



Суннатулло Исматов

ТЕХНОЛОГИЯ РАФИНАЦИИ ХЛОПКОВОГО МАСЛА

С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТВОРОВ
АЛЮМИНАТА НАТРИЯ
Монография

 **LAP LAMBERT**
Academic Publishing

Суннатулло Исматов

ТЕХНОЛОГИЯ РАФИНАЦИИ ХЛОПКОВОГО МАСЛА

С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТВОРОВ
АЛЮМИНАТА НАТРИЯ Монография

LAP LAMBERT Academic Publishing RU

FOR AUTHOR USE ONLY

LAP LAMBERT
ACADEMIC PUBLISHING

Суннатулло Исматов

ТЕХНОЛОГИЯ РАФИНАЦИИ ХЛОПКОВОГО МАСЛА

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
International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group
17 Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauritius
Printed at: see last page
ISBN: 978-620-3-41045-7

Copyright © Суннатулло Исматов
Copyright © 2021 International Book Market Service Ltd., member of
OmniScriptum Publishing Group

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
БУХАРСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

Суннатулло Исматов

**ТЕХНОЛОГИЯ РАФИНАЦИИ ХЛОПКОВОГО
МАСЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТВОРОВ
АЛЮМИНАТА НАТРИЯ**

2021

1

Исмагов С.Ш

Технологии рафинации хлопкового масла с использованием растворов алюмината натрия

Монография посвящена рассмотрению научно-технологических аспектов рафинации хлопкового масла с растворами алюмината и гидроксида натрия, обработанных воздействием электромагнитного поля. В книге изучена физико-химическая характеристика сырого форпрессового и экстракционного хлопкового масла, как объектов для щелочной рафинации сырья. Изучена технология предварительной частичной нейтрализации свободных жирных кислот сырого хлопкового масла щелочным раствором алюмината натрия с различной концентрацией и избытком. Определены оптимальные количества концентрации и избытка раствора алюмината натрия, обеспечивающие максимальное извлечение содержания сопутствующих маслу веществ на стадии предварительной щелочной нейтрализации. Исследована технология окончательной рафинации частично нейтрализованного хлопкового масла щелочным раствором гидроксида натрия, установлены оптимальные его концентрации и избыток, обеспечивающие повышение качества и пищевой ценности рафинированного масла.

Монография рекомендуется для научных работников, специалистов химической и масложировой отраслей производства, инженерно-проектировщиков, преподавателей, докторантов и магистрантов высших учебных заведений.

ВВЕДЕНИЕ

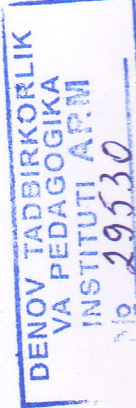
Рафинация сырого хлопкового масла – это сложный, многостадийный процесс на основе физических, физико-химических и химических методов обработки масел и жиров с целью повышения их качества, пищевой и биологической ценности, а также улучшения их технологических свойств.

Высокое качество рафинированного хлопкового масла характеризуется вкусом, запахом, цветом, прозрачностью, йодным, кислотным и перекисным числами, количеством фосфоросодержащих и неомыляемых веществ и влаги.

В настоящее время рафинация сырого хлопкового масла на жироперерабатывающих предприятиях осуществляется с использованием щелочных растворов гидроксида натрия. Используемая в промышленной практике технология рафинации связана с большим расходом щелочного раствора, низким выходом конечной продукции, потерями и значительными расходами тепловых и энергетических затрат.

В Узбекистане принимаются комплексные меры по развитию масложировой отрасли, увеличению объемов производства и расширению ассортимента готовой продукции для наиболее полноценного обеспечения потребностей населения.

Дефицит каустической соды на жироперерабатывающих предприятиях Республики диктует работникам науки и промышленности необходимость поиска новых, нетрадиционных щелочных агентов, неуступающих по технологическим и другим свойствам гидроксиду натрия. Особый интерес представляют рациональное и эффективное использование отходов химической и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности. Немаловажное значение



в этом направлении имеют щелочные растворы алюмината натрия, получаемые при активации и регенерации катализаторов.

В монографии приведены результаты интенсификация и технологии рафинации сырого хлопкового масла путем последовательной обработки его растворами сначала алюмината натрия, затем гидроксида натрия с применением электромагнитной обработки с целью повышения качества и пищевой ценности рафинированного масла.

Экспериментально установлено повышение интенсивности рафинации и высокая степень осветления хлопкового масла при использовании активированного в электромагнитном поле растворов алюмината (первая стадия) и гидроксида (вторая стадия) натрия.

Интенсивное осветление рафинируемого масла происходит за счет адсорбции красящих веществ на окиси алюминия, который образуется из алюмината натрия в ходе протекания технологического процесса.

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ РАФИНАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Рафинация растительных масел и жиров является одним из важнейших технологических процессов жиропереработки. Технология рафинации, а именно, щелочная нейтрализация сырого хлопкового масла состоит из комплекса сложных физических, химических и физико-химических процессов, от которых главным образом зависят физико-химические характеристики и качественные показатели рафинированного масла. Технологические режимы, выход и качественные показатели рафинированного хлопкового масла обусловлены также природой и способом производства сырого масла, составом и количественным содержанием в нем посторонних примесей, а также сопутствующих веществ [7, 8, 42].

Вопросу разработки и исследования технологии рафинации масел и жиров, а также изучения научно-теоретических основ этого процесса, как в отечественной, так и зарубежной литературе и патентной информации посвящено достаточно много работ [1-8, 42, 43, 49, 50, 59, 62, 66, 91, 110, 113 и др.]. Учитывая это, в обзоре литературы настоящей монографии проанализированы вопросы, которые непосредственно примыкают к теме работы.

1.1. Характеристика состава и свойств, сопутствующих сырому хлопковому маслу веществ

Хлопковое масло является одним из основных видов растительных масел, вырабатываемых в Центрально Азиатском регионе, а также в других государствах. Объем производства хлопкового масла в СНГ занимает второе

место после подсолнечного. [1]. На масложировых предприятиях Узбекистана, в основном, вырабатывают хлопковое масло, годовой объем которого составляет ежегодно свыше 200 тыс. тонн [1, 95].

Технология рафинации и стельень очистки сырого хлопкового масла зависят от состава, содержания и свойств сопутствующих ему веществ [42, 49, 57, 59]. В состав сырого хлопкового масла в качестве основных сопутствующих веществ входят, фосфолипиды, красящие вещества, госсипол и его производные, витамины и другие соединения органической природы. [10, 151].

К примесям, сопутствующим хлопковому маслу, относят органические и неорганические вещества, отличающиеся от него по составом и физическим свойствам.

Примеси можно было бы классифицировать так:

- фосфолипиды** – вещества липоидного характера, содержащие фосфор;
- белки и другие вещества**, содержащие азот;
- стерины** – неомыляемые вещества липоидного характера;
- воски** – сложные эфиры образованные жирными кислотами и высокомолекулярными жирными спиртами и спиртами ароматического ряда;
- углеводы** – моно-, ди-, трисахариды, пектины, водорастворимые полисахариды;
- гликозиды** – сложные соединения моносахаридов с другими органическими соединениями;
- водорастворимые органические кислоты** – лимонная, винная, янтарная, яблочная, уксусная, хлорогеновая, щавелевая и другие;
- дубильные вещества** – хлорогеновая кислота;
- красящие вещества** – каротин и каротиноиды, хлорофилл, госсипол и его производные, флавоноиды, фитомизелановые пигменты и др.;
- ферменты и витамины** – токоферол, витамины F и K;

фосфоросодержащие вещества нелипоидного характера, минеральные фосфаты, фитин.

В зависимости от сорта хлопчатника, климатических и почвенных условий зоны произрастания, от характера агромероприятий, от количества используемых химикатов, жирно-кислотный состав и физико-химические характеристики хлопкового масла несколько колеблются. В частности, содержание линолевой кислоты изменяется от 40 до 50 %, олеиновой от 15 до 25 %, пальмитиновой от 16 до 24 %, а стариновой от 0,5 до 4% [3, 10, 11].

В состав хлопкового масла входят, кроме глицеридов, перечисленные выше сопутствующие вещества, в количествах, фосфолипиды до 2 %, стерины до 0,3%, токоферолы до 0,14% и углеводы до 0,25 % [13-16]. В состав хлопкового масла входит еще сложный комплекс пигментов, не присущих другим растительным маслам, т.е. госсипол и родственные ему красящие вещества, отличающие хлопковое масло от всех других растительных масел [15]. Наличие госсипола, склонного под влиянием влаготепловой обработки переходить в измененную форму, а также связываться с протеинами и фосфолипидами, образуя госсипротеины и госсифосфатиды, обуславливает темную окраску сырого хлопкового масла [16, 100].

Учитывая эти особенности госсипола и его производных, охарактеризуем состав и свойства их в качестве основных компонентов, влияющих на технологию щелочной нейтрализации сырого хлопкового масла.

Госсипол – специфический желтый пигмент хлопчатника. Содержание госсипола в ядре хлопковых семян колеблется от 0,15 до 2,86 % к массе сухого и обезжиренного ядра [14, 15], но имеются некоторые виды хлопчатника со значительно меньшим или большим содержанием госсипола.

Кроме семян госсипол содержится еще в коре корней хлопчатника в количестве от 0,56 до 3,0 % [14].

Госсипол в ядре хлопковых семян локализован в особых железках, окраска которых меняется от желтого до оранжевого и вишнево-красного цвета. Стенки железок по данным В.П.Ржехина [13, 15, 16, 118], обладают весьма высокой прочностью. При измельчении сухого ядра (влажность 5-6%) на вальцовых станках они разрушаются лишь частично. Стенки железок госсипола устойчивы к действию многих органических растворителей. Однако низкомолекулярные спирты, водный ацетон и вода вызывают быстрое разрушение стенок госсиполовых железок.

Чистый госсипол представляет собой кристаллическое вещество лимонно-желтого цвета с температурой плавления 184°C [15].

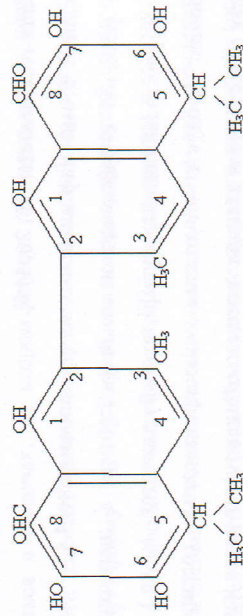
При нагревании масляных растворов госсипола он переходит в темноокрашенные формы, чем обуславливается темная окраска сырого хлопкового масла [19].

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 [34]. А.Л.Маркман и С.Н.Вилькова [17] приписывают кислотные свойства гидроксилам, находящимся в периположении по отношению к карбонилам.

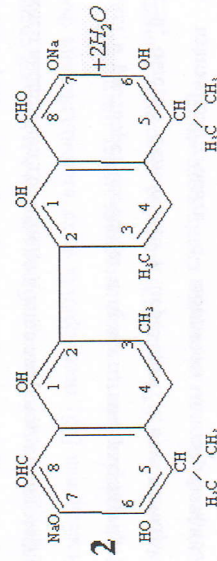
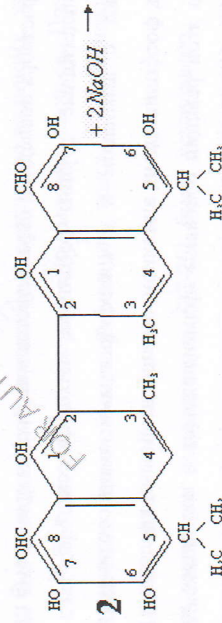
В настоящее время принята структурная формула госсипола, предложенная А.Адамсом [59] тремя таутомерными модификациями.

Таутомерные формы госсипола под действием технологических факторов переходит из одной в другую.

Структурные формулы госсипола были установлены на основании исследований цветных реакций госсипола и его солей, аминпроизводных госсипола, ангидрогоссипола и его производных, сложных и простых эфиров и продуктов их окисления и т.д. [18, 20, 21, 22].



Госсипол дает следующие цветные реакции: с концентрированной серной кислотой - алая окраска; с водными растворами хлорного железа - оливо-зеленая; с уксуснокислым никелем - фиолетовая; с хлорным оловом - пурпурно-красная; с хлористой сурьмой - красная. По этим реакциям можно судить, о наличии его в исследуемом объекте [23-25].



Все шесть 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 со щелочами, причем образует нерастворимые в маслах и мисцеллах соли-госсиполаты [17, 26, 114].

Водородные атомы нафталиновых ядер, занимающие 4,4' - положения, вступают в реакцию с диазосоединениями (например, с диазотированным анилином, пара-нитроанилином, сульфаниловой кислотой и др.), образуя соответствующие продукты сочетания - азопроизводные госсипола [18]. Предложенная качественная реакция выгодно отличается от ранее известных в том отношении, что позволяет обнаруживать присутствие госсипола в исследуемых объектах, так как предложенные, ранее реакции позволяют открывать только нативный госсипол. Реакция отличается высокой чувствительностью при содержании 1 мг госсипола в 200 л раствора и прибавлении трех капель паранитрофенилдиазоний хлорида к нескольким каплям раствора последней окрашивается в явственно оранжевый цвет.

Альдегидные группы госсипола, находящиеся в 8,8' - положении, реагируют с аммиаком и с многообразными аминосоединениями, как то белками, фосфолипидами, анилином, аминокислотами и т.д.

На этой реакции основаны применяющиеся в настоящее время методы количественного определения госсипола в семенах, в масле, жмыхах, протах и других объектах [26, 31, 32]. Кроме того, эта реакция используется для промышленного выделения госсипола в виде антрапилата из масла и мисцеллы [45-47].

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.

В.П.Ржехин [13] экспериментально доказал легкую окисляемость, кристаллического госсипола при нагревании в сухом состоянии на воздухе и в его масляных растворах. В первом случае длительный нагрев, хотя и ведет к изменению окраски госсипола, однако он не теряет при этом способности растворяться в щелочах; во втором случае он переходит в нерастворимую форму, что означает исчезновение кислотных свойств: госсипол переходит в измененную форму [14, 15]. Разработав полярографический метод определения госсипола в щелочных вытяжках, А.Л.Маркман пришел к выводу [21], о том, что на изменение госсипола оказывают влияние как температура, так и продолжительность нагрева. Чем выше температура нагревания госсипола, чем больше контактирование госсипола с кислородом, тем глубже и быстрее происходит его изменение. Такое изменение госсипола имеет место 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 затрачивать большие количества щелочи, так как претерпевший изменение госсипол, по-видимому, выводится только за счет сорбции его на поверхности мыльных хлопьев. Применение больших количеств щелочей при рафинации ведет к снижению выхода рафинированного масла.

В.П.Ржехиным с сотрудниками [22-25] было установлено, что при нагревании растворов фосфолипидов и госсипола образуется интенсивно окрашенные смолообразные вещества, обладающие свойствами, отличными от госсипола и фосфолипидов. То же наблюдалось и в масляной среде.

Т.К.Семендяева [25] подтвердила факт взаимодействия фосфолипидов с госсиполом при нагревании их в концентрированных мисцеллах.

А.Л.Маркман и А.У.Умаров [32] впервые выделили хромаатографическим методом госсифосфолипиды из сырого хлопкового масла.

Фосфолипиды. Среди веществ, сопутствующих жирам, немаловажное место занимают фосфолипиды. Они представляют собой глицериды жирных кислот и фосфорной кислоты, этерифицированной органическим азотистым основанием [147].

Исследованиями показано, что в масличных семенах фосфолипиды находятся, главным образом, в гелевой фазе и в меньшем количестве – в масляной фазе [10, 11]. Содержание фосфолипидов в маслах колеблется: для подсолнечника 0,20 ... 1,40 %, хлопчатника 1,12 ... 2,55 % и арахиса 0,2 ... 0,28 % от массы масла [91].

Как видно из приведенных данных, содержание фосфолипидов в растительных маслах колеблется в широких пределах и зависит от способа их переработки. Так, например, хлопковое масло, полученное форпрессованием, содержит 1,5-1,8 % фосфолипидов, а экстракционное – 1,7 – 2,2 % [7, 9, 28].

По содержанию фосфолипидов хлопковое масло занимает второе место после наиболее богатого ими соевого масла.

Фосфолипиды хорошо растворимы в большинстве органических растворителях, в частности диэтиловом эфире, бензоле, хлороформе и др., ограниченно растворимы в спирте и плохо – в ацетоне и метилацетате [28]. Нерастворимость или ограниченная растворимость фосфолипидов в ацетоне используется для очистки сырых фосфолипидов и в практике аналитической работы.

Фосфолипиды в воде не растворяются, а набухают, вследствие чего снижается их растворимость в масле. На этом свойстве основано выделение фосфолипидов из растительного масла путем гидратации. [27].

А.М.Голдовский с сотрудниками [2] исследовал поведение нежировых веществ при гидратации сырых хлопковых масел. Авторы установили, что при гидратации сырого хлопкового масла происходит снижение кислотности и

цветности масла почти вдвое; снижается также содержание госсипола и улучшается рафинируемость масла.

Другие авторы [44] позже объяснили, что снижение кислотности масла при гидратации происходит не за счет адсорбции свободных жирных кислот на поверхности соапстока [30], а в результате взаимодействия фосфолипидов щелочью, так же как и свободные жирные кислоты.

Ввиду того, что в фосфолипидах имеются свободные функциональные группы они могут взаимодействовать с другими веществами в ходе процесса маслодобывания. Выше было отмечено, что фосфолипиды взаимодействуют с госсиполом с образованием темноокрашенных госсифосфатидов [45-47]

В.П. Ржехин и И.С. Преображенская [22] изучили реакцию взаимодействия фосфолипидов с сахарами в присутствии воды в масляной среде в атмосфере воздуха и углекислоты. Образующиеся при этом темноокрашенные продукты они назвали меланофосфатидами.

Красящие вещества – Цветность хлопкового масла колеблется в широких пределах – от светлого, золотисто-желтого и коричнево-красного до бурого.

Та или иная окраска растительного масла объясняется присутствием в нем красящих веществ, содержащихся в клетках животного и растительного происхождения.

К веществам, окрашивающим масла относятся хлорофиллы, каротиноиды, хромогены, а также группа пигментов – флавоновые, антоциановые, фитомизаноловые [12, 28].

Красящие вещества масел можно разделить на следующие группы: 1) вещества, переходящие из семян в масло при его добытии; 2) продукты химического превращения красящих веществ в процессе маслодобывания.

Одним из факторов, способствующих энергичному переходу красящих веществ в масло, является температура при жиродобывании; чем выше температура и длительность теплового воздействия, тем интенсивнее переход в

При окислении каротиноидов образуется необратимые окси- и оксопроизводные, а при более глубоком окислении получается соединение с меньшей величиной молекулы и простые вещества.

Устойчивость каротина в различных маслах неодинакова и зависит от наличия в них стабилизаторов либо ненасыщенных глицеридов, способствующих переводу их в перекиси.

Каротин и каротиноиды содержатся почти во всех растительных маслах. Особенно велико содержание их в пальмовом, соевом, сурепном, горчичном, хлопковом, и подсолнечном маслах [10].

Как уже отмечалось, окраска масла зависит от всего комплекса красящих веществ, их сочетания и количественного соотношения в семенах, а также от условий произрастания и зрелости семян и от условий перехода этих веществ в масло в процессе маслодобывания.

Вследствие более энергичного растворения пигментов в мисцелле экстракционные масла окрашены интенсивней, нежели прессовые.

Каротиноиды. Каротиноиды являются основными красящими веществами в маслах почти всех культур и часто определяют их цвет.

По данным [9, 10] содержание каротиноидов в сырых хлопковых экстракционных маслах колеблется в пределах от 0,279 до 0,456 мг на 100 г масла, а в сырых прессовых – от 0,225 до 0,301 мг. При рафинации происходит некоторое снижение содержания каротиноидов в масле: так, например, если до рафинации в масле содержалось 0,301 мг % каротиноидов, то после рафинации было найдено 0,261 мг %.

Стерины. Основной составной частью неомыляемых веществ масла являются стерины. Стерины в свободном виде и в форме жирнокислотных эфиров очень широко распространены в клетках животных и растительных тканей [10, 28, 151].

масло красящих веществ [6, 33, 48]. При холодном прессовании получается светлое масло. Наиболее существенно влияют на цветность масел пигменты протоплазмы, локализованные в пластидах, - хлорофилл и каротиноиды.

Каротин – кристаллическое вещество темно-медно-красного цвета. Он встречается в трех изомерных формах. Изомеры каротина обладают различной окраской. Так кристаллы β-каротина – оранжево-красные с ярким блеском, α-каротина – фиолетового с металлическим блеском, и наконец, γ-каротина – темно-красного цвета [10].

Чистый каротин не имеет запаха. Практически он нерастворим в воде, но растворяется в жирах и многих органических растворителях: бензине, петролейном и диэтиловом эфирах и других жирорастворителях.

Концентрированные растворы каротина в большинстве органических растворителей имеют оранжево-красную окраску. Интенсивность окрашивания связана с наличием в молекуле каротина полиметилового хромофора с 11 сопряженными двойными связями.

Каротин также адсорбируется различными естественными и активированными глинами (Фуллерова земля, зикеевские трепелы, бентонитовые глины), а также бисульфитом, хлористом цинком, древесным активированным углем. Бисульфит и фуллерова земля разрушают каротин, а активные угли весьма прочно удерживают его [28, 151].

Каротин малоустойчив, в особенности в кислой среде. Это главнейший, но не единственный представитель группы природных желто-красно-оранжевых пигментов растений, объединенных под общим названием каротиноидов.

Окисление каротина уже на воздухе и расщепление под действием различных окислительных агентов сопровождается появлением запаха фиалок, свойственного героновой кислоте.

ненасыщенные углеводороды с разветвленной цепью углеродных атомов [28, 151]. В сыром хлопковом масле среднее содержание углеводородов составляет 0,008 %.

Углеводы – моно-, ди- и трисахариды, декстрины, а также растворимые и нерастворимые в воде пектиновые вещества встречаются в различных количествах в масличных семенах. В процессе производства (маслодобывания, экстракции) они «вымываются» и в виде комплексных соединений с фосфолипидами и белками переходят в коллоидный раствор масла [10].

Углеводы обладают гидрофильными свойствами. Несмотря на важное значение углеводов в биосинтезе растений и значительное содержание их в семенах масличных растений, в масло они переходят в незначительных количествах.

Среди веществ углеводной группы особое место занимают **гликозиды**, имеющие важное физиологическое значение. Эти эфироподобные соединения сахаров с другими веществами, например спиртами, фенолами, альдегидами, кислотами, называются аглюконами [151].

Большинство гликозидов бесцветны, некоторые важнейшие красители растительного происхождения – антоцианы и флавоногликозиды – принадлежат к группе гликозидов.

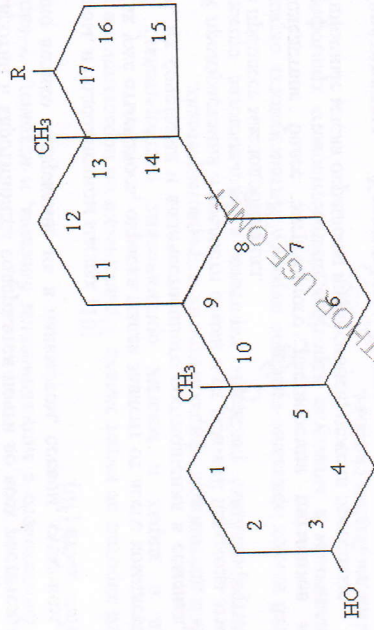
Большая часть гликозидов растворима в воде, особенно при нагревании, лучше растворимы они в спирте и мало растворимы в других обычных растворителях.

Гликозиды, как правило, обладают горьким вкусом и специфическим запахом. После их гидролиза гликозидов при непродолжительном кипячении водного раствора с разбавленной серной кислотой появляются свободный сахар и аглюкон.

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

При извлечении масла стерины переходят в него. Исследованиями приведенными в работе [37, 41] установлено, что при экстракции происходит более интенсивный переход стеринов в масляную фазу, чем при прессовании.

Общая формула стерина такова [10]



Отдельные стерины отличаются боковой цепью. Стеринам растительных масел присвоено общее название фитостеринов. Представителями их являются эргостерин, стигмастерин и α -, β -, γ -ситостерины.

α - ситостерин является важнейшим стеринном хлопкового масла и представляет собой, как и все стерины, одноосновной спирт.

Содержание α - ситостерина в сыром хлопковом масле доходит до 1,6 % [67-70].

При щелочной рафинации хлопкового масла часть стеринов увлекается соапстоком, так что в рафинированном масле их остается только 0,11 %.

Углеводороды - в неомыляемой части большинства жиров и масел наряду со стеринами содержится значительное количество углеводородов, участвующих в образовании вкуса и запаха. Имеются насыщенные и



Процентное содержание токоферолов в хлопковых маслах выглядит следующим образом [68].

Таблица 1.

Содержание токоферолов в хлопковом масле, мг на 100г.

Масло	α -токоферолы	γ -токоферолы	Δ -токоферолы	Общее количество
Хлопковое рафинированное	0,06	0,024-0,027	-	0,087-0,095

Таким образом, завершая часть аналитического обзора, посвященную сопутствующим веществам сырого хлопкового масла, можно сделать следующие выводы:

- сопутствующие вещества и их количественное содержание влияют на качественные, физико-химические характеристики масла, а также на его пищевую ценность;
- сопутствующие вещества входят в различные химические реакции, образуя осадки, и которые переходят в жировые отходы.

1.2. Способы очистки сырых хлопковых масел от сопутствующих веществ

Для установления правильного технологического режима большое значение имеет классификация процессов рафинации масел. В литературе методы рафинации обычно классифицируют по видам реакций или процессов [43, 74, 91].

Одни исследователи [74, 116, 117] делят методы рафинации жиров на две группы: физические и химические. При этом к физическим методам относят: отстаивание, центрифугирование, и фильтрование, а иногда и адсорбцию, а к

К гликозидам в химическом смысле близко стоят нуклеиновые кислоты – соединения, построенные из моносахаридов, фосфорной кислоты и производных пурина и пиримидина

Витамины представляют собой органические соединения и по растворимости могут быть разделены на две группы: растворимые в жирах и в воде. Здесь приводятся данные только о жирорастворимых витаминах.

Витамины группы E – токоферолы- представляют собой смесь высокомолекулярных циклических стеренов. Выделено 4 вида токоферолов, получивших названия α -, β -, γ - и δ -токоферолов [10, 28, 151].



Наиболее физиологически активен α -токоферол.

Токоферолы весьма устойчивы к действию тепла и сохраняют активность при жарении. Не разрушаются они и при гидрогенизации.

α - и особенно γ -токоферолы являются антиоксидантами; в их присутствии повышается устойчивость витамина A¹.

Содержание токоферолов в растительных маслах различно. Наиболее богаты токоферолом хлопковое и соевое масла [10].

Токоферол получают методом молекулярной дистилляции. При рафинации масел значительное его количество переходит в гидратационный отстой и soapсток [27, 29].

зависимости от качества масла, определяемого качеством семян и режимом маслодобывания. Показано также, что хранение хлопкового масла приводит к снижению гидратируемости фосфолипидов.

Снижение гидрофильных свойств фосфолипидов происходит при хранении их масляных растворов в присутствии нативного госсипола. Связывание госсипола с фосфолипидами с образованием негидратируемых госсифосфолипидов идет даже при температуре 15-20 °С. Потеря гидратируемости в этом случае зависит от срока хранения, температуры и количественного соотношения между нативным госсиполом и фосфолипидами. При гидратации хранившегося масла, содержащего в начале срока хранения нативный госсипол и фосфолипиды в соотношении, при котором фосфолипиды полностью связываются с госсиполом, не происходит выделения гидратационного осадка.

При внедрении методов извлечения госсипола из масла до его рафинации (например, антрапиловой кислотой) основное значение гидратации сводится к процессу извлечения фосфолипидов, имеющих самостоятельную ценность [46, 47, 53]. При этом создается возможность получения светлоокрашенных фосфолипидных концентратов, которые с успехом можно использовать как добавку к кормовым шротам.

На модельных образцах была исследована [54] способность гидратационного осадка извлекать из масла различные формы госсипола. Было показано, что на гидратационном осадке хлопкового масла адсорбируются госсифосфолипиды – осветление хлопкового масла при гидратации происходит за счет выведения гидратируемых фосфолипидов и адсорбции гидратационным осадком нативного и некоторого количества измененного госсипола. Целостность гидратированного хлопкового масла определяется, главным образом,

химическим – сернокислотную обработку, применение окислительных и восстановительных реактивов, нейтрализацию растворами едких щелочей и углекислой содой, применение адсорбентов и дезодорацию.

Другие авторы [43], придерживаясь такой же классификации, включают в физико-химические методы адсорбционную отбелку жиров и гидратацию.

Встречаются и другие классификационные методы [151]

В настоящее время для рафинации сырого хлопкового масла, полученного методами форпрессования и экстракции, используют все три метода [42, 51, 91]:

Реальные образцы хлопкового масла, наряду с фосфолипидами, содержат определенное количество госсипола, поэтому о гидратации хлопкового масла без предварительного выведения из него госсипола не может быть речи. Первоначальные работы [27, 29, 40, 44] по гидратации хлопкового масла, полученного прессованием, касались только изучения поведения госсипола.

При исследовании шнекпрессовых и экстракционных масел установлено, что в одних случаях гидратация снижала кислотное число и цвет масла, улучшила эффект последующей нейтрализации; в других – гидратация не оказывала влияния на эффект последующей обработки масла раствором щелочи [27].

Эти результаты послужили основанием для дальнейшего всестороннего исследования проблемы. В работе [45, 52] исследовались особенности взаимодействия госсипола с фосфолипидами в условиях, близких к реальным. Установлено, что при гидратации форпрессовых и экстракционных хлопковых масел не происходит полного выведения фосфолипидов, даже из свежедобывтых масел. Это указывает на наличие в хлопковых маслах некоторого количества негидратируемых фосфолипидов. Для реальных образцов хлопковых масел найдено, что степень выведения фосфолипидов колеблется от 50 до 90 %, в

продуктами изменения госсипола и его взаимодействия с фосфолипидами [53, 58].

В связи с развитием работ [45, 47] по выведению госсипола из хлопкового масла при помощи антрапиловой кислоты было изучено поведение фосфолипидов при гидратации реальных форпрессовых и экстракционных масел, обезгоссиполированных при помощи антрапиловой кислоты. Для форпрессовых масел наблюдалось резкое снижение фосфосодержащих веществ, несколько меньше – для экстракционного. При гидратации обезгоссиполированных форпрессовых масел из первосортных семян в них остается меньшее количество фосфосодержащих веществ, чем в случае экстракