исследования сырья и продуктов частичной и окончательной рафинации масла

Отбор проб сырья, промежуточных продуктов его переработки и готовой продукции проводили в соответствии с действующими требованиями [7,18-21].

Семена, промежуточные продукты его переработки, частично и окончательно рафинированные масла анализировали методами, принятыми в масложировом производстве [7,21].

2.4.1. Анализ сырья

В хлопковых семенах определяли влажность, засоренность, опушенность, масличность и кислотное число масла. На основе этих показателей устанавливали сортность использованных семян.

В хлопковой мятке определяли влажность и масличность.

Определение массовой доли влаги в объектах (семена и мятка) проводили весовым методом [5,7,28] с отнесением количества натурной влажности к массе сухого вещества материала.

Засоренность и опушенность хлопковых семян определяли согласно методике, описанной в «Руководстве» [7].

Определение масличности семян и мятки проводили в аппарате Сокслета [18-20]. В качестве растворителя для экстракции применяли петролейный эфир.

Кислотное число масла в семенах определяли по действующей методике [21].

2.4.2. Анализ качества черного масла

В сыром масле, полученном обработкой хлопковой мятки растворами каустической соды и хлористого кальция в лабораторных и опытно-производственных условиях, определяли кислотное число, цветность, содержание фосфатидов и госсипола.

Определение кислотного числа сырого масла проводили методом, используемым в промышленной практике [7,21].

Цветность профильтрованного сырого масла определяли с помощью цветомера Ловибонда [21] в 1,0 см. слое.

Содержание фосфатидов определяли с применением молибденовокислого аммония и сухого сжигания пробы [7,21].

Содержание свободного госсипола в «сыром» хлопковом масле определяли анилиновым методом [7,110]. Сущность этого метода заключалась в реакции взаимодействия госсипола с анилином с образованием в масле и в некоторых органических растворителях дианилингоссипола.

Содержание госсипола в процентах (X) вычисляли по формуле:

$$X = \frac{P_1 \cdot 0,775 \cdot 100}{P} \quad (2.23)$$

где P_I – вес осадка дианилингоссипола, г;
 $0,775$ – коэффициент, характеризующий соотношение между
 госсиполом и дианилгоссиполом;
 P – навеска масла, г.

Содержание госсипола в сыром хлопковом масле определяли колориметрическим методом [7,18-20], основанном на способности госсипола и некоторых его производных давать при нагревании их масляных растворов в присутствии фосфатидов стабильные по интенсивности окраски продукты. Для этих целей использовали фотоэлектроколориметр.

2.4.3. Анализ качества жмыхов и шротов

Качество жмыхов и шротов, полученных в лабораторных и опытно-производных условиях, оценивали по влажности, содержанию свободного госсипола, содержанию протеина, маслячности, а также натриевых и кальциевых солей жирных кислот.

Влажность жмыхов и шротов определяли в пробах материала высушиванием до постоянной массы [7,18-21].

Определение маслячности проводили в аппарате Сокслета [20].

В качестве растворителя для экстракции жмыхов и шротов применяли петролейный эфир.

Определение содержания протеина в жмыхах и шротах проводили макрометодом Кьельдаля [7].

Содержание общего азота в процентах (X) при исходной влажности материала вычисляли по формуле:

$$X = \frac{[y_1 - y_2] \cdot 0,0014 \cdot K \cdot 100}{P} \quad (2.24)$$

где: y_1 – количество 0,1 н раствора щелочи, израсходованное на титрование 50 мл 0,1 н раствора серной кислоты в контрольном опыте, мл;

y_2 – количество 0,1 н раствора щелочи, израсходованное на титрование серной кислоты в опыте с навеской анализируемого вещества, мл;

0,0014 – количество азота, эквивалентное 1 мл точно 0,1 н раствора серной кислоты, г;

K – поправка к титру 0,1 н раствора КОН или NaOH;

P – навеска материала, г.

Содержание сырого протеина в исследуемом материале в процентах (X) вычисляли по формуле:

$$X_1 = X \cdot 6,25 \quad (2.25)$$

где X – содержание общего азота в % в исследуемом материале, найденное по *предыдущей* формуле;

6,25 – коэффициент пересчета на сырой протеин.

Определение массовой доли госсипола в хлопковых жмыхах и шротах осуществляли фотометрическим методом [7,18-21].

Массовую долю свободного госсипола в процентах рассчитывали по формуле:

$$X = 0,1 \cdot \frac{C \cdot y_1 \cdot y_3}{m \cdot y_2} \quad (2.26)$$

где C – массовая концентрация госсипола в растворе, найденная по градуировочному графику, г/л;

y_1 – объем раствора в хлороформе, мл;

m – масса шрота, г;

y_2 – объем аликвотной части, мл;

y_3 – объем раствора, приготовленного для определения оптической плотности, мл.

Расчет производили до третьего знака после запятой с последующим округлением результата до второго знака. За результат анализа принимали среднее арифметическое значение двух параллельных определений.

Определение массовой доли солей (натриевых и кальциевых) жирных кислот в жмыхах осуществляли согласно «Руководству» по методам исследования [7,18-21].

Для определения массовой доли солей жирных кислот в жмыхах предварительно получали экстракты мыл из исследуемого образца.

Получение экстрактов мыл [6,7] осуществляли обработкой жмыхов экстракционным бензином до полного извлечения содержащихся в них масла и солей жирных кислот. Затем полученную мисцеллу подвергали лабораторной дистилляции до полного удаления растворителя. Отделение масла от солей жирных кислот осуществляли путем низкотемпературного фракционирования. Экстракты солей жирных кислот в дальнейшем были подвергнуты анализу.

К полученному экстракту натриевых мыл приливали 50 мл горячей (80...90°C) дистиллированной воды, 2...3 капли раствора метилового красного и титровали 0,1 н раствором серной кислоты до появления розовой окраски нижнего (водного) слоя.

К экстракту кальциевых мыл добавляли 100 мл горячего (70...80°C) нейтрализованного изопропанола. Смесь оттитровывали 0,1 н раствором соляной кислоты до перехода окраски раствора от синей (сине-зеленый) к желтой.

Массовую долю мыла в процентах в исследуемом материале (олеата Na или Ca) рассчитывали по формуле:

$$\tilde{N}_{Na} = \frac{3,04 \cdot K \cdot y}{m}; \quad C_{Ca} = \frac{3,01 \cdot K \cdot y \cdot f}{m} \quad (2.27)$$

где y – объем 0,1 н раствора соответствующей кислоты, идущей на титрование экстракта, мл;

K – поправка к титру 0,1 н растворов кислот;

m – навеска пробы, г;

3,04 – коэффициент пересчета на олеат Na;

3,01 – коэффициент пересчета на олеат Са;

$f=1,07$ – коэффициент, учитывающий несоответствие перехода окраски бромфенолового синего значению рН эквивалентной точки титрования кальциевых мыл в смеси бензинизопропана.

За окончательный результат принимали среднее арифметическое из двух параллельных определений. Допустимое расхождение между параллельными определениями не превышало 15 % от среднего значения данных.

Для исследования рафинируемости частично рафинированных хлопковых масел с пониженным кислотным числом проводили их окончательную щелочную рафинацию. Исследования проводили в лабораторных условиях в пробном нейтрализаторе (рис.6).

FOR AUTHOR USE ONLY

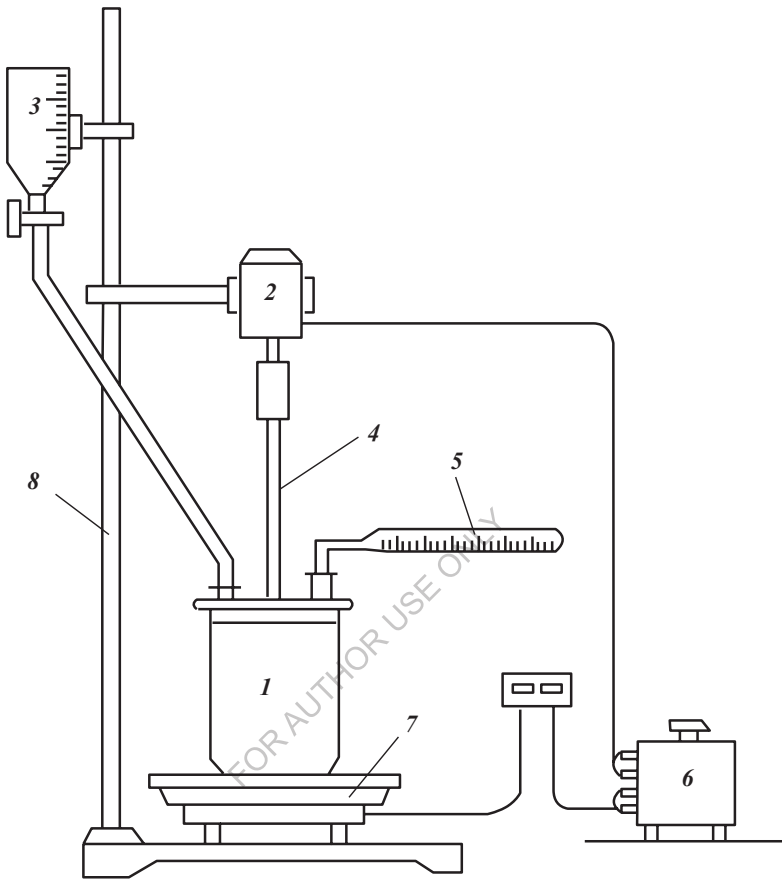


Рис.6. Принципиальная схема лабораторной установки для окончательной рафинации частично рафинированного в сырье масла

1. Емкость для рафинации,
2. Электродвигатель,
3. Мерник для активированного в ИК-лучами раствора каустической соды
4. Мешалка

5. Термометр

6. Автотрансформатор

7. Подогреватель

8. Штатив

Рафинацию частично рафинированных прессовых масел, полученных в опытно-производственных условиях, проводили в заводских нейтрализаторах периодического действия эмульсионным способом.

Опытно-производственные испытания проводили (рис.4) в периодических нейтрализаторах вместимостью 11 тн.

2.4.4. Анализ качества рафинированного масла

Качество окончательно рафинированного масла, полученного путем его частичной рафинации в мятке в процессе влаготепловой обработки, оценивали по кислотному числу и цветности.

Определение кислотного числа рафинированных светлых масел проводили согласно методике, описанной в «Руководстве» [7,18-21].

Цветность профильтрованного рафинированного масла оценивали с помощью цветомера Ловибонда [21] в 13,5 см. слое.

2.4.5. Анализ соапстоков, полученных при рафинации масел

Для анализа соапстоков, полученных при частичной и окончательной рафинации масла определяли содержание нейтрального жира в соапстоках и жирных кислотах.

Определение содержания нейтрального жира в соапстоках осуществляли согласно методике, описанной в «Руководстве» [7,18-21].

Содержание нейтрального жира в процентах (X) вычисляли по формуле:

$$X = \frac{P_1 \cdot 100}{P} \quad (2.28)$$

где P_1 – вес нейтрального жира, г;

P – навеска соапстока, г.

Общее содержание жира (жирных кислот) в soapстоках проводили по известной методике [7,18-21] и его определяли по формуле:

$$X = \frac{P_1 \cdot 100}{P} \quad (2.29)$$

где X – содержание жира в soapстоке, %.

P_1 – вес жира, г;

P – навеска soapстока, г.

2.5. Спектральные исследования оценки химических соединений

Для анализа и установления образования солей госсипола проводили спектральные и рентгеновские исследования госсипола и его производных, как модельных, так экспериментальных образцов.

2.5.1. Ультрафиолетовые спектры

Коэффициенты поглощения госсипола (госсиполата натрия и госсиполата кальция) в ультрафиолетовой области, как модельных, так и экспериментальных образцов, определяли в 1 %-ном растворе исследуемых объектов в хлороформе. Снятие спектров осуществляли с помощью спектрофотометра СФ-46 ЛОМО в кювете толщиной 1 см.

Для определения готовили два раствора исследуемых образцов близких концентраций путем растворения двух навесок и дальнейшего разбавления приготовленных растворов до концентрации, близкой к 0,001 %. Приготовленные растворы заливали в две кюветы спектрофотометра и определяли величину пропускания света в процентах (7,21), используя в качестве эталона чистый хлороформ.

Поглощение света однопроцентным хлороформным раствором госсипола $E_{1\%}^{1\text{cm}}$ вычисляется по формуле:

$$E_{1\%}^{1\text{cm}} = \frac{\tilde{A}}{G \cdot h} \quad (2.30)$$

где D – оптическая плотность ($\lg \frac{100}{T} \%$, где T – пропускание света, в %);

G – концентрация госсипола в растворе в объемно-весовых процентах;

h – толщина слоя раствора (кюветы), см.

За окончательный результат принимали среднее значение из двух определений.

Регистрацию световых потоков осуществляли при помощи фотометра поляризационного типа, фотоэлемента и приемно-усилительного устройства. Запись спектров проводили на бланках в координатах оптическая плотность (%)–длина волны. Диапазон оптической плотности составил 0...2,0. Продолжительность записи – 20 мин. На рис. 7а приведен УФ спектр чистого госсипола, а на рис. 7 б – экспериментального образца госсиполата натрия. Сравнительный анализ приведенных спектров свидетельствует о различии диапазонов оптической плотности госсипола и его натриевой соли. Образование госсиполата натрия установлено также снятием УФ спектра модельного образца госсиполата натрия. Модельный образец (см. раздел 2.5.5) госсиполата натрия синтезирован [139-141] путем воздействия на чистый госсипол активированного в ЭМП раствора каустической соды определенной концентрации и количества.

2.5.2. Инфракрасные спектры

Снятие инфракрасных спектров госсипола (госсиполата натрия и госсиполата кальция) проводили [7,18-21] на инфракрасном спектрометре ИКС-12, состоящем из монохроматора с автоколлимационной установкой призм и фокусирующего зеркала, приемно-усилительного и записывающего устройства. Запись спектров производили при помощи электронного потенциометра ЭПП-0,9, на бумажной ленте. В качестве растворителя исследуемых образцов использовали очищенный хлороформ. Запись спектров производили на бланках в координатах: пропускание

света (в %)–длина волны (мкм). На рис. 7 в приведен УФ спектр госсиполата кальция. Образование госсиполата кальция также установлено путем сравнения УФ спектров модельных и опытных образцов госсиполата кальция. Модельный образец госсиполата кальция (см. раздел 2.5.4.) получен [139-141] путем воздействия на чистый госсипол активированного в ИК-лучами раствора кальцинированной соды определенного количества с концентрацией 15 %.

2.5.3. Рентгеноструктурный анализ

Образцы госсипола (госсиполата натрия и госсиполата кальция) подвергались также рентгеноструктурному анализу.

Исследуемые образцы для рентгеноструктурного анализа [7,18-21] готовили напылением порошка соединения госсипола (и его производных) на стеклянную пластину.

Запись производили на рентгеновском дифрактометре УРС-50И с трубкой ВСВ=2 с медным индикатором, работающем в режиме: напряжение 35 киловольт, сила тока-10 миллиампер.

Условия записи: угол начала отсчета 5° , угловая скорость счетчика рентгеновского излучения 2 град/мин, скорость движения диаграммной ленты 1 см/мин.

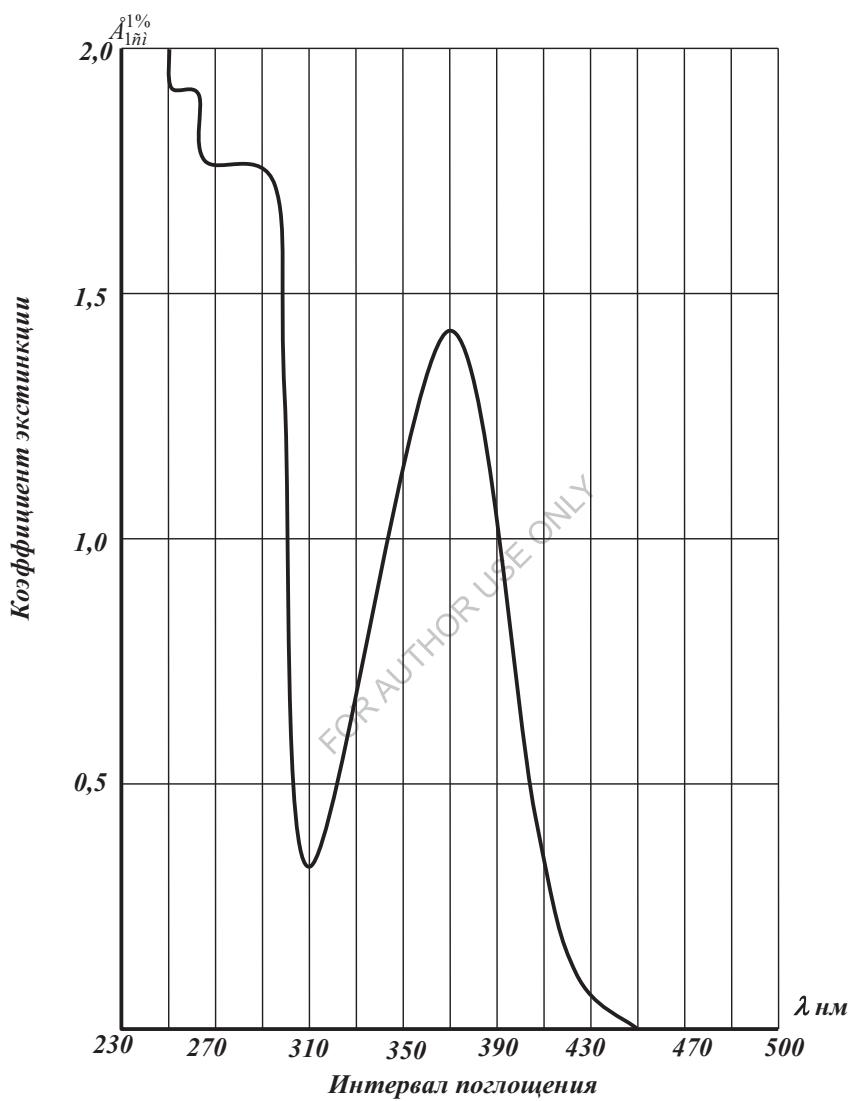


Рис. 7а. УФ-спектр чистого госсипола

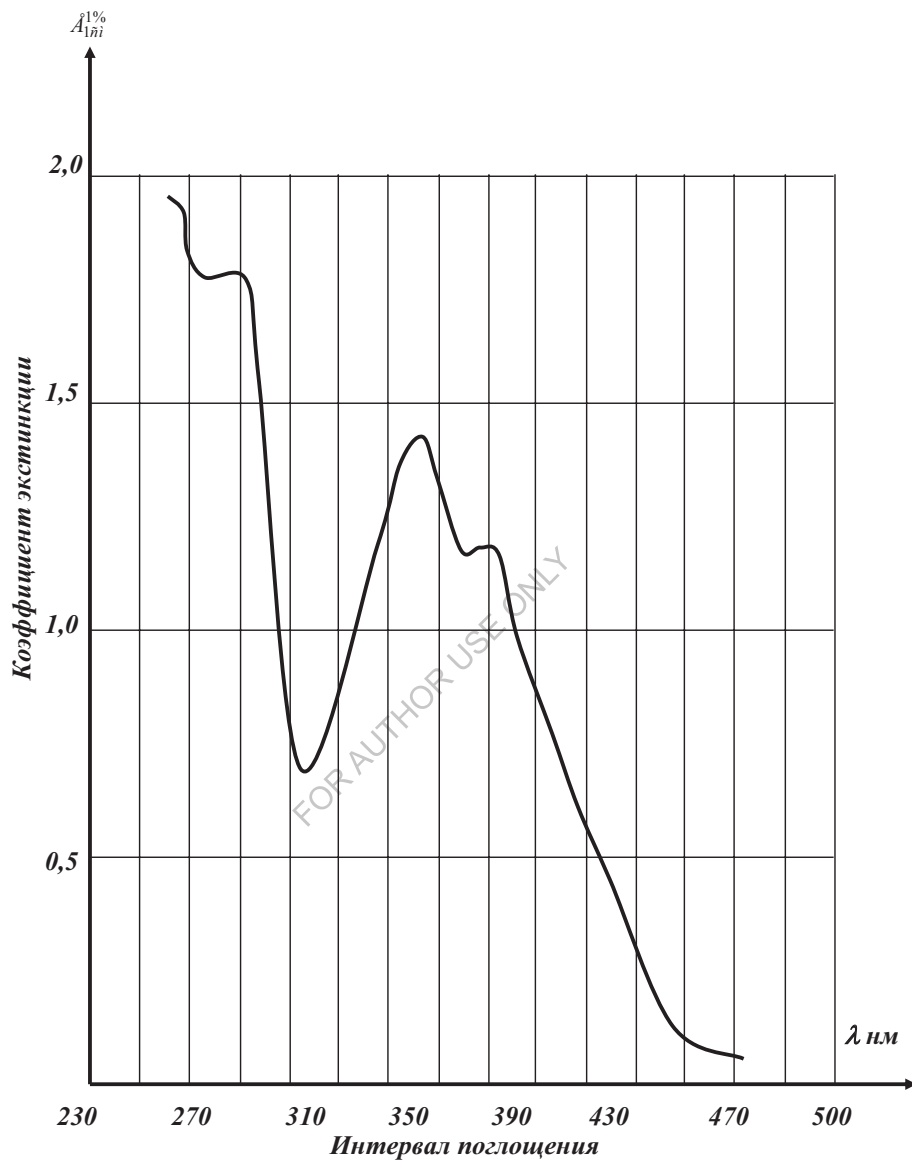


Рис. 76. УФ-спектр опытного образца госсиполата натрия.

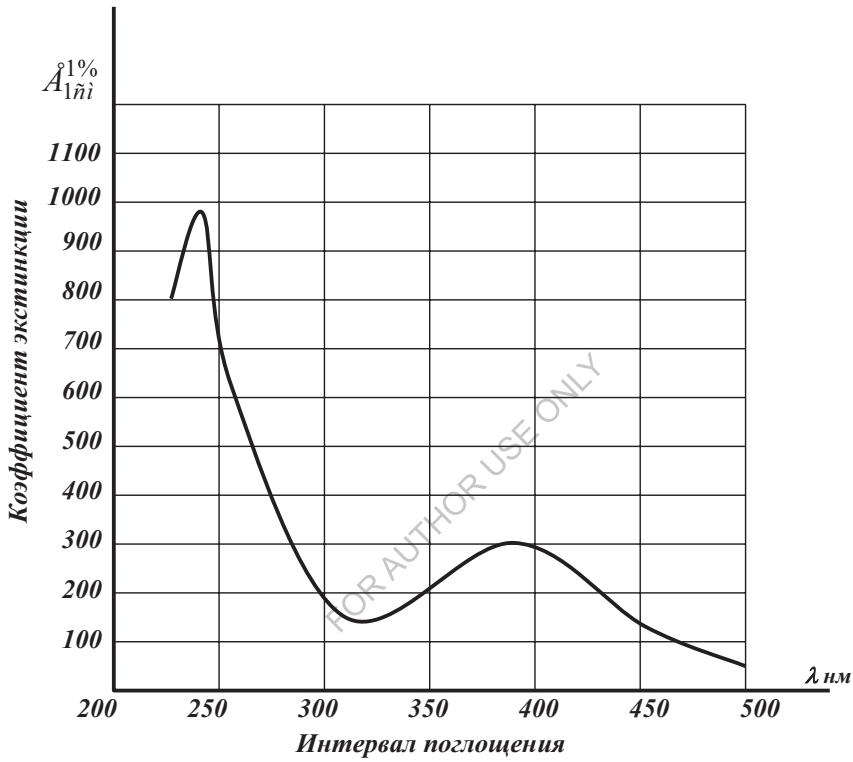


Рис. 7в. УФ-спектр опытного образца госсиполата кальция.

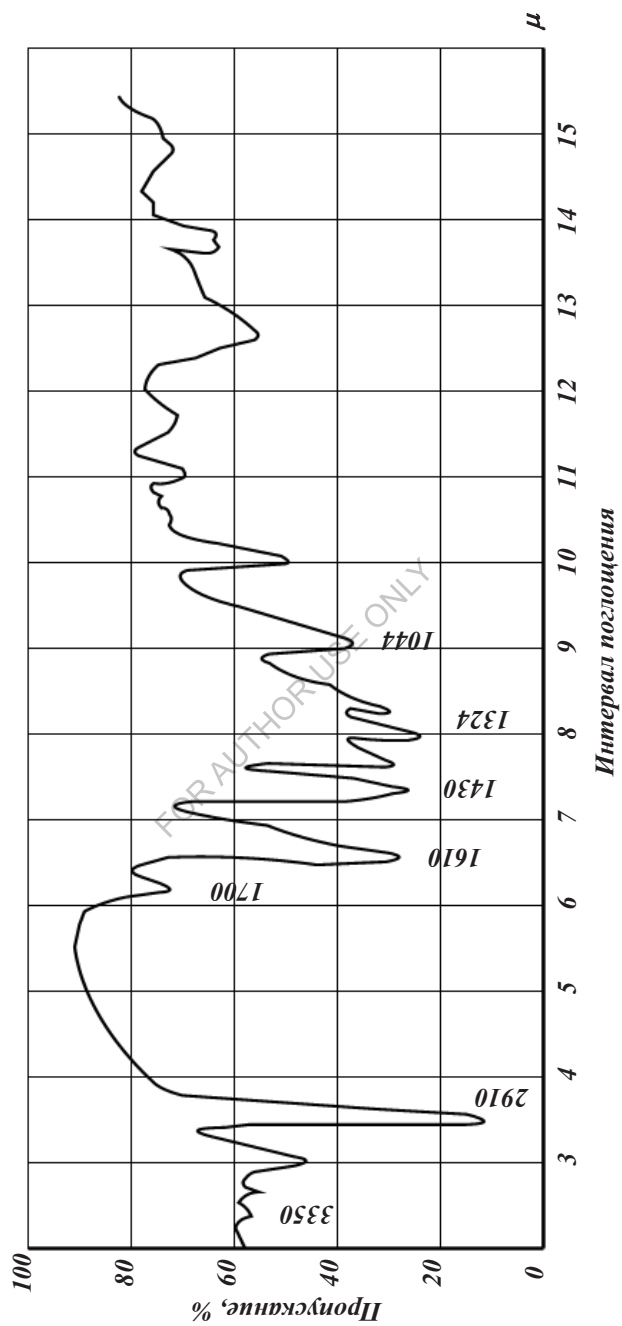


Рис.8а. ИК-спектр чистого госсипола

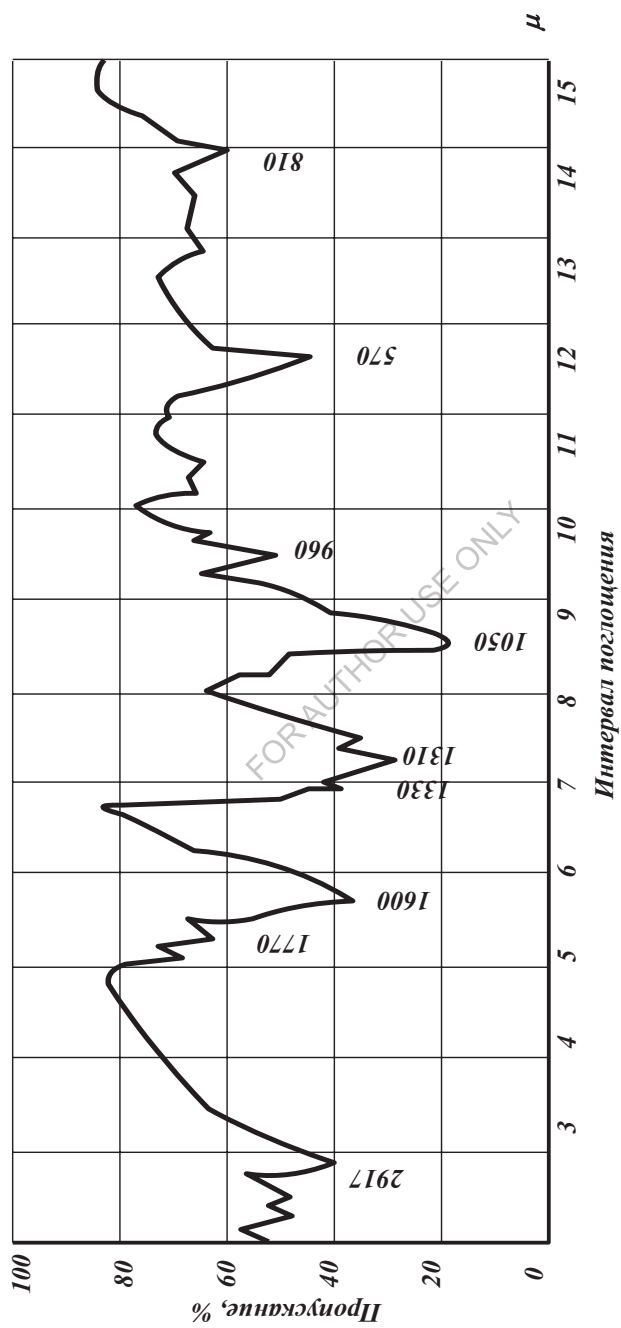


Рис 86. ИК-спектр опытного образца госсиполата натрия

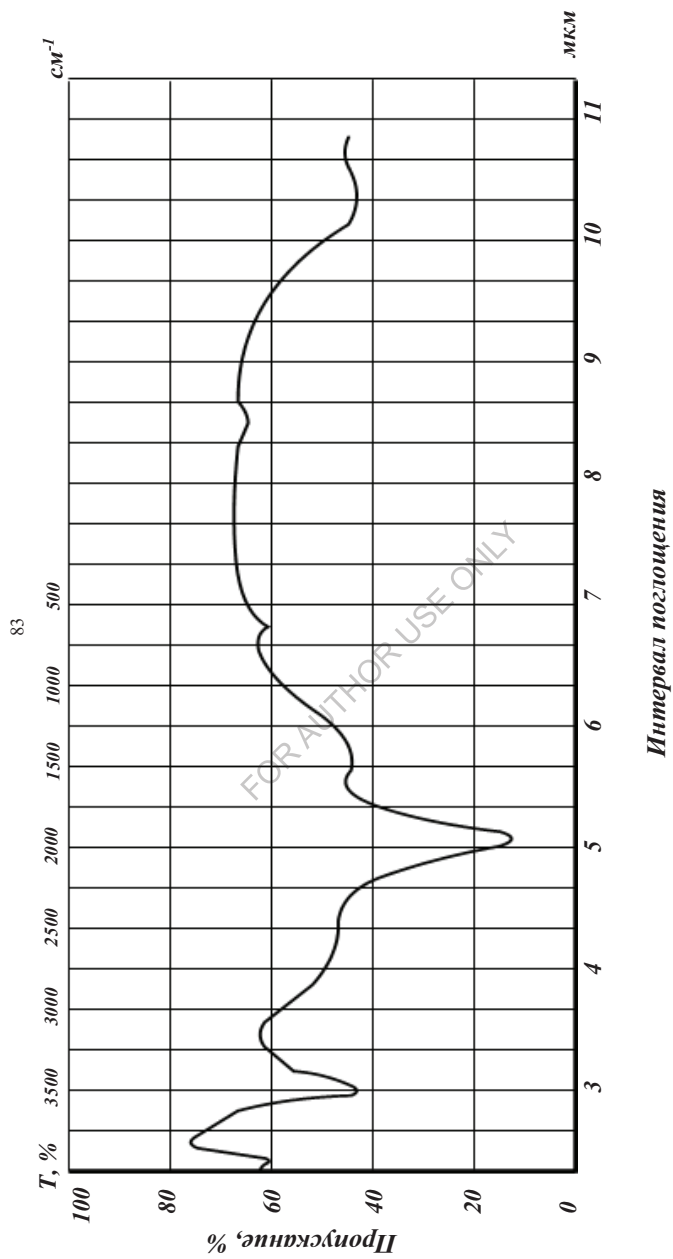


Рис. 8в. ИК-спектр опытного образца гипсополиата кальция

Исследованные вещества (госсипол и его соединения) характеризовались соответствующими наборами расстояний (рис. 9а,б,в). Рентгенограммы госсиполата натрия (рис. 9 б) и госсиполата кальция (рис. 9 в) отличались диапазоном поглощения рентгеновских излучений (D) и межплоскостных расстояний (μ) составляющих их соединений.

2.5.4. Методика изучения и установления образования солей госсипола в технологических процессах обработки

Первоначально проводились исследования по частичной рафинации хлопкового масла в мятке с использованием разбавленной каустической соды низкой концентрации, которая предварительно активировалась воздействием ИК-лучами с напряженностью 1,6 А/м. Исследованию подвергнуты промышленные образцы хлопковых семян различных сортов. Исследования проводились с целью установления и интенсификации снижения кислотного числа сырого масла в период влаготепловой обработки, жарения и прессования мятки. Кроме того, определяли содержание госсипола и фосфатидов в масле при переработке сырья. Поскольку наряду со снижением кислотного числа масла происходят определенные изменения его качества за счет снижения содержания госсипола и фосфатидов. Для детального изучения причин снижения кислотного числа нами отобраны различные партии масличных семян хлопчатника со средними значениями кислотного числа масла в исследуемом сырье, равными 4, 6, 8, 10, 14 и 16 мг КОН/г.

Использование модельных образцов соединений госсипола (госсиполат натрия и госсиполат кальция) позволило изучить взаимодействие госсипола с растворами каустической соды и хлористого кальция, а также дало возможность определить образование соединений – госсиполата натрия и кальция.

Для приготовления модельных образцов соединений госсипола нами был выделен из хлопковых семян нативный госсипол по способу, предложенному А.Подольской и усовершенствованному В.П.Ржехиным [32,34,39].

Чистота полученного препарата госсипола проверялась по числу нейтрализации [39]. Число нейтрализации полученного нами госсипола составило 214,0 мг КОН/г, что согласуется с данными В.П.Ржехина [32,34]. Кроме того был снят спектр поглощения хлороформного раствора госсипола в ультрафиолетовой области (рис.7а).

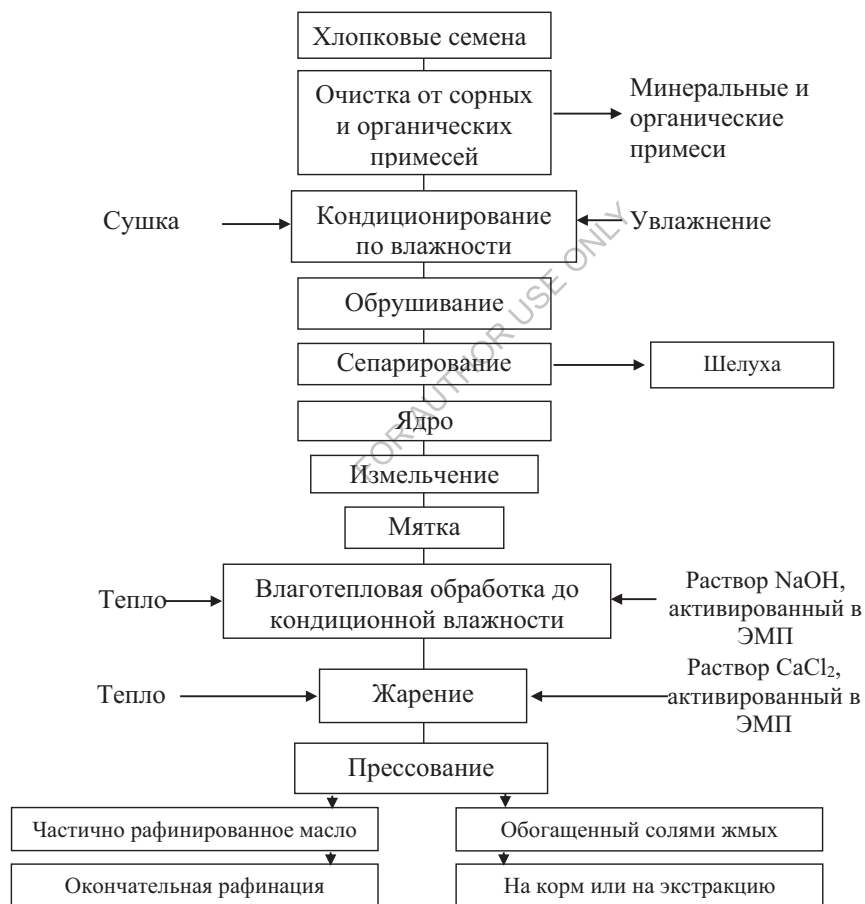
По коэффициенту поглощения полосы при длине 386 нм принято судить о чистоте госсипола. По литературным данным [12,39] коэффициент поглощения гидроксильной (ОН группы) госсипола в растворе хлороформа (концентрация выражена в процентах) равен 450 нм. Для приготовленного нами образца госсипола был найден коэффициент поглощения натриевой группы 430 нм.

Модельный образец препарата госсиполата натрия приготовили путем обработки госсипола 10 %-ным раствором каустической соды в условиях, обеспечивающих обменную реакцию ионов (Na) с гидроксильными группами (ОН) госсипола, обладающими резко выраженными кислотными свойствам [12,39]. Количество требуемого раствора каустической соды определяли эмпирическим путем на основе теоретических расчетов, согласно известному химическому уравнению [21]. Чистоту полученного препарата модельного образца госсиполата натрия также проверяли по числу нейтрализации (число нейтрализации госсиполата натрия составило 400 мг КОН/г), затем был снят спектр поглощения хлороформного раствора госсиполата натрия в ультрафиолетовой области (рис.7 б).

Модельный образец госсиполата кальция готовили обработкой госсиполата натрия 15 %-ным раствором хлористого кальция. Количество требуемого раствора CaCl_2 определяли согласно химическому уравнению обменных реакций (число нейтрализации госсиполата кальция составило 316мг КОН/г).

Глава 3. ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЧАСТИЧНОЙ РАФИНАЦИИ МАСЛА В СЫРЬЕ АКТИВИРОВАННЫМИ В ИК-ЛУЧАМИ РАСТВОРАМИ

Нами впервые предложена и разработана усовершенствованная технология частичной рафинации масла с использованием активированных в ИК-лучами растворов каустической соды и хлористого кальция при влаготепловой обработке мятки, жарении и прессовании мезги.



Основные технологические операции указанной технологии приведены на рис. 10.

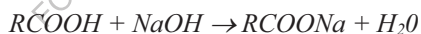
Рис.10. Технологические стадии переработки хлопковых семян и частичной рафинации масла в сырье активированными в ИК-лучами растворами NaOH и CaCl₂

Разработка и исследование усовершенствованной технологии предварительной переработки хлопковых семян путем частичной рафинации масла в мятке воздействием активированным в ЭМП раствором каустической соды позволили изучить основные изменения, происходящие в химическом составе и качестве промежуточных и конечных продуктов. Результаты исследования позволили установить механизмы химических превращений и кинетические изменения в ходе осуществления технологических процессов.

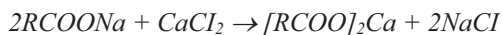
3.1. Установление основных химических превращений

Необходимо отметить, что технологический процесс частичной рафинации масла в мятке с использованием активированных в ИК-лучами растворов состоит из двух основных этапов [71,140]:

а) нейтрализация свободных жирных кислот в мятке раствором каустической соды:



б) перевод образовавшихся натриевых солей жирных кислот (натриевых мыл) в кальцевые с помощью раствора хлористого кальция:



Для осуществления экспериментов в лабораторных и опытно-производственных условиях необходимое количество каустической соды рассчитывалось (в пересчете на олеиновую кислоту) по формуле [21]:

$$A_{теор} = 0,0095 \cdot M \cdot \Delta K; \quad (3.1)$$

$$A_{прак} = 0,0095 \cdot M \cdot \Delta K \cdot K; \quad (3.2)$$

где A - расход каустической соды, кг;

M - масличность мятки, %;

K – коэффициент, учитывающий подбор раствора щелочи с учетом исходного кислотного числа масла в мятке. Этот коэффициент определяется опытным путем [133,140] и составляет:

- для мятки из семян с кислотным числом масла более 5 мг КОН/г в пределах 5,0...7,0;

- для мятки из семян с кислотным числом масла до 5 мг КОН/г в пределах 2,5...3,0;

ΔK – желательное снижение кислотного числа вырабатываемого масла, мг КОН/г.

Коэффициент (K) вводится для того, чтобы учесть то количество каустической соды, которое расходуется на взаимодействие с другими веществами, например, с госсиполом, фосфатидами и др.

Для перевода образовавшихся натриевых солей жирных кислот в кальциевые соли необходимое количество раствора хлористого кальция определялось по формуле [18-21]:

$$P_K = \frac{M \cdot 0,183 \cdot K}{y} \cdot 100 \quad (3.3)$$

В период проведения экспериментов проводили регулярный контроль за температурой, влажностью мятки, кислотным числом масла в мятке и вырабатываемого форпрессового масла.

3.2. Изучение основных химических и качественных изменений при частичной рафинации масла в мятке активированными в ИК-лучами растворами

Исследовали влияние концентрации раствора каустической соды в процессе влаготепловой обработки мятки высококислотных семян хлопчатника на изменение содержания основных химически составляющих компонентов получаемого сырого прессового масла. С этой целью

исследования проводили с партиями хлопковых семян, имеющими средние кислотные числа масла в семенах в пределах 6,0-14 мг КОН/г.

В исследованиях использован активированный в ИК-лучами с напряженностью 1,6 А/м раствор каустической соды. Выбор такого значения напряженности не был случайным, так как во многих литературных источниках [83,87,89,97,126,143,150] такое значение напряженности ИКлучами поля позволило максимально интенсифицировать технологические процессы в пищевом производстве.

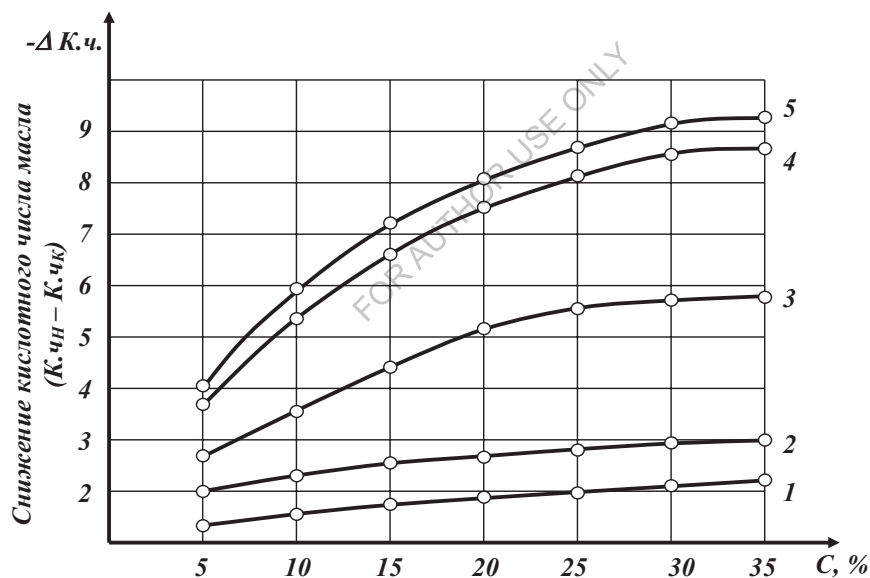
Раствор каустической соды подавался до повышения влажности мятки на 3,0...3,5 % от его первоначальной величины 9,6 %.

Изучено влияние концентрации каустической соды на снижение кислотного числа масла в мятке в процессе его частичной рафинации. Исследовали партии хлопковых семян со средним кислотным числом масла в них 4, 6, 8, 10, 12 и 14 мг КОН/г. Исследования проводили в условиях, когда количество раствора каустической соды во всех случаях было постоянным, а концентрация соды в растворе разной. Результаты исследования по снижению кислотного числа масла в мятке в процессе частичной рафинации приведены на рис. 11.

Как видно из данных, приведенных на рис. 11, с повышением концентрации каустической соды происходит снижение кислотного числа масла в мятке. Интенсивное снижение кислотного числа наблюдалось до концентрации раствора каустической соды в пределах 5...15 %.

Исследованиями установлено, что с увеличением концентрации вводимой каустической соды более 15 % наблюдалось явление снижения кислотного числа до минимального уровня с образованием мыла, которое переходило в пресловое масло, за счет чего ухудшалось качество последнего. Поэтому для соблюдения соответствующих технологических режимов в дальнейших исследованиях и испытаниях процесса частичной рафинации масла концентрация каустической соды не превышала 15 %.

Наибольшее снижение кислотного масла в частично рафинированном масле в различных образцах исходного сырья с различным кислотным числом масла наблюдается при концентрации раствора каустической соды 10 %. В связи с этим исследовали влияние напряженности ИК-лучами на снижение кислотного числа в частично рафинированном масле. Исследования проводили с использованием хлопковых семян с кислотным числом масла в сырье 10,0 мг КОН/г. Результаты исследований приведены на рис. 12.



Концентрация раствора NaOH

Рис.11. Влияние концентрации каустической соды на снижение кислотного числа масла в мятке в процессе частичной рафинации.

Исходное кислотное число масла в семенах:

1. К.ч. = 4 мг KOH/г
2. К.ч. = 6 мг KOH/г
3. К.ч. = 10 мг KOH/г
4. К.ч. = 12 мг KOH/г
5. К.ч. = 14 мг KOH/г

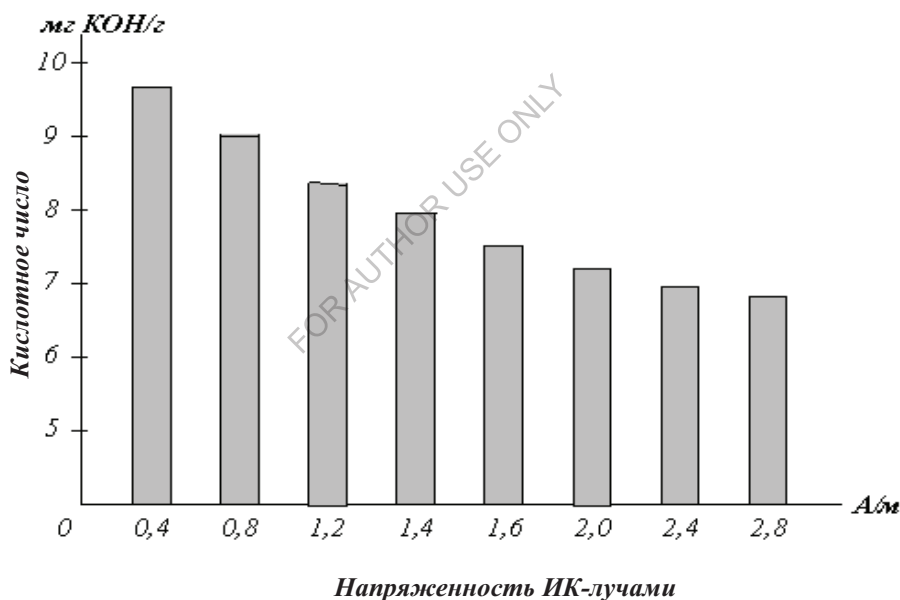


Рис.12. Зависимость снижения кислотного числа частично рафинированного масла от напряженности ИК-лучами.

Как видно из данных рис.12 наиболее интенсивное снижение кислотного числа в частично рафинированном масле наблюдается при

обработке каустической соды (концентрация 10 %) при напряженности ИК-лучами, равной 1,6 А/м, что согласуется с литературными данными [140,141]. Учитывая это, дальнейшие исследования по активации щелочного раствора проводили при напряжении ИК-лучами 1,6 А/м.

Аналогичные исследования были проведены с целью получения сравнительных данных по частичной рафинации масла в сырье без и с использованием способа ИК-лучами обработки щелочного раствора. Исследовали два образца сырья с различными исходными кислотными числами в мятке. Результаты исследования приведены в табл.3.1. Таблица 3.1.

Сравнительные результаты снижения кислотного числа в частично рафинированном масле в сырье*

Напряженность ЭМП, А/м	Кислотное число масла, мг КОН/г			
	Образец 1		Образец 2	
	без обработки в ИК	с обработкой в ИК	без обработки в ИК	с обработкой в ИК
0	4,4	4,4	9,2	9,2
0,4	4,0	3,7	6,6	6,3
0,8	3,8	3,4	6,2	5,8
1,2	3,5	3,0	5,7	5,1
1,6	3,0	2,4	4,8	4,2
2,0	2,8	2,2	4,6	3,9
2,4	2,7	2,2	4,4	3,8

*Исходное кислотное число масла в исследованных образцах мятки:

1- 4,4 мг КОН/г; 2 – 9,2 мг КОН/г

Как видно из данных табл.3.1, в обоих случаях наблюдается снижение кислотного числа в частично рафинированном масле. Однако использование ЭМ обработки раствора соды ускоряет процесс и увеличивает степень снижения кислотного числа в сырье. Наилучшие положительные результаты

получены при напряженности ИК-лучами 1,6 А/м. Необходимо, отметить, что в сырье с высоким кислотным числом масла наблюдается снижение кислотного числа в частично рафинированном масле почти в два раза. Это важно для промышленной организации технологии частичной рафинации масла в мятке в условиях прессовых заводов.

На процесс снижения кислотного числа в частично рафинированном масле одновременно с концентрацией каустической соды определенное влияние оказывает температура её нагрева. Поэтому мы изучили влияние температуры (60...95⁰С) активированного раствора каустической соды при концентрации 10 % на снижение кислотного числа частично рафинированных масел из хлопковых семян с исходным кислотным числом масла в сырье 8...12 мг КОН/г. Исследования проводили в лабораторных и опытно-производственных условиях.

Выбор указанного предела температуры (60...95⁰С) связан с тем, что при низких температурах раствора соды (менее 60⁰С) реакция будет протекать менее интенсивно, что приводит к незначительному снижению кислотного числа частично рафинированного в сырье масла. Повышение температуры раствора соды до 95⁰С ускоряло процесс денатурации белковых веществ в мятке, что нежелательно для кормового жмыха.

Полученные данные по влиянию температуры на снижение кислотного числа масла в сырье приведены в табл.3.2.

Таблица 3.2.

Влияние температуры активированного раствора каустической соды на снижение кислотного числа частично рафинированного масла

№ п/п	Температура раствора соды, °С	Кислотное число масла в сырье, мг КОН/г			
		8,0		12,0	
		К.ч. частично рафиниро- ванного масла	Разность, Δ К.ч.	К.ч. частично рафиниро- ванного масла	Разность, Δ К.ч.
1	60	6,6	1,4	10,0	2,0
2	65	5,2	2,8	9,1	2,9
3	70	4,7	3,3	8,0	4,0
4	75	4,0	4,0	7,2	4,8
5	80	3,6	4,4	6,7	5,3
6	85	3,2	4,8	6,5	5,5
7	90	3,0	5,0	5,4	6,6
8	95	2,9	5,1	5,0	7,0

Как видно из данных табл.3.2., повышение температуры раствора каустической соды 70-90⁰С положительно влияет на снижение кислотного числа масла в мятке, но отрицательно влияет на качество жмыха (см.далее).

Серия исследований проводилась с целью изучения влияния концентрации активированного раствора соды на снижение кислотного числа масла в мятке при переработке различных партий хлопковых семян, отличающихся по основным показателям (среднее кислотное число масла в сырье колебалось в пределах 6,0-14,0 мг КОН/г).

Результаты приведены на рис. 13. Концентрация растворов колебалось в пределах 5,0-15,0 %.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что воздействие на сырье в процессе влаготепловой обработки раствора активированной каустической

сода приводит к снижению кислотного числа масла в мятке. Наиболее интенсивное снижение кислотного числа масла в сырье наблюдается при переработке семян с высокими исходным и кислотными числами масла. Так, например, снижение кислотного числа масла в сырье при обработке ее активированным раствором каустической соды с концентрацией в пределах 5...15 % наблюдается от 4,6 до 6,7 мг КОН/г. При переработке хлопковых семян со средним исходным кислотным числом масла 6 мг КОН/г снижение кислотного числа не превышает от 2,7 до 3,1 мг КОН/г от первоначального значения этого показателя.

Изучено влияние длительности контакта раствора каустической соды (концентрация 10 %, температура 25⁰С) с мяткой на снижение кислотного числа масла. Исследования проводились в лабораторных условиях путем перемешивания мятки с раствором активированной каустической соды в течение 2, 4, 6,...16 мин с последующей обработкой сырья активированным раствором хлористого кальция. Данные приведены в табл.3.3.

Таблица 3.3.

Влияние продолжительности контакта раствора каустической соды с сырьем на снижение кислотного числа масла

№ п/п	Длитель- ность контакта, мин	Кислотное число масла в сырье, мг КОН/г			
		8,0		12,0	
		К.ч. частично рафиниро- ванного масла	Разность, Δ К.ч.	К.ч. частично рафиниро- ванного масла	Разность, Δ К.ч.
1	2	7,7	0,3	11,0	1,0
2	4	7,0	1,0	10,0	2,0
3	6	6,5	1,5	9,1	2,9
4	8	6,0	2,0	8,0	4,0

5	10	4,5	3,5	7,1	4,9
6	12	4,0	4,0	6,2	5,8
7	14	3,4	4,6	5,8	6,2
8	16	3,1	4,9	5,6	6,4

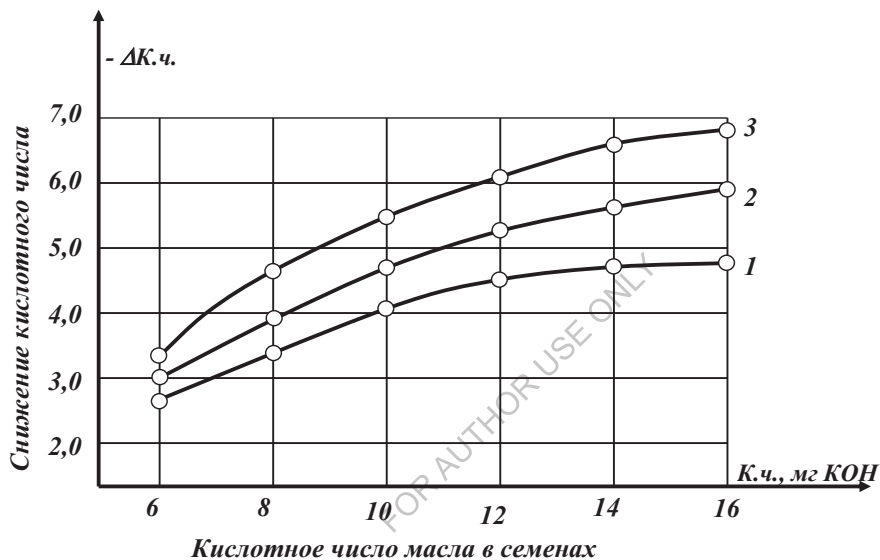


Рис. 13. Влияние концентрации раствора каустической соды на снижение кислотного числа частично рафинированного масла в сырье.

Концентрация NaOH: 1 – 5%; 2 – 10%; 3 – 15%;

Как видно из данных табл.3.3, длительность контакта раствора с сырьем также является существенным технологическим фактором, влияющим на снижение кислотного числа масла в мятке. При контакте 2...4 мин практически не происходит интенсивного снижения кислотного числа, наиболее высокий уровень снижения кислотного числа наблюдается при

длительности контакта 12 мин, дальнейшее увеличение времени контакта незначительно снижает кислотное число. Поэтому дальнейшие исследования проводились при взаимодействии свободных жирных кислот сырья с раствором каустической соды в течение не более 12 мин.

Наряду со снижением кислотного числа масла в мятке при обработке ее активированным раствором соды различной концентрации наблюдается и снижение количества свободного госсипола в частично рафинированном масле (рис.14 и табл.3.4.).

Данные табл. 3.4. свидетельствуют о том, что с повышением концентрации наблюдается снижение содержания нативного госсипола в сыром масле до его полного исчезновения при концентрации щелочи 9 % (с обработкой в ИК-лучами) и 15 % (без обработки в ИК-лучами).

Таблица 3.4.

Изменение содержания свободного госсипола в частично рафинированном масле в сырье в зависимости от концентрации раствора соды

Концентрация раствора соды, %	Содержание свободного госсипола, %	
	без обработки	с обработкой в ИК Н=1,6 А/м
0 (контроль)	0,370	0,370
3	0,210	0,113
6	0,090	0,047
9	0,037	0
12	0,009	-
15	0	

Как видно из кривых, приведенных на рис. 14, при обработке мятки семян хлопчатника с высоким кислотным числом масла в сырье, обработанным активированным раствором каустической соды, происходит снижение содержания свободного госсипола в сыром прессовом масле.

Наиболее высокое его снижение наблюдается до концентрации каустической соды 10 %, дальнейшее увеличение концентрации соды практически не влияет на снижение содержания свободного госсипола в сыром масле при переработке партий хлопковых семян со средним кислотным числом масла в сырье, равным 12 и 14 мг КОН/г.

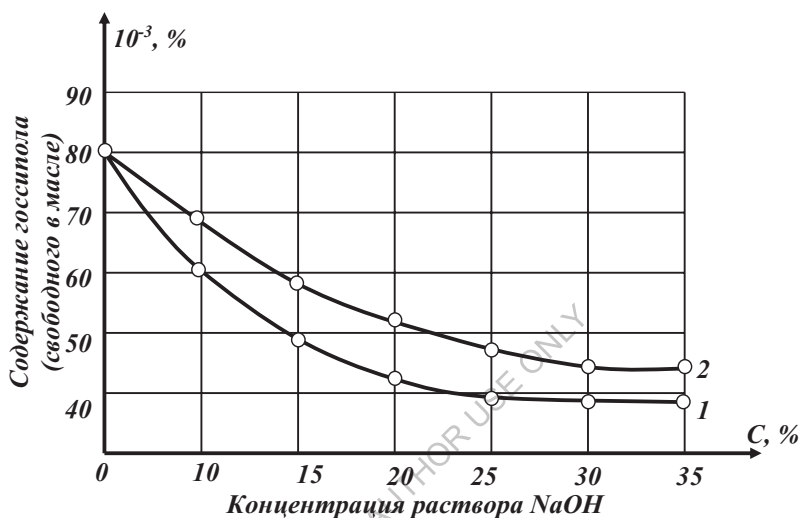


Рис.14. Снижение количества свободного госсипола в частично рафинированном масле с активированным раствором щелочи.

1. К.ч. = 12,0 мг/ КОН/г

2. К.ч. = 14 мг/КОН/г

Таким образом, проведенные исследования подтвердили факт о том, что свободный госсипол, находящийся в составе сырого хлопкового масла, реагирует с каустической содой, образуя при этом госсиполат натрия.

Изучение влияния концентрации (5-15 %) раствора каустической соды на снижение содержания фосфатидов в сыром масле проводилось при переработке семян со средним кислотным числом сырого масла в сырье, равным 12 и 14 мг КОН/г. Изменения содержания фосфатидов в сыром

прессовом масле в процессе частичной рафинации масла в сырье в зависимости от концентрации раствора каустической соды представлены на рис. 15 и табл.3.5.

Из приведенных на рис.15 данных видно, что максимальное выведение госсипола происходит при концентрации раствора каустической соды, равной 10 %.

Влияние напряженности (0,4...2,4 А/м) ИК на изменение содержания фосфатидов в сыром прессовом масле в процессе частичной его рафинации в сырье представлено в табл.3.5.

Таблица 3.5.

Влияние напряженности магнитного поля на содержание фосфатидов в частично рафинированном масле

Напряженность электромагнитного поля, А/м	Содержание фосфатидов, %
0 (контроль)	1,32
0,4	0,95
0,8	0,80
1,2	0,59
1,6	0,30
2,0	0,27
2,4	0,25

Как видно из данных табл.3.5, интенсивное снижение содержания фосфатидов происходит при напряженности 1,6 А/м ИК лучами, дальнейшее её повышение практически не влияет на снижение количества фосфатидов.

Снижение содержания фосфатидов объясняется, по-видимому, за счет гидратации последних в присутствии воды, содержащейся в растворе активированной каустической соды [17,22].

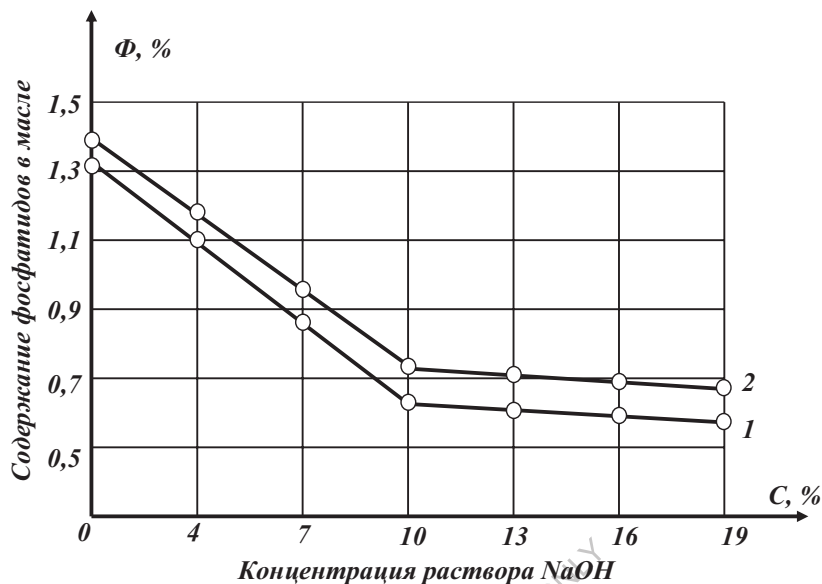


Рис. 15. Изменение содержания фосфатидов в сыром прессовом масле в процессе его частичной рафинации масла в сырье.

1. К.ч. = 12,0 мг/КОН/г

2. К.ч. = 14 мг/КОН/г

Таким образом установлено, что обработка хлопковой мятки в пропарочно-увлажнительном шнеке или в жаровне активированными в ЭМП с растворами каустической соды и хлористого кальция при переработке семян хлопчатника с высоким кислотным числом масла в сырье приводит к снижению кислотного числа, содержания свободного госсипола и фосфатидов в сыром форпрессовом масле.

Ниже (табл.3.6 и 3.7) приведены средние показатели качества сырых прессовых масел, полученных путем частичной рафинации масла в сырье. Для сравнения полученных результатов в соответствующих таблицах приведены также показатели сырых прессовых масел, полученных при

переработки масличных семян хлопчатника в условиях АООТ «Бухоро ёғ» (табл.3.7).

Таблица 3.6.

Показатели качества частично рафинированных в сырье масел (среднее кислотное число масла в семенах 3...7 мг КОН/г)

Показатели качества черного прессового масла	Образец черного масла			
	Исходное К.ч. масла в семенах 3,2		Исходное К.ч. масла в семенах 7,0	
	без обра- ботки в ИК	с обработкой в ИК, 1,6 А/м	без обра- ботки в ЭМП	с обработкой в ИК, 1,6 А/м
Кислотное число сы- рого масла, мг КОН/г	2,0-2,5	1,7-2,2	2,6-3,2	2,2-2,8
Цветность кр.ед. при 35 желт.в 1 см.слое	29-35	20-24	35-40	29-33
Содержание фосфатидов, %	0,60-0,65	0,35-0,42	0,63-0,66	0,27-0,30
Содержание свобод- ного госсипола, %	0,20-0,30	0,13-0,17	0,15-0,23	0,07-0,16
Содержание связан- ного госсипола, %	0,08-0,10	0,05-0,07	0,16-0,19	0,08-0,12

Таблица 3.7.

Показатели качества частично рафинированных в сырье масел (среднее кислотное число масла в семенах 8...14 мг КОН/г)*

Показатели качества черного прессового масла	Образец черного масла			
	Исходное К.ч. масла в семенах 8,6		Исходное К.ч. масла в семенах 14,0	
	без обра- ботки в ИК	с обработкой в ИК, 1,6 А/м	без обра- ботки в ИК	с обработкой в ИК, 1,6 А/м
Кислотное число сы- рого масла, мг КОН/г	4,1-5,2	3,5-4,0	7,0-8,3	6,2-7,1
Цветность кр.ед. при 35 желт.в 1 см.слое	37-42	28-31	40-45	31-37
Содержание фосфатидов, %	0,75-0,77	0,30-0,37	0,80-0,85	0,40-0,42
Содержание свобод- ного госсипола, %	0,13-0,17	0,06-0,08	0,11-0,13	0,07-0,11
Содержание связан- ного госсипола, %	0,26-0,37	0,12-0,17	0,41-0,48	0,20-0,43

*) Опытные данные в условиях производства

Данные, приведенные в табл. 3.6.и 3.7., свидетельствуют о том, что при переработке семян хлопчатника с различным кислотным числом масла по схеме частичной рафинации масла в сырье наблюдается заметное улучшение качественных показателей сырых прессовых масел за счет снижения содержания свободных жирных кислот и госсипола. В частности, значительное снижение кислотного числа сырого масла наблюдается при переработке низкосортных (со средним кислотным числом масла 8...12 мг КОН/г) хлопковых семян. Это способствует получению пищевого масла из низкосортных семян.

Технология частичной рафинации масла в сырье активированным раствором каустической соды незначительно влияет также на содержание жирных кислот в триацилглицеридах хлопкового масла (табл. 3.8).

Таблица 3.8.

Влияние активации щелочи на содержание жирных кислот в триацилглицеридах хлопкового масла (К.ч. масла в сырье 14,0 мг КОН/г)

Жирные кислоты	Без обработки в ИК				С обработкой в ИК			
	Номера опытов							
	1	2	3	4	1	2	3	4
16:0	22,5	22,0	21,2	22,1	22,5	22,0	21,2	21,1
18:0	3,5	3,0	2,9	2,8	3,2	2,8	2,7	2,7
18:1	21,0	21,4	21,6	21,9	20,4	20,0	20,2	19,6
18:2	53,0	53,6	54,3	55,2	53,9	55,2	55,9	56,6
Σ нас.	26,0	25,0	24,1	23,8	25,7	24,8	2,9	23,8
Σ ненас.	74,0	75,0	75,9	77,1	74,3	75,2	76,1	76,2

Как свидетельствуют данные, приведенные в табл.3.8, частичные изменения в триацилглицеридах масла происходят в содержании ди- и мононенасыщенных жирных кислот и стеариновой кислоты.

3.3. Исследование структуры солей госсипола в процессе частичной рафинации масла в сырье активированным в ИК растворами

Как уже отмечалось, при воздействии на хлопковую мятку активированных в ИК растворов каустической соды и хлористого кальция происходит снижение количества свободного госсипола в сыром прессовом масле. При этом свободный госсипол, содержащийся в масле сырья, реагируя с каустической содой и хлористым кальцием, сначала превращается в госсиполат натрия и в последующем – госсиполат кальция. Последнее, как не растворимое в масляной среде соединение, переходит в состав жмыхов в

процессе форпрессования сырья. Поэтому изменение структуры госсипола также определяли в полученных жмыхах.

Для анализа хлопковые жмыхи подвергали исчерпывающей экстракции [6,18-20] в лабораторных условиях до полного выведения из них остатков сырого масла, а затем шрот высушивали и производили обезгоссиполиванию с выделением соединений госсипола по известному методу [12,39]. Выделенные соединения госсипола подвергали спектральному анализу.

Спектры (-УФ и -ИК) выделенных образцов госсипола и его соединений, полученных опытным путем в процессе частичной рафинации масла в сырье, приведены на рис. 7 б, в и 8 б, в.

Оценка и изучение приведенных спектров подтверждают известный факт о том, что госсипол в процессе частичной рафинации масла в сырье под воздействием активированной каустической соды превращается в госсиполат натрия, который затем, реагируя с $CaCl_2$, переходит в госсиполат кальция.

Далее образцы госсипола и его соединения подвергали рентгеноструктурному анализу.

Образцы для рентгеноструктурного анализа [7,18-21] готовили напылением исследуемого порошка соединений госсипола на стеклянную пластинку.

Исследованные вещества характеризовались следующими наборами межплоскостных расстояний (табл.3.9).

Таблица 3.9.

Межплосткостные расстояния госсипола и его соединений

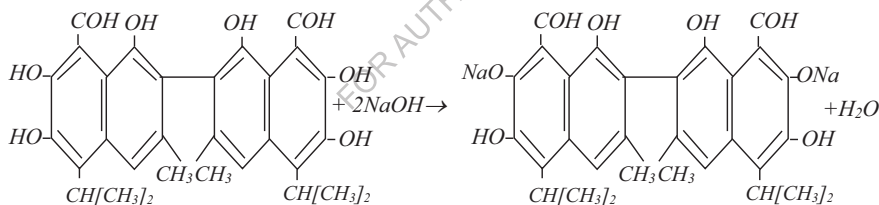
Госсипол		Госсиполат натрия		Госсиполат кальция	
Межплост- костное расстояние, А	Интенсив- ность макси- мума	Межплост- костное расстояние, А	Интенсив- ность макси- мума	Межплост- костное расстояние, А	Интенсив- ность макси- мума
12,0	о.с.	11,0	м.	6,51	с.
9,5	о.м.	9,6	о.м.	4,84	о.м.
8,0	м.	8,9	о.м.	4,48	о.м.
7,5	с.	6,5	м.	3,85	о.м.
5,3	ср.	4,9	м.	3,6	м.
4,7	с.	3,4	м.	3,35	с.
3,6	ср.	3,2	ср.	3,06	о.с.
		3,08	о.с.	2,82	о.с.
		2,98	ср.	2,72	о.м.
		2,78	ср.	2,64	с.
		2,66	о.с.	2,50	с.
		2,52	м.	2,28	с.
		2,44	с.	2,21	ср.
		2,26	с.	2,09	с.
		2,03	ср.	1,99	о.с.
		1,77	ср.	1,91	с.
		1,74	ср.	1,88	с.
		1,66	м.	1,62	с.
		1,59		1,59	м.
				1,51	ср.
				1,42	ср.

Обозначения относительных интенсивностей максимумов:

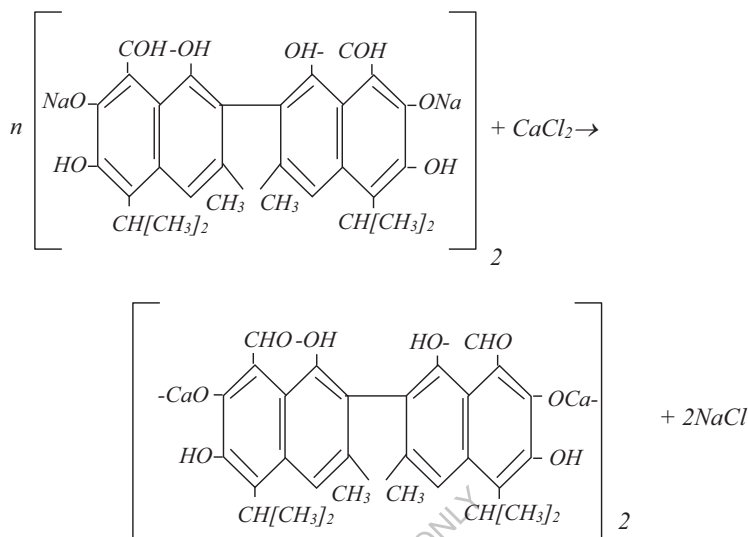
о.с. - очень сильная; *с.* - сильная; *ср.* - средняя; *м.* - малая; *о.м.* - очень малая

Анализ данных табл. 3.9 и рентгенограмм веществ (рис.9 а,б,в) свидетельствует о том, что нативный госсипол характеризуется ограниченным набором максимумов, отвечающих межплосткостным расстояниям в области 3,6...12,0 Å.

В результате обработки хлопковой мятки раствором каустической соды образуется соединение госсипола с иной структурой, чем госсипол, характеризующейся набором максимумов в широкой области межплосткостных расстояний от 1,6 до 11 Å. Это свидетельствует о том, что в процессе обработки маслосодержащего сырья раствором каустической соды, наряду со снижением кислотного числа частично рафинированного масла, происходит взаимодействие свободного госсипола с раствором каустической соды и образуется соединение, условно называемое госсиполатом натрия:



В результате обработки образовавшегося госсиполата натрия раствором хлористого кальция (в процессе жарения сырья) образовалось вещество со структурой, близкой к структуре госсиполата натрия, однако несколько отличающееся от нее. Это позволяет предположить, согласно данным спектрального анализа, образование нового соединения, условно называемого госсиполатом кальция:



Анализ рентгенограммы (рис.9 а,б,в) исследованных соединений свидетельствует о том, что полученные соединения не содержат каустической соды и хлористого кальция в свободном состоянии, так как их наборы межплоскостных расстояний не имеют ничего общего с рентгеноструктурными характеристиками каустической соды и хлористого кальция [140].

Возможность образования соединения госсиполата кальция при непосредственном действии на госсипол раствора гидроксида кальция упомянуто в работах [12,39,140].

3.4. Изменение показателей жмыхов в процессе частичной рафинации масла в сырье

Технология частичной рафинации масла в процессе влаготепловой обработки и жарения сырья влияет также на качественные показатели жмыхов, полученных при прессовании.

Исследование влияния процессов частичной рафинации масла в сырье на показатели качества получаемых жмыхов проводили при переработке хлопковых семян разного качества и сортности.

Исследования проводили в оптимальных технологических режимах, установленных многочисленными лабораторными и опытно-производственными испытаниями рекомендуемой технологии.

Качественные показатели контрольных (без обработки с NaOH и CaCl_2) и опытных (с обработкой активированных в ИК- NaOH и CaCl_2) образцов жмыхов, полученных при переработке семян хлопчатника разного качества, представлены в табл.3.10.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что содержание свободного госсипола в опытных образцах жмыхов снизилось почти в два раза по сравнению с контрольными образцами, что объясняется переходом его в соединения госсипола (госсиполат кальция).

Известно, что наличие кальциевых солей жирных кислот в хлопковых жмыхах повышает их кормовые свойства [71,73,140].

Работами ВНИИЖиров [71,73], а также некоторых сельскохозяйственных институтов нашей страны установлено, что кальциевые соли жирных кислот по кормовой ценности равнозначны [140] кормовым животным жирам, то есть наличие кальциевых солей жирных кислот в жмыхе повышает его кормовую ценность. Поэтому использование технологии частичной рафинации масла в мятке наряду с повышением качества сырого прессового масла позволяет до некоторой степени увеличивать кормовые достоинства жмыхов.

Таблица 3.10

Качественные характеристики хлопковых жмыхов, полученных по рекомендуемой технологии при переработке хлопковых семян разного качества

Сорт хлоп- ковых семян	Показатели качества жмыхов					
	контроль без обработки растворами			с обработкой активированными (ИК) растворами		
	содержа- ние сво- бодного госсиполя, %	наличие натрие- вых мыл (качест- венно)	наличие кальцие- вых мыл (качест- венно)	содержа- ние сво- бодного госсиполя, %	наличие натрие- вых мыл (качест- венно)	наличие кальцие- вых мыл (качест- венно)
I - II	0,025	-	-	0,008	отс.	+
III - IV	0,017	-	-	0,011	отс.	+

3.5. Характеристика жмыхов

С целью изучения кормовых свойств жмыхов, полученных в процессе частичной рафинации масла в мятке в период влаго-тепловой обработки её в опытно-производственных условиях, были взяты (750 кг) контрольные (без обработки) и опытные (750 кг) (с обработкой активированными растворами) партии хлопковых жмыхов, которые были переданы для кормления сельскохозяйственных животных в НИИ животноводства республики.

Испытанию подвергались образцы хлопкового жмыха с показателями качества, приведенными в табл.3.11. и 3.12.

Таблица 3.11.

Показатели контрольного образца жмыха

Показатель, ед.изм.	Значение
Масличность жмыха, %	6,1
Содержание азота-протеина, % на абсолютно сухое вещество	8,01/50,0
Содержание кальциевых солей жирных кислот, г/кг	нет
Кислотное число масла в жмыхе, %	3,2
Содержание свободного госсипола, %	0,025

Таблица 3.12.

Показатели опытного образца жмыха

Показатель, ед.изм.	Значение
Масличность жмыха, %	6,7
Содержание азота-протеина, % на абсолютно сухое вещество	8,13/50,9
Содержание кальциевых солей жирных кислот, г/кг	37,3
Кислотное число масла в жмыхе, %	1,01
Содержание госсиполата кальция, %	0,007

Таким образом, предварительными испытаниями была установлена кормовая ценность опытных образцов жмыхов по сравнению с контрольными.

Безвредность опытных образцов жмыхов при кормлении сельскохозяйственных животных объясняется тем, что кальциевые соли жирных кислот обладают кормовыми достоинствами [73], а наличие соединений госсиполата кальция в жмыхе, согласно данным [71.73,140], не является токсичным. По содержанию свободного госсипола опытный образец

соответствует требованиям технических условий на кормовой жмых, а по отдельным показателям превосходит его.

3.6. Экстрагируемость жмыхов, полученных частичной рафинацией масла в сырье

Для изучения экстрагируемости жмыхов и изменения их качества, полученных при частичной рафинации масла в сырье в процессе его влаготепловой обработки и жарения были проведены исследования в лабораторных условиях.

Исследования по экстрагируемости жмыхов были проведены в аппарате «Сокслет».

В период проведения исследований соблюдался строгий контроль технологических параметров, то есть масличность опытных образцов шрота находилась в пределах масличности шротов, получаемых по обычной заводской технологии.

Экстрагировали образцы жмыхов, полученных при частичной рафинации масла в сырье с активированным в ИК-лучами раствором (10 %) каустической соды, подогретым до 85⁰С, и активированным раствором хлористого кальция, подогретым также до 85⁰С, с последующей влаготепловой обработкой, жарением и прессованием сырья в технологических режимах, осуществляемых в производственной практике.

Ниже (табл.3.13 и 3.14) приведены средние качественные показатели сырья и продуктов его переработки, полученные в период опытных испытаний.

Таблица 3.13.

Показатели качества хлопковых семян

Показатель, ед.измер.	Значение
Масличность, %	18,2
Влажность, %	11,0
Засоренность, %	2,5
Опушенность, %	8,5
Кислотное число масла в сырье, мг КОН/г	3,07

Таблица 3.14.

Показатели качества опытной продукции в процессе форпрессования и экстракции

Показатель, ед.измер.	Значение
Кислотное число сырого прессового масла, мг КОН/г	1,2
Кислотное число сырого экстракционного масла, мг КОН/г	2,1
Масличность жмыха, %	11,3
Масличность шрота, %	0,9
Влажность шрота, %	7,0

Результатами исследований по экстракции опытных образцов жмыхов установлено [155,159], что использование технологии частичной рафинации масла в сырье при его влаготепловой обработке, с последующим жарением и прессованием не влияет на технологические параметры и показатели качества получаемой продукции.

3.7. Влияние рекомендуемой технологии на белковую часть шротов и жмыхов

Как уже отмечалось, технология частичной рафинации масле в сырье при влаготепловой обработке, жарении и прессовании с использованием активированных в ЭМП растворов каустической соды и хлористого кальция, наряду со снижением кислотного числа сырого масла, влияет также на его белковую часть.

Исходя из этого, для оценки влияния рекомендуемой технологии на белковую часть конечной продукции, исследованию подвергались образцы хлопковых жмыхов, полученных без использования предлагаемой технологии и с её использованием.

Определение содержания протеина в жмыхах проводили известным способом [7,19-21].

Результаты проведенных исследований (табл.3.15 и 3.16) показали, что в процессе частичной рафинации масла в мятке содержание суммарно растворимого протеина незначительно снижается.

Одновременно наблюдалось некоторое увеличение щелочнорастворимых фракций при одновременном снижении водо- и солерастворимых фракций.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что контрольные и опытные образцы жмыхов практически одинаковы. То есть рекомендуемая технология не оказывает существенного влияния на показатели жмыхов и шротов, однако повышает их кормовые качества из-за наличия в них солей кальция.

Таблица 3.15

Показатели качества, хлопковых шротов, полученных по различным технологическим процессам переработки масличного сырья

№ п/п	Образец шрота	Влаж- ность шрота, %	Маслич- ность шрота, %	Содержание общего протеина, % на абс.сухое вещество	Золь- ность, %
1	Полученный по обычной заводской технологии	7,0	1,25	42,5	0,16
2	Полученный обработ- кой сырья с раство- рами NaOH и CaCl ₂	7,6	0,90	41,7	0,11

Таблица 3.16.

Влияние процесса частичной рафинации масла в сырье на белковую часть жмыхов в процессе жарения и прессования

№ п/п	Образец жмыха	Влаж- ность, %	Маслич- ость жмыха, %	Содержание азота- протеина, % абс. сухое вещество	Фракционный состав (% от общего азота) белка				
					водораств- оримая	соле- раствор- имая	щелочно- растворима я	суммарно растворимый протеин, % от общего азота	нерастворимый остаток
1	Жмых, полученный по обычной заводской технологии	6,4	8,1	8,87/55,9	6,50	13,9	19,8	40,2	59,8
2	Жмых, полученный обработкой сырья раствором NaOH	7,8	8,0	8,65/53,9	6,37	11,7	21,6	39,6	60,4
3	Жмых, полученный обработкой сырья растворами NaOH и CaCl ₂	8,2	7,8	8,41/52,7	6,31	11,2	21,9	39,4	60,6

3.8. Установление оптимальных технологических режимов частичной рафинации масла в сырье в процессе жарения и прессования

Оптимальные технологические режимы частичной рафинации масла в сырье в процессе влаготепловой обработки, жарения и прессования установлены многочисленными лабораторными и опытными исследованиями.

В связи с тем, что переменных величин, влияющих на условия проведения промышленных испытаний, много и они взаимосвязаны, решили воспользоваться методами оптимизации и определить степень влияния каждого фактора на процесс [16,17,104-106,115-122].

В качестве критерия оптимизации приняли снижение кислотного числа частично рафинированного масла в сырье в процессе влаготепловой обработки, жарения и прессования, которое обеспечило бы получение при окончательной рафинации масла высококачественную продукцию пищевого назначения со стандартными показателями.

Функции отклика или совокупность факторов, от которых зависит снижение кислотного числа сырого масла, были следующие:

X_1 - температура раствора каустической соды, °C;

X_2 - концентрация раствора каустической соды, %;

X_3 - количество раствора каустической соды, л;

X_4 - напряженность ЭМП обработки каустической соды, А/м.

Уровни факторов и интервал их варьирования на основе лабораторных исследований представлены в табл. 3.17

Таблица 3.17.

Уровни факторов и интервал их варьирования

Факторы	Основной уровень (нулевой)	Единица варьирования	Нижний уровень	Верхний уровень
$X_1, ^\circ\text{C}$	80	10	70	90
$X_2, \%$	10	5	5	15
$X_3, \text{л}$	16	4	12	20
$X_4, \text{мин}$	1,6	0,4	1,2	2,0

Мы использовали 1/2 реплику от полного факторного эксперимента.

Исследования осуществляли согласно рандомизированной матрице по двум параллельным опытам. Порядок реализации опытов и их результаты на снижение кислотного числа сырого прессового масла приведены в табл. 3.18.

Полученные результаты были представлены в виде уравнения регрессии:

$$Y = 4,06 - 0,19X_1 - 0,20X_2 + 0,14X_3 - 0,06X_4 - 0,02X_1X_2 + 0,01X_1X_3 + \dots \quad (3.4)$$

где $B_0, B_1 \dots B_4$ -коэффициенты регрессии, которые вычисляются соответствующим формулам [118,119].

Нами были подсчитаны коэффициенты регрессии в уравнении по снижению кислотного числа. Подставляя рассчитанные значения коэффициентов в уравнение регрессии получали расчетные значения кислотных чисел (последний столбец в таблице 3.18).

Для каждого опыта находили дисперсию в определении Y по известной формуле [16,104-106]. Определяли сумму дисперсий по всем опытам и критерий Кохрена [105,106]. Установлено, что табличные значения критерия Кохрена G равны 0,06798, то есть, $G_{\text{эксп}} < G_{\text{табл}}$, их экспериментальные

значения меньше, чем табличные, и, следовательно, за дисперсию эксперимента можно взять среднюю из дисперсий.

Для нахождения дисперсии коэффициентов уравнения регрессии вычисляли эти параметры.

Оценку значимости коэффициентов регрессии производили по критерию Стьюдента-Фишера [105] при $f = 8$ (то есть для восьми степеней свободы) и уровню значимости $\alpha=0,95$. Тогда, при $B=0$ получили уравнение регрессии:

$$y=4,06-0,19X_1-0,2X_2+0,14X_3-0,06X_4$$

Таким образом, в уравнении регрессии значимыми оказались не все факторы. По количественному вкладу факторы располагаются в следующем порядке:

$$X_3 > X_4 > X_1 > X_2 \quad (3.5)$$

Остальные факторы малозначимые. Следует отметить, что наибольшее влияние на снижение кислотного числа частичного рафинированного масла в сырье оказывают количество каустической соды и напряженность ЭМ обработки.

Для проверки адекватности полученного уравнения регрессии истинной поверхности отклика рассчитали F - критерии и сравнили их с табличными значениями. Для этого определяли остаточную дисперсию [105,106].

Табличные значения $P=0,95=18,5$ [105], то есть $F_{расч} < F_{табл}$, что свидетельствует о том, что полученное уравнение отвечает истинной поверхности отклика. Наилучшие результаты получены в опытах 3, 4, и 5. Приведенная математическая обработка лабораторных данных позволила снизить число экспериментов и определить значимость факторов по изучаемым параметрам технологического процесса. На основе полученных данных статистической обработки установленные технологические режимы были испытаны в опытно-производственных условиях.

Таблица 3.18

*Рандомизированная матрица проведения опытов **

№ п/п	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₁ X ₂ =X ₃ X ₄	X ₁ X ₃ = X ₂ X ₄	X ₂ X ₃ = X ₁ X ₄	Y ₁	Y ₂	Y _{ср}	Y _{выч}
1	+	+	+	-	-	+	-	-	3,87	3,89	3,88	3,69
2	-	-	-	-	-	+	+	+	4,69	4,70	4,69	4,69
3	+	+	-	-	+	-	-	+	3,85	3,85	3,85	3,87
4	+	-	+	-	+	-	+	-	3,81	3,84	3,82	3,87
5	+	+	+	+	+	+	+	+	3,75	3,76	3,75	3,75
6	+	-	-	+	+	+	-	-	3,94	3,96	3,95	3,95
7	+	+	-	+	-	-	+	-	4,53	4,51	4,52	4,49
8	+	-	+	+	-	-	-	+	4,01	4,00	4,00	3,97
В	+4,06	-0,19	-0,20	+0,14	-0,06	-0,02	+0,01	+0,01				

* Исходное кислотное число черного масла в сырье 7,7 мг КОН/г

3.9. Опытнo-производственные испытания технологии частичной рафинации масла в сырье активированными растворами

С целью уточнения технологических параметров частичной рафинации масла в сырье были проведены в производственных условиях.

В отличие от действующей промышленной схемы эксперименты проводились частично в измененном виде. При этом активированный раствор каустической соды, подогретый до 80...85⁰С, подавался в пропарочно-увлажнительный шнек, а подача активированного в раствора хлористого кальция осуществлялась в первом чане жаровни прессов.

Принципиальная технологическая схема проведения частичной рафинации масла в сырье в производственных условиях приведена на рис.3.

Хлопковые семена после очистки и взвешивания обрушивались на шелушителе (1). Затем обрушенные семена и ядра поступали через двойные встряхиватели в сепаратор-разделитель (2), где отделялось ядро от шелухи. Шелуха в дальнейшем направлялась в шелуховый двор, а ядро нориями (3) подавалось в пятальцовый станок ВС-5 (4), где оно измельчалось до нужных размеров. Затем полученная мятка при помощи транспортных элементов (5,6) поступала в пропарочно-увлажнительный шнек (11). В этот же пропарочно-увлажнительный шнек насосом (19) в мятку подавался активированный раствор каустической соды с температурой 80-85⁰С через форсунки-распылители (12) из емкости (20). Обработанная таким образом мятка самотеком поступала в первый чан жаровни (14). В этом же чане жаровни мятка обрабатывалась активированным подогретым до 80...85⁰С раствором хлористого кальция концентрацией 15 %.

Опытнo-производственные испытания проводили как для высокосортных, так и низкосортных и нестандартных хлопковых семян, с применением инфракрасного излучения в различными значениями в них исходного кислотного числа масла.

В опытно-производственных условиях снижение кислотного числа сырого прессового масла в процессе частичной его рафинации определяли путем сравнения кислотных чисел контрольных и опытных образцов масел.

Признаком перехода натриевых солей жирных кислот в кальциевые соли служило отсутствие следов натриевых солей жирных кислот в опытно-производственных образцах жмыхов после форпрессования.

В табл. 3.19 и 3.20 приведены средние показатели качества сырых масел и жмыхов, полученных путем частичной рафинации масла в сырье в процессе влаготепловой обработки, жарения и прессования из хлопковых семян различного качества.

Приведенные в таблицах данные свидетельствуют о том, что при обработке хлопковой мятки высококислотных масличных семян активированном в ЭМП раствором каустической соды наряду со снижением кислотного числа черного прессового масла снижается также содержание свободного госсипола в масле и жмыхе по сравнению с исходным количеством госсипола в контрольных образцах масла и жмыха. При этом одновременно наблюдается повышение качества черного прессового масла, которое характеризуется снижением цветности частично рафинированного масла до 19-23 кр.ед. при 35 желтых в 1 см.слое, при цветности черного масла в контрольных образцах. 29-34 кр.ед.

В отдельных случаях наблюдалось не резкое изменение цветности частично рафинированного масла, что объясняется неинтенсивностью протекания процесса нейтрализации из-за трудности регулирования глубины перемешивания и других технологических режимов в условиях опытно-промышленных испытаний.

Многочисленными опытно-производственными испытаниями, проведенными в производственных условиях, выявлены оптимальные условия ведения процесса и удельные расходы каустической соды и хлористого кальция, необходимые для снижения кислотного числа черного прессового масла при переработке хлопковых семян различного качества (табл.3.21).

Исследования, проведенные в опытно-производственных условиях, подтвердили достоверность экспериментальных данных и позволили определить экономическую эффективность от внедрения технологии частичной рафинации масла в сырье с использованием активированным в ИК- растворов каустической соды и хлористого кальция.

Таблица 3.19

Показатели сырья и конечных продуктов при переработке хлопковых семян в производственных условиях

N	Параметры процесса и технологический режим их осуществления	Переработка семян	
		без активации растворов в ИК	с активацией растворов в ИК (1,6 А/м)
1.	Влажность мятки перед поступлением в пропарочно-увлажнительный шнек, %	8,1-9,8	8,1-9,8
2.	Температура мятки перед поступлением в пропарочно-увлажнительный шнек, °С	25-28	25-28
3.	Влажность мятки при выходе из пропарочно-увлажнительного шнека, %	12,0-12,8	12,0-12,8
4.	Влажность мятки после обработки раствором NaOH на выходе из пропарочно-увлажнительного шнека, %	12,0-12,8	12,0-12,8
5.	Температура мятки на выходе из пропарочно-увлажнительного шнека, °С	80-85	80-85
6.	Масличность мятки, %	33-38	33-38
7.	Содержание шелухи в мятке, %	13-15	13-15
8.	Влажность мятки после первого чана жаровни, %	12,0-12,8	12,0-12,8
9.	Влажность мятки после обработки раствором хлористого кальция, %	13,6-14,3	13,6-14,3

10.	Температура процесса жарения мятки, °C	107-110	107-110
11.	Влажность мезги после жарения, %	9,0-9,5	9,0-9,5
12.	Температура мезги после жарения, °C	107-110	107-110
13.	Выход сырого прессового масла, %	25,5-29,5	26,7-30,9
14.	Кислотное число прессового масла, мг КОН/г	3,9-4,5	3,1-3,7
15.	Цветность сырого прессового масла, кр.ед.при 35 желт. в 1 см.слое	29-34	19-23
16.	Влажность жмыха, %	6,4-7,8	6,4-7,8
17.	Масличность жмыха, %	7,5-8,5	7,0-7,7
18.	Расход щелочи для рафинации, кг/т	5,8-6,3	3,2-3,7
19.	Температура рафинации, °C	22-25	22-25
20.	Концентрация щелочи, г/л	190-250	90-120
21.	Избыток щелочи в % от расчетного количества	30-32	17-21
22.	Цветность рафинированного масла в 13,5 см слое толщиной 13,5 см. кр.ед.при 35 желтых	11-18	4-7
23.	Выход рафинированного масла, % от массы обработанного масла	92-96	96-98
24.	Выход рафинированного масла, % от массы исходного масла	90-95	94-97

Таблица 3.20.

Влияние технологии частичной рафинации масла в сырье на качественные показатели сырого прессового масла и жмыхов, полученных в опытно-производственных условиях при переработке хлопковых семян разного качества

Образец, №	Кислотное число масла в семенах, мг КОН/г	Обработка мятки активированным раствором в ИК (1,6 А/м) каустической соды				Качество жмыха		
		кислотное число прессового масла, мг КОН/г	снижение кислотного числа, мг КОН/г	цветность прессового масла в 1 см.сл. при 35 ж. кр.ед.	содержание свободного госсипола, %	наличие натриевых мыл (качественно)	наличие кальциевых мыл (качественно)	содержание свободного госсипола, %
Контроль 1	5,7	4,5	1,2	17-29	0,78	+	Отс.	0,019
Опытные								
2	5,7	3,7	2,0	39-47	0,39	+	Отс.	0,011
3	3,9	3,5	0,4	7-11	0,17	+	Отс.	0,004
4	4,5	3,8	0,7	13-16	0,21	+	Отс.	0,006
5	6,1	4,4	1,7	19-21	0,26	-	Есть	0,009
6	8,3	5,8	2,5	24-27	0,30	-	Есть	0,011
7	8,3	5,2	3,1	30-33	0,35	-	Есть	0,013
8	9,5	5,6	3,9	31-37	0,41	-	Есть	0,014
Контроль 9	12,0	7,8	4,2	31-34	0,42	+	Отс.	0,021
Опытные								
10	12,0	8,3	3,7	24-27	0,34	+	Отс.	0,019
11	12,0	7,9	4,1	25-28	0,36	-	Есть	0,017
12	12,0	7,4	4,6	29-31	0,39	+	Отс.	0,018
13	12,0	6,9	5,1	33-35	0,40	-	Есть	0,014

Контроль								
14	14,0	9,3	4,7	41-45	0,48	+	Отс.	0,025
Опытные								
15	14,0	5,7	8,3	37-38	0,46	-	Есть	0,020
16	14,0	5,3	8,7	37-39	0,43	+	Отс.	0,021

Таблица 3.21.

Технологические режимы и нормы расхода каустической соды и хлористого кальция при частичной рафинации масла в сырье активированными в ИК-растворами

№ п/п	Технологические режимы и удельный расход растворов	При переработке хлопковых семян с исходными кислотными числами масла в сырье, мг КОН/г		
1	Температура раствора каустической соды, °С	3 -5	7 - 10	12 - 16
2	Концентрация раствора каустической соды, %	75-80	80-85	80-85
3	Удельная норма расхода соды на 1 тн сырого масла в пересчете на сухое вещество, кг при снижении кислотного числа частичного рафинированного масла:	5-7	8-10	11-15
3.1	2,0-2,5	1,2-1,5	1,7-2,6	1,7-2,6
3.2	3,0-4,7	-	3,1-3,5	3,1-3,5
3.3	5,0-6,5	-	-	4,0-5,3
4	Температура раствора хлористого кальция, °С	75-80	80-85	85-90
5	Концентрация раствора хлористого кальция, %	15 %	15 %	15 %
6	Удельная норма расхода хлористого кальция на 1 тн черного масла в пересчете на сухое вещество, кг	1,7-2,1	2,3-2,9	3,5-4,1
7	Удельная норма расхода электро-энергии при активации растворов на 1 тн сырого масла, Квт	17-21	27-31	29-37

Глава 4. ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОКОНЧАТЕЛЬНОЙ РАФИНАЦИИ ЧАСТИЧНО РАФИНИРОВАННЫХ В СЫРЬЕ ХЛОПКОВЫХ МАСЕЛ

Как указывалось в предыдущих разделах диссертации, технология частичной рафинация хлопкового масла в сырье активированными растворами каустической соды и хлористого кальция обеспечивает в определенной степени снижение кислотного числа и повышение качества прессового масла, жмыхов и шротов. Учитывая это, необходимым представлялось изучение и обоснование технологии окончательной рафинируемости частично рафинированных в сырье масел.

4.1. Параметры и режимы технологии окончательной рафинации частично нейтрализованных в сырье масел

Частично рафинированное в мятке сырое хлопковое масло было получено при переработке низкосортных и нестандартных семян в лабораторных и опытно-производственных условиях.

Окончательная рафинация сырых масел с пониженными кислотными числами проводилась как в лабораторных, так и в производственных условиях в нейтрализаторах периодического действия эмульсионным способом. Процесс окончательной щелочной рафинации осуществлялся в соответствии с принятыми в производственной практике технологическими параметрами и режимами при температуре 20...22⁰С и с различными концентрациями активированных растворов каустической соды.

Необходимое количество щелочи и его избыток определяли и устанавливали пробной рафинацией сырых хлопковых масел в лаборатории.

Теоретически необходимое количество щелочи в г (X) для нейтрализации свободных жирных кислот определяли по формуле [21]:

$$X = P \cdot 0,714 \cdot \hat{E} \cdot \div \quad (4.1)$$

где К.ч. – кислотное число сырого масла, мг КОН/г;

0,714 – коэффициент для пересчета количества KOH на NaOH, равный отношению молекулярных масс:

$$\frac{NaOH}{KOH} = \frac{40}{56} = 0,714 \quad (4.2)$$

P – навеска масла, г;

Избыточное количество щелочи в г (y), которое предполагается взвести при пробной нейтрализации сырого хлопкового масла, вычисляли по формуле:

$$y = \frac{M \cdot P}{1000} \quad (4.3)$$

где M – принятый избыток щелочи, в % от массы масла;

P – навеска масла для пробной нейтрализации, г;

1000- коэффициент пересчета количества миллиграммов NaOH на граммы

Вычисление необходимого объема раствора щелочи для пробной нейтрализации определяли по формуле:

$$V = \frac{(x + y)}{C} \cdot 1000, \quad (4.4)$$

где V – искомый объем раствора щелочи, мл;

x – теоретически необходимое количество щелочи, г;

y – принятый избыток щелочи, г;

C – концентрация раствора щелочи, г/л.

Для проведения окончательной рафинации частично рафинированного сырого хлопкового масла на лабораторной установке вначале определяли кислотное число рафинируемого сырья, на основе чего рассчитывали необходимое количество щелочи, ее концентрацию и избыток. Во всех случаях рафинировали 200 г сырого масла.

В рафинированных маслах определяли кислотное число и другие качественные показатели [7,18-21].

Результаты лабораторной рафинации сырых хлопковых масел приведены в табл.4.1.

Таблица 4.1.

Результаты окончательной рафинации частично рафинированных черных хлопковых масел, полученных из семян разного качества

Показатели частично рафинированного хлопкового масла		Концентрация щелочи*, г/л	Средние показатели рафинированного масла		
			Кислотное число, мг КОН/г	Цветность, кр.ед.при 35 желтых в 1см.сл. см. слое	Выход рафинированного масла, %
1,5	19	190	0,03	4	97
1,6	21	190	0,04	4	97
2,2	23	150	0,07	6	96
2,2	23	190	0,09	7	96
2,2	23	200	0,09	7	95
2,2	25	190	0,11	7	95
3,4	27	200	0,13	9	94
4,5	31	200	0,15	11	94
4,6	33	210	0,17	11	92
6,5	35	230	0,17	13	91
6,6	37	230	0,19	13	91
7,2	39	250	0,20	17	90
8,6	40	250	0,21	17	90
8,9	41	250	0,23	19	89

* Избыток щелочи во всех случаях составлял 17...20 %.

Приведенные данные в табл.4.1 свидетельствуют о том, что сырые масла, полученные в процессе частичной рафинации масла в сырье при окончательной щелочной рафинации дают достаточно высокий выход. При этом рафинация протекает с наименьшим расходом щелочи по сравнению с традиционной щелочной рафинацией сырого масла, полученного по действующей технологии переработки хлопковых семян в производстве (табл.4.2).

Следует отметить, что преимуществом окончательной рафинации сырых масел, полученных путем частичной рафинации масла в сырье, является быстрое отделение соапсочной фазы от масляной.

Таблица 4.2.

Рафинация различных хлопковых масел в обычных производственных условиях

Показатели черного масла		Условия рафинации		Средние показатели качества рафинированного масла		
кислотное число, мг КОН/г	цветность, кр.ед при 35 желт. в 1 см.слое	концентрация щелочи, г/л	избыток щелочи, %	кислотное число, мг КОН/г	цветность, кр.ед.при 35 желт.в 13,5 см.сл.	Выход, %
5,7	48	250	30	0,19	13	89
6,1	51	250	30	0,20	15	88
8,3	65	250	40	0,23	17	80
9,5	71	250	50	0,27	25	80
10,2	72	300	70	0,31	31	75
12,0	78	300	110	0,39	36	70
12,5	н/п	350	110	0,43	38	65
14,0	н/п	350	150	0,47	41	62

Аналогичные эксперименты по щелочной рафинации сырых хлопковых масел с пониженными кислотными числами (частично рафинированные масла) были проведены в опытно-производственных условиях в нейтрализаторах периодического действия (объем 11 куб.м) эмульсионным способом. В опытных условиях потребное количество щелочи, ее концентрация и избыток были установлены пробной рафинацией сырого масла в лабораторных условиях.

Сравнительные результаты щелочной рафинации сырых прессовых масел, полученных по обычной схеме завода и по схеме частичной рафинации в сырье воздействием растворов каустической соды и хлористого кальция, приведены в табл.4.3.

Данные табл.4.3 показывают, что при сырых прессовых масел по предлагаемой технологии даже с высоким кислотным числом получается достаточно высокий выход рафинированного масла.

Интересным представлялось изучение окончательной рафинации частично рафинированных хлопковых масел раствором каустической соды без активации и с активацией в электромагнитном поле.

Таблица 4.3.

Сравнительные результаты рафинации частично рафинированных хлопковых масел в опытно-производственных условиях

По обычной заводской технологии					По схеме частичной рафинации масла в сырье				
Показатели черного масла		Показатели рафинированного масла			Показатели частично рафинированного масла		Показатели рафинированного масла		
кислотное число, мг КОН/г	цветность, кр.ед. при 35 желтых в 1 см. сл.	кислотное число, мг КОН/г	цветность, кр.ед. при 35 желт. в 13,5 см слое	выход, %	кислотное число, мг КОН/г	цветность, кр.ед. при 35 желтых в 1 см. сл.	кислотное число, мг КОН/г	цветность, кр.ед. при 35 желт. в 13,5 см слое	выход, %
5,5-7,6	37-41	0,31-0,37	17-23	78-82	2,1-3,7	21-23	0,13-0,17	4-9	94-98
8,2-11,7	н/п	0,47-0,63	21-29	72-75	3,9-7,2	27-31	0,21-0,29	11-13	89-94

Данные табл.4.4, показывают, что использование активированного щелочного раствора позволяет улучшить качество рафинированного масла и повысить его выход.

В табл.4.5 приведен состав основных компонентов соапстоков, полученных в процессе окончательной рафинации частично рафинированного масла в сырье. Для сравнительных оценок в этой же

таблице приведены данные по рафинируемости сырого масла в обычных условиях производства.

Данные табл.4.5 свидетельствуют о том, что соапстоки, полученные по технологии предварительной рафинации, имеют относительно низкое содержание нейтрального жира и нежировых веществ, что сказывается на качестве соапстока.

Таблица 4.4.

Сравнительная оценка рафинируемости черного хлопкового масла с растворами каустической соды без и с обработкой щелочи в ИК-лучами ($H=1,4$ А/м)

№ п/п	Кислотное число частично рафинирован ного масла, мг КОН/г	Показатели окончательно рафинированных масел					
		без обработки раствора щелочи в ИК			с обработкой раствора щелочи в ИК (1.6 А/м)		
		К.ч., мг КОН/г	цвет- ность, кр.ед.	выход, %	К.ч., мг КОН/г	цвет- ность, кр.ед.	выход, %
1	2,1	0,21	11	96	0,07	4	98
2	2,7	0,23	14	95	0,09	5	98
3	3,5	0,28	17	94	0,11	7	97
4	4,6	0,33	24	92	0,15	9	95
5	5,0	0,39	29	87	0,21	11	93
6	6,7	0,41	33	82	0,26	13	91
7	8,4	0,41	37	78	0,28	17	86

Таблица 4.5.

**Состав основных компонентов соапстоков, полученных при рафинации
хлопковых масел**

Образец соапстока	Содержание, %			
	Общего жира	Нейтраль- ного жира	Нежировых веществ	Влаги
Соапсток, полученный при рафинации сырого масла в действующих заводских условиях	39,6	25,2	6,2	29,0
Соапсток, полученный при рафинации частично рафинированного масла в сырье	43,4	14,3	12,1	31,2

Таким образом, процесс окончательной щелочной рафинации сырых хлопковых масел, полученных способом частичной рафинации масла в сырье, сопровождается повышением выхода конечного продуктов и улучшением его качества по сравнению с существующими в производстве методами рафинации. При этом значительно сокращается расход каустической соды на окончательную нейтрализацию сырого масла.

Лабораторными и производственными исследованиями по рафинации сырых прессовых масел установлен технологический режим и расход каустической соды для окончательной нейтрализации масел с использованием рекомендуемой технологии (табл.4.6).

Таблица 4.6.

**Технологические режимы и нормы расхода щелочи для нейтрализации
хлопковых масел**

№ п/п	Технологические параметры и нормы расхода щелочи	Кислотные числа образцов хлопковых масел, полученных без обработки в ИК, мг КОН/г		Кислотные числа образцов хлопковых масел, полученных с обработкой растворов в ИК, мг КОН/г	
		3,7-4,9	6,2-9,3	2,1-3,0	4,3-7,2
1.	Температура процесса, °С	20-22	20-22	20-22	20-22
2.	Концентрация раствора щелочи (NaOH), г/л	170	200	110	140
3.	Необходимое количест- во избытка щелочи, %	30-40	70-150	10-15	30-50
4.	Кислотное число рафи- нированного масла, мг КОН/г	0,21-0,29	0,41-0,53	0,07-0,11	0,13-0,19
5.	Выход рафиниро- ванного масла, %	87-91	81-85	96-97	90-92
6.	Цветность рафиниро- ванного масла, кр.ед при 35 желт.в 13,5 см.слое	17-19	27-31	4-7	9-11

Таким образом, опытно-производственными испытаниями технологии рафинации сырых прессовых масел были получены рафинированные пищевые хлопковые масла, которые использованы для гидрирования с целью получения саломасов пищевого назначения.

4.2. Эффективность и практическая реализация результатов

Из-за неблагоприятных погодных условий и нерационального хранения семян хлопчатника в складских помещениях увеличивается количество низкосортных и нестандартных масличных семян, что потребовало разработки новых и усовершенствования существующих технологических процессов производства и переработки хлопкового масла, полученного из различных сортов хлопковых семян. Использование разработанной технологии по усовершенствованию процесса очистки сырого масла на стадии первичной обработки сырья и окончательной рафинации частично рафинированных масел позволили значительно улучшить качество масла с одновременным снижением потерь и отходов в производстве. В частности, использование процесса частичной нейтрализации масла в сырье с использованием активированных в электромагнитном поле растворов каустической соды и хлористого кальция обеспечили снижение расхода дефицитной каустической соды в процессе окончательной щелочной рафинации хлопковых масел, полученных из низкосортных и нестандартных масличных семян. Такая технология позволила снизить потери и обеспечить снижение расхода основных и дополнительных материалов, а также снизить себестоимость конечной продукции. Расчетная экономическая эффективность от внедрения результатов исследований на одном маслоэкстракционном предприятии со средней суточной производительностью хлопковых семян 400 т при переработке 1000 тн составляет 520 тыс.сумов без учета эффекта использования жмыхов, обогащенных кальциевыми солями жирных кислот. Этот результат стимулирует решение чисто технологических вопросов по организации и внедрению исследованной технологии производства и переработки хлопкового масла, в первую очередь при переработке низкокачественного сырья.

ОБЩИЕ ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Изучение особенностей химического состава и качества низкосортных и нестандартных масличных семян хлопчатника позволили определить основные направления усовершенствования технологии их переработки с целью получения рафинированного масла высокого качества.

Исследованные и предложенные технологические процессы позволили разработать новую и усовершенствованную технологию переработки хлопковых семян путем частичной нейтрализации масла в сырье с использованием растворов каустической соды и хлористого кальция, активированных в поле с ИК-лучами.

Интенсификация технологических процессов, снижение материальных затрат на производство рафинированного масла осуществлялись активацией используемых растворов воздействием электроизлучением.

В результате обогащения жмыхов и шротов кальциевыми солями жирных кислот достигнуто повышение их кормовых свойств.

Определены возможности и установлены режимы технологии экстракции жмыхов, обогащенных кальциевыми солями жирных кислот.

В процессе переработки хлопковых семян низкого качества определены возможности производства высококачественных рафинированных масел, соответствующих требованиям действующих стандартов, удовлетворяющих производству конкурентоспособной продукции на мировом рынке.

Установлены возможности эффективного и рационального использования отходов (жмых, шрот, соапсток) для нужд сельского хозяйства.

Практическая реализация результатов исследований и эффективное применение усовершенствованных технологий на маслодобывающих предприятиях создают возможности рациональной переработки сырья разного качества для производства высококачественной продукции.

ВЫВОДЫ

1. Усовершенствована технология частичной рафинации хлопкового масла в маслосодержащем сырье воздействием на него растворов каустической соды и хлористого кальция различной концентрации, предварительно активированных в инфракрасными лучами с оптимальной напряженностью 1,4 А/м. В результате использования предлагаемой технологии достигнуто повышение качественных показателей масла, жмыха и шрота из-за обогащения последних кальциевыми солями жирных кислот.

2. Изучено влияние концентраций активированных растворов каустической соды и хлористого кальция на снижение содержания свободных жирных кислот, свободного и связанного госсипола, а также фосфатидов. Свободные жирные кислоты образуют натриевые мыла, а госсипол и его производные - госсиполаты натрия, которые в дальнейшем переводятся в кальциевые соли под воздействием раствора хлорида кальция. Натриевые и кальциевые соли, переходя в состав жмыха и шрота, обеспечивают их повышенную кормовую ценность.

3. Оценено значение напряженности электромагнитного поля при частичной рафинации хлопкового масла в сырье и окончательной рафинации полученного сырого масла. Установлено, что наиболее существенные результаты получаются при напряженности электромагнитного поля, равной 1,4 А/м.

4. Определены оптимальные технологические параметры частичной и окончательной рафинации хлопкового масла, полученные при переработке низкосортных и нестандартных хлопковых семян. Достоверность установленных оптимальных параметров доказана методами статистической обработки и оптимизации экспериментальных данных, которые были рекомендованы для проведения опытно-производственных испытаний.

5. Изучены процессы экстракции жмыхов, содержащих кальциевые соли жирных кислот, а также госсиполаты кальция. Показано, что экстракция

жмыхов, обогащенных кальциевыми солями, протекает в соответствии в промышленной технологией.

6. Изучено влияние способов обработки сырья активированными растворами каустической соды и хлористого кальция на содержание протеина в жмыхе и шроте, в результате достигнуто улучшение их кормовых достоинств.

7. Исследована технология и режим окончательной рафинации частично нейтрализованных в сырье масел раствором каустической соды различной концентрации, активированным воздействием электромагнитного поля. Установлен оптимальный технологический режим окончательной рафинации частично нейтрализованного масла, в результате достигнуто повышение выхода и качества рафинированных хлопковых масел и снижение их цветности.

8. Предложены дополнения к действующей нормативно-технической документации с целью организации и освоения технологии частичной и окончательной рафинации хлопковых масел, полученных из низкосортных и нестандартных семян. По данным опытнопроизводственных испытаний рассчитан экономический эффект в сумме 480 тыс. сумов при переработке 1000 тонн семян хлопчатника низкого качества.

9. Дополнены представления по теории рафинации хлопкового масла, как в маслосодержащей мятке, так и сыром масле в отдельности с использованием щелочных растворов, активированных воздействием инфракрасными лучами. Этим определена научная значимость проведенных исследований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности.-Л.:ВНИИЖ,1967.т.1,кн.1 и 2.-1042с.;1965.т.2.-419с.;
2. Паронян В.Х.,Мазин Ф.И.,Кафиев Н.М. и др.Технология жиров и жирозаменителей.-М.:Легкая и пищевая промышленность,1982.-416 с.
3. Щербаков В.Г. Технология получения растительных масел.-М.:Колос,1982.-207 с.
4. Белобородов В.В. Основные процессы производства растительных масел.-М.:Пищевая промышленность,1966.-478 с.
5. Голдовский А.М. Теоретические основы производства растительных масел.-М.:Л.-446 с.
6. Маркман А.Л.,Ржехин В.П. Госсипол и его производные.-М.:Пищевая промышленность.1965.-244 с.
7. Белобородов В.В.,Мацук Ю.П.,Кириевский Б.Н. и др.Подготовительные процессы переработки масличных семян.-М.:Пищевая промышленность,1974.-338 с.
8. Тютюнников Б.Н.,Науменко П.В.,Товбин И.М. и др. Технология переработки жиров.-М.:Пищевая промышленность,-1970.-658 с.
9. Тютююников Б.Н. Химия жиров.-М.:Пищевая промышленность.1974.-448 с.
10. Ахназаров С.Л.,Кафаров В.В. Оптимизация эксперимента в химии и химической промышленности.-М.:Высшая школа,1978.-319 с.
11. Арутюнян Н.С.,Аришева Е.А.,Янова Л.И. и др.Технология переработки жиров.-М.:Агропромиздат,1985.-368 с.
12. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности.-Л.:ВНИИЖ.-т.3,1964.-482 с.

13. Руководство по методам исследования, технoхимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности.-Л.:ВНИИЖ.-т.4,1963.-424 с.
14. Руководство по методам исследования, технoхимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности.-Л.:ВНИИЖ.-т.6,1974.-338 с.
15. Арутюнян Н.С.,Янова Л.И.,Аришева Е.А. Лабораторный практикум по технологии переработки жиров.-М.:Агропромиздат,1991.-160 с.
16. Арутюнян Н.С.,Корнена Е.П. Фосфолипиды растительных масел.-М.:Агропромиздат,1986.-256 с.
17. Тютюнников Б.Н.,Гладкий Ф.Ф.и др. Химия жиров.-М.:Колос,1992.-448 с.
18. Шмидт А.А. Теоретические основы рафинации растительных масел.-М.:Пищевая промышленность,1960.-340 с.
19. Якименко Л.М., Модыженский И.Д., Ткачук З.А. Электролиз воды.-М.:Химия,1970. -с.
20. Арутюнян Н.С., Корнена Е.П., Янова Л.И и др. Технология переработки жиров.-М.:Пищепромиздат,1994.-452 с.
21. Виноградова А.А., Мелькина Г.М., Фомичева Л.А. и др. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств.-М.:Агропромиздат,1991.-335 с.
22. Барковский В.Ф., Горелик С.М., Горденцева Т.Б. Практикум по физико-химическим методам анализа.-М.:1963.-350 с.
23. Молочко В.А., Крынкина С.В. Химия. Перевод с немецкого языка. -М.: Химия, 1989. – С.276-278
24. Кучеренко Н.Е., Васильев А.П. Липиды. -Киев: -Вища школа.-1985.-247 с.
25. Нечаев А.П., Еременко Т.В. Органическая химия.ч.1,кн.2.-М.:Высшая школа.1985. -182 с.

26. Ржехин В.П. Некоторые нежировые вещества хлопкового, подсолнечного и соевого масел и влияние их на выход и потери масла в производстве растительных масел, при рафинации и мыловарении.-Л.:ВНИИЖ-1952. -115 с.
27. Волотовская С.Н.,Кузнецова Н.В.,Майорова И.Н. Потери при рафинации хлопкового масла //Масло-жировая пром-сть,1980. N 3. -С.25-28.
28. Ржехин В.П. Исследование важнейших химических процессов при переработке масличных семян и некоторые решения в области улучшения использования масличного сырья.-Доклад по совокупности работ на соискание ученой степени докт.техн.наук.-Л.:ВНИИЖ,1964. -42 с.
29. Сергеев А.Г.,Стерлин Б.Я.,Волотовская С.Н. Основные направления технического прогресса в рафинации растительных масел. Сб.научн. трудов ВНИИЖ-Л.:1974,вып.XXXII. -С.3-12.
30. Исмаилов А. Химическое исследование госсипола специфического пигмента хлопчатника.-Автореф.дис.канд.техн.наук -Ташкент,1959.-21 с.
31. Сергеев А.Г. Комплексная переработка семян хлопчатника.-Л.:ВНИИЖ,1961.-22 с.
32. Юнусова С.Г., Гусакова С.Д. Влияние степени зрелости хлопковых семян на липидный состав //Химия природных соединений,1982, N 1. - С.6.
33. Ржехин В.П. Госсипол и его производные.-Л.:ВНИИЖ,1955.-100 с.
34. Маркман А.Л.,Кац Б.А.,Чеботарева А.П. и др. К вопросу повышения масличности семян хлопчатника //Масло-жировая пром-сть,1961, N 5. - С.18.
35. Бабуркина Е.А.,Григорчук Р.Т.,Матвеева Т.А. Изучение условий связывания госсипола и углеводов с белками и фосфатидами //Масло-жировая пром-сть,1987, N 10. -С.5.

36. Григорчук Р.Т.,Скоморохова Е.Е.,Миронова А.Н. и др. О растворимости госсипола в бензиново-масляных мисцеллах //Масло-жировая пром-сть,1979, N 11. -С.11-12.
37. Глушенкова А.И.,Назарова И.П. Определение растворимости госсипола в мисцелле //Химия природных соединений,1983. N 6. -С.775.
38. Маркман А.Л.,Вилькова С.Н. О свойствах госсипола хлопкового масла //Узбекский химический журнал,1969, N 1. -С.63.
39. Маркман А.Л.,Залесов В. Новая качественная реакция на госсипол //Масло-жировая пром-сть,1960, N 3. -С.3.
40. Пусен Ф.А. О выпуске маслозаводами обогащенного хлопкового жмыха и шрота //Маслобойно-жировая пром-сть,1958, N 11. -С.11.
41. Ржехин В.П.,Белова А.Б. К изучению взаимодействия госсипола с аминокислотой (антраниловой) кислотой //Журнал прикладной химии, 1961,т.XXXIV,N 5.
42. Данилова Т.А. Исследование важнейших свойств ряда аминокислотных госсипола и изучение влияния госсипурпурина на качество хлопкового масла.-Автореф. дис...канд.техн.наук.-Л.:1969.-18 с.
43. Ржехин В.П.,Петушина А.Б. Применение аминокислотных кислот для выведения госсипола из высокогоссиполовых форпрессовых масел и бензиновых мисцелл//Труды ВНИИЖиров, 1960,вып.ХХ. -С.40.
44. Белова А.Б. Исследование процесса выведения госсипола из хлопковых масел с помощью антраниловой кислоты.-Автореф. дис... канд. техн. наук. -Ташкент, ТашПИ, 1964.- 29 с.
45. Ржехин В.П. Взаимодействие госсипола с белковыми веществами и аминокислотами //Масло-жировая пром-сть,1957, N 9. -С.6-9.
46. Михтарьянц Л.А.,Надафф М.Д.,Ермакович Т.И. Влияние влаготепловых воздействий при переработке семян хлопчатника на поведение госсипола //Пищевая пром-сть, 1988, N 6. -С.12.

47. Ржехин В.П., Преображенская И.С. Взаимодействие фосфатидов с госсиполом в присутствии воды //Масло-жировая пром-ть, 1960, N 3. - С.3.
48. Ржехин В.П. К вопросу о природе специфической окраски сырых хлопковых масел //Масложировая пром-сть, 1954, N 2. -С.3.
49. Семендяева Т.К. Взаимодействие фосфатидов с госсиполом //Масложировая пром-сть, 1957, N 4. -С.7.
50. Маркман А.Л., Умаров А.У. Хроматографическое исследование госсипола //Узбекский химический журнал, 1960, N 5. -С.66.
51. Демченко П.П., Ключкин В.В., Григорчук Р.Т. Влаготепловая обработка ядра хлопчатника//Труды ВНИИЖиров, 1985. -С.27.
52. Рахимжанов М.А., Мирзакаримов Р.М. Способ выделения госсипола из хлопкового материала.-А.с.СССР N 1346662, 1987.
53. Пулатова С.Р., Мирзакаримов Р.М., Ильясов А.Т. Облагораживание хлопкового шрота аммиаком и карбамидом //Узбекский химический журнал, 1987, N 2, с.70-74.
54. Черненко Т.В., Талипова М., Глушенкова А.И. Воздушная классификация заводского шрота и обезжиренного хлопкового ядра //Масложировая пром-сть, 1986, N 2. -С.10.
55. Атауллаев А.Х., Фрейман Р.И., Ким М.В. Некоторые особенности семян хлопчатника новых селекционных сортов.// Масло-жировая пром-сть, 1977.-N 2. -С.10-12.
56. Атауллаев А.Х., Султанбекова Д.М., Ключкин В.В. и др. Изменение фракционного состава белков.//Масложировая пром-сть, 1983.-N 8. - С.12-14.
57. Калманович С.А., Мартовщук В.Н., Данилович Л.М. Подготовка хлопковых масел к рафинации //Пищевая технология, 1987, N 4. -С.48.
58. Конева Н.А., Ходжаев А.А., Тучкова Л.И. Рафинация высококислотных хлопковых масел //Масложировая пром-сть, 1981, N 2. -С.24-26.

59. Попова В.И., Ахунджанов А.П. и др. Рафинация хлопкового масла эмульсионным методом //Масложировая пром-сть, 1980, N 3. -С.16.
60. Мартовщук В.Н. Повышение эффективности рафинации низкосортных хлопковых масел на основе методов механо-химической активации, Автореф.дис....канд.техн.наук-Краснодар, 1987. -25 с.
61. Мартовщук В.И., Арутюнян Н.С., Мгебрешвили Т.В. Повышение эффективности рафинации труднорафинируемого хлопкового масла //Масложировая пром-сть, 1986, N 6. -С.14-16.
62. Бутенова В.Н., Попеушапка А.В., Ермак Л.Г. Кинетика нейтрализации жирных кислот карбонатом натрия //Масложировая пром-сть, 1987, N 9. -С.21.
63. Лотешник В.К., Кудрин Ю.П., Арутюнян Н.С. и др.Способ подготовки мятки маслосодержащего материала к извлечению масла. Авторское свидетельство N 759582., 1980 г.
64. Летешник В.К., Щербаков В.Г., Арутюнян Н.С. и др. Способ извлечения масла из маслосодержащего сырья. Авторское свидетельство N 806747,1981.
65. Временная технологическая инструкция по совмещенному процессу маслодобывания и рафинации подсолнечного масла в мятке из семян разного качества (для прессовых заводов).-Л.;ВНИИЖ,1981. -12 с.
66. Китайгородский А.П.Рентгеноструктурный анализ мелкокристаллических и аморфных тел. М.-Л.:,1952. -С.476.
67. Гозалашвили Н.И. Исследование, разработка и внедрение способа получения концентрата кальциевых солей жирных кислот из маслосодержащих вод масложировых предприятий. Автореф дис.....канд.техн наук.-Л.: -1979. -24 с.
68. Алиев А.А. Рекомендации по использованию жиров для сельскохозяйственных животных.-М.:,1976. -72 с.

69. Волотовская С.Н. Методика пробной рафинации хлопкового масла.- Л.:ВНИИЖ,1975. -27 с.
70. Рогов И.А. Электрофизические методы обработки пищевых продуктов.-М.: ВО "Агропромиздат,1988. -272 с.
71. Аксельруд Г.А., Гавришкевич Л.Н., Молчанов А.Д. О возможности применения магнитногидродинамических массообменных аппаратов //Тезисы докладов Всесоюзного технического совещания,-М.: -1975. - С.139-141.
72. Гавришкевич Л.Н., Косых В.Н. Интенсификация массообмена магнитогидродинамических с течениями жидкости //В книге Вестник Львовского политехнического института, Львов, Вища школа, 80. - С.101-103.
73. Гавришкевич Л.Н. Кинетика гетерогенных химических взаимодействий в скрещенных электрических и магнитных полях. Автореф. дис...канд.техн.наук.-Львов., 1984. -24 с.
74. Мусин Г.Р., Ниязов М.И., Салимов З.С. Экстракция растительных масел в электромагнитном поле //Сборник материалов хим-тех фак-та ТашПИ,-Ташкент.-1973,вып.107. -С.75-76.
75. Ниязов М.И., Салимов З.С., Мусин Г.Р. К вопросу извлечения хлопкового масла в электромагнитном поле //Сборник материалов хим-тех фак-та ТашПИ,-Ташкент,-1973,вып.107. -С.206-207.
76. Салимов З.С.,Мусин Г.Р.,Халиев А. Исследование физических свойств органических растворителей в поле электромагнитных сил //Тезисы докладов Республиканской конф-ции.-Ташкент.-1977. -С.66-67.
77. Мусин Г.Р. Интенсификация процессов экстрагирования хлопкового масла с наложением электромагнитного поля //Автореф дисс....канд. техн.наук-Ташкент,-1980.-18 с.
78. Жидкова Н.С. Разработка и внедрение эффективной технологии гидратации подсолнечных масел с применением метода электро-

магнитного воздействия //Автореф. дисс.....канд.техн.наук.-Краснодар.-1986.-26 с.

79. Жидкова Н.С., Корнена Е.П., Арутюнян Н.С. Влияние электромагнитной поляризации на процесс ассоциации фосфатидов //Известия ВУЗов "Пищевая технология",1985, N 6. -12 с.
80. Масликов В.А., Мгебрешвили Т.В. Силы, действующие на фракции подсолнечной рушанки в электрических полях //Известия ВУЗов "Пищевая технология, 1965, N 4. -С.118-120.
81. Мгебрешвили Т.В., Есипов В.Ф., Мееров Я.С. К вопросу очистки продуктов масложирового производства в электромагнитном поле //Тезисы докладов научной конференции. -Воронеж. 1966. -С.41.
82. Мгебрешвили Т.В., Эфендиев О.Ф. Перспективы электрофотолической очистки бензиновых мисцелл в сильном электрическом поле //Материалы краевого научно-технического совещания.-Краснодар.-1867. -С.25.
83. Мгебрешвили Т.В. Исследование по применению сильных электрических полей в процессах масложирового производства //Тезисы докладов семинара.-Краснодар,-1976. -С.49.
84. Мгебрешвили Т.В.,Эфендиев О.Ф. К вопросу об электрических полях в жидких диэлектриках //В кн.тезисы докладов конференции.-Кишнев.-1971. -С.93.
85. Мгебрешвили Т.В. К вопросу применения электрических полей в технологических процессах масложирового производства //Масложировая пром-сть, 1973, N 7. -С..5-7.
86. Мгебрешвили Т.В.,Эфендиев О.Ф.,Арутюнян Н.С. Очистка мисцеллы в электрических полях //Известия Северокавказского центра высшей школы, Ростов-на-Дону.-1974. -С.24-26.
87. Мгебрешвили Т.В. Разработка новых технологий в масложировой промышленности на основе использования электрофизических и

- физико-химических характеристик продуктов и полупродуктов
//Диссертация докт.техн.наук в форме научного доклада.-Л.:1990.-56 с.
88. Сергеев Н.И. Обработка дрожжей электрическим током //Тезисы научно-технич.конференц.-Москва, 1989. -С.179.
 89. Базарбаева Д.Ш., Шомурадов Т.Р. Прочность оболочки хлопковой семени при обработке в электромагнитном поле.-М., 1989.-190 с.
 90. Иванов А.А., Штепа Е.П., Галулин А.А. Электромагнитная обработка жидких пищевых сред.-М., 1989.-191 с.
 91. Колпанчи А.П., Голикова Н.В., Горячева И.В. и др. Электромагнитная обработка виноградных соков и вин.-М.:1989.-с.192.
 92. Богдарян Р.А. Магнитная обработка молока и молочных бактерий. -М., -1989.-197 с.
 93. Мартовщук В.И.,Калманович С.А.,Мгебрешвили Т.В. и др. Технология очистки темных растительных масел с применением метода механо-химической активации.-М., 1989.-362 с.
 94. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.-М.:Наука, 1976. -220 с.
 95. Грачев Ю.П. Математические методы планирования экспериментов.-М., 1979. -280 с.
 96. Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии.-М.:Химия, 1969.-554 с.
 97. Маркман А.Л., Залесов Ю.П. Новая качественная реакция на госсипол //Масложировая пром-сть,-1960, N 3. -С.8.
 98. Умаров А.У. Хроматографическое исследование неглицеридного комплекса хлопкового масла//Автореферат дисс...канд.хим.наук,-Ташкент,1962. -16 с.
 99. Товбин И.М., Фаниев Г.Г. Рафинация жиров. -М.: -Пищевая пром-сть, 1977. -238 с.

100. Гольдберг А.О. Исследование и разработка усовершенствованной технологии получения антранилата госсипола из хлопкового масла//Автореф.дис...канд.техн.наук.-Л., 1985.-24 с.
101. Гольдберг А.О., Белова А.Б., Ржехин В.П. Разработка оптимальных условий технологического процесса получения технического госсипола и антраниловой кислоты из антранилата госсипола //Труды ВНИИЖ.-Л.:ВНИИЖ,вып.26, 1967. -С.394.
102. Сергеев А.Г. Новые решения и перспективные направления в развитии техники и технологии получения и переработки растительных масел //Доклад на соискание учен.степени док-ра технич.наук.-Ташкент,-1963, -63с.
103. Тростько У.И. Некоторые вопросы рафинации хлопкового масла в мисцелле //Масложировая пром-сть,1961. N 2. -С.14-16.
104. Попова В.Н., Атауллаев А.Х., Ганиев К.Г. Рафинация масла в мисцелле, получаемой прямой экстракцией хлопкового лепестка //Масложировая пром-сть, 1980, N 2. -С.16.
105. Бондарь А.Г.,Статюха Г.А. Планирование эксперимента в химической технологии.-Киев, Вища школа,1976.-183 с.
106. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии.- М.:Химия, 1969. -564 с.
107. Максимов В.Н., Федоров В.Д. Применение методов математического планирования эксперимента.-М.:Изд-во Моковского Гос.Универст-та,1969.-126 с.
108. Налимов В.В. Применение математической статистики при анализе веществ.-М.: Физматгиз,1960.-430 с.
109. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экспериментальных экспериментов. -М.:Наука. 1965.-338 с.
110. Финни Л.Дж. Введение в теорию планирования экспериментов.- М.:Наука,1970.-287 с.

111. Хартман К., Лецкий Э., Шефер В. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов.-М.:Мир, 1977.-555 с.
112. Рузинов Л.П.Статистические методы и анализ эксперимента. - М.:Легкая индустрия, 1974.-228 с.
113. Кадыров И.И., Иноятов Т.И., Ризаева Ф.Г. Анализ работы масло-жировой промышленности СНГ, перерабатывающей семена хлопчатника за 1992 г.-Ташкент.-СредАЗНИПКИПищепром, -1993.-91 с.
114. Дончива Е.Ф., Фатхуллаев Э., Джалилов А.Т., Аскарлов М.А. Синтез и исследование полифункциональных катионов на основе госсипола, госсиполовой смолы и ароматических альдегидов //Журнал прикладной химии, -1979, N 6. -С.1270-1274.
115. Айзиков Э., Курмуков А.Г. К токсикологии госсипола //Доклады АН РУз.-1973.-N 10. -С.28-29.
116. Мирзакаримов Р., Ильясов О.Т., Иногамов А.И., Рахимжанов М.А., Турсунов М.Т. Изменение белкового состава хлопковых семян при различных способах их переработки //Известия ВУЗов "Пищевая технология", 1978. N 5. -С.55-58.
117. Эсик А.Г.,Атауллаев А.Х.,Худояров М.Б. Поведение белковых веществ и госсипола при прямой экстракции семян хлопчатника //Масложировая пром-сть, -1979, N 7. -С.19-20.
118. Способ переработки хлопковых семян. А.с. N 721471.-1980. Б.И. N 10.
119. Способ подготовки масличного материала при влаго-тепловой обработки мятки раствором кальцинированной соды А.с. N 950756., 1980 г.
120. Конева Я.А., Ржехин В.П., Боршев С. и др. Максимальное выведение госсипола в масло и мисцеллу в ходе прессования и экстракции на существующем оборудовании //Труды ВНИИЖ.-1963. вып.XXIV.-Л. -С.5-18.

121. Шоимов М.Г. Исследование загрязненности хлопкового масла вредными химическими веществами Руководитель М.Б.Камалова Магистр дисс., Бухара, БухИТИ, 2014, - 80 с.
122. Камалова М.Б., Нарзуллаева А.М Научно-технические основы исследование бентонитов при переработки высокоцветных сырых хлопковых масел IY-й Всероссийской научно-практической конференции. Таганрог,Россия 2020, 681-683 с.
123. Камалова М.Б.,Нодиров А.А. Исследование селективности процесса адсорбционной очистки хлопкового масла Вопросы науки и образования Научно-теретический журнал Москва 2020, № 2(3) 18-19 с.
124. Ниязова Р.Н.,Камалова М.Б. Исследование канцерогенного свойства жиров Вопросы науки и образования Научно-теретический журнал Москва 2019, № 3(4) 17-19 с.
125. Камалова М.Б.,Нодиров А.А Исследование влияния технологических факторов на степень очистки хлопкового масла Вопросы науки и образования Научно-теретический журнал Москва 2020, № 1(2) 32-33 с.
126. Przybylski R.: Canola Oil: Physical and Chemical Properties. Canola Council of Canada. <http://www.canola-council.org/PDF/Chemical1-6.pdf>. 26.03.2007.
127. Медлер Д. Биохимия (пер.с англ.) – М.: Мир, 1980. Т.1. - 408 с.
128. Chekky J,P., Cray M.S. A review of lecithin chemistry and glandless cotton seed as potential commercial source // J.Amer. Oil Chem. Soc., 1981. Vol.58, N10. –P. 903-913.
- 129.www.ziyonet.uz
- 130.www.google.uz
- 131.www.ref.uz
- 132.www.dissertcat.ru
- 133.www.wikipedia.ru
- 134.www.arxiv.uz

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	9
1.1. Масличные семена, особенности химического состава и показателей качества	9
1.2. Технологические способы переработки масличного сырья.....	21
1.3. Способы предварительной очистки и рафинации масел от примесей и сопутствующих веществ.....	26
1.3.1. Анализ и оценка технологий частичной рафинации масла на стадии маслодобыwania	35
1.4. Использование инфракрасных и электрофизических методов в технологии масложирового производства.....	43
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	44
Глава 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЯ, ТЕХНИКА ЭКСПЕРИМЕНТА, МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	44
2.1. Характеристика хлопковых семян и продуктов их переработки	44
2.2. Техника эксперимента, лабораторные и заводские установки для частичной и окончательной рафинации масла.....	47
2.3. Электромагнитная техника и ее использование.....	54
2.3.1. Общая характеристика электромагнитного поля и единица измерения напряженности	55
2.3.2. Характеристика щелочных растворов и их электрофизические свойства.....	61
2.3.3. Особенности реакционной способности натриевых щелочей в реакциях нейтрализации жирных кислот	60
2.4. Методы исследования сырья и продуктов частичной и окончательной рафинации масла	65

2.4.1. Анализ сырья	66
2.4.2. Анализ качества черного масла	66
2.4.3. Анализ качества жмыхов и шротов	69
2.4.4. Анализ качества рафинированного масла	71
2.4.5. Анализ соапстоков, полученных при рафинации масел	71
2.5. Спектральные исследования оценки химических соединений	72
2.5.1. Ультрафиолетовые спектры	72
2.5.2. Инфракрасные спектры	73
2.5.3. Рентгеноструктурный анализ	74
2.5.4. Методика изучения и установления образования солей госсипола в технологических процессах обработки	81

Глава 3. ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ

ЧАСТИЧНОЙ РАФИНАЦИИ МАСЛА В СЫРЬЕ

АКТИВИРОВАННЫМИ В ЭМП РАСТВОРАМИ 83

3.1. Установление основных химических превращений	84
3.2. Изучение основных химических и качественных изменений при частичной рафинации масла в мятке активированными в ЭМП растворами.	85
3.3. Исследование структуры солей госсипола в процессе частичной рафинации масла в сырье активированным в ЭМП растворами	100
3.4. Изменение показателей жмыхов в процессе частичной рафинации масла в сырье	104
3.5. Характеристика жмыхов	105
3.6. Экстрагируемость жмыхов, полученных частичной рафинацией масла в сырье	108
3.7. Влияние рекомендуемой технологии на белковую часть шротов и жмыхов	110

3.8. Установление оптимальных технологических режимов частичной рафинации масла в сырье в процессе жарения и прессования	116
3.9. Опытно-производственные испытания технологии частичной рафинации масла в сырье активированными растворами	120
Глава 4. ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОКОНЧАТЕЛЬНОЙ РАФИНАЦИИ ЧАСТИЧНО РАФИНИРОВАННЫХ В СЫРЬЕ ХЛОПКОВЫХ МАСЕЛ.....	126
4.1. Параметры и режимы технологии окончательной рафинации частично нейтрализованных в сырье масел	126
4.2. Эффективность и практическая реализация результатов.....	135
ОБЩИЕ ЗАКЛЮЧЕНИЯ.....	136
ВЫВОДЫ.....	137
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	139

FOR AUTHOR USE ONLY

**More
Books!**



yes
I want morebooks!

Buy your books fast and straightforward online - at one of world's fastest growing online book stores! Environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at
www.morebooks.shop

Покупайте Ваши книги быстро и без посредников он-лайн – в одном из самых быстрорастущих книжных он-лайн магазинов! окружающей среде благодаря технологии Печати-на-Заказ.

Покупайте Ваши книги на
www.morebooks.shop

KS OmniScriptum Publishing
Brivibas gatve 197
LV-1039 Riga, Latvia
Telefax: +371 686 204 55

info@omniscryptum.com
www.omniscryptum.com

OMNIScriptum



FOR AUTHOR USE ONLY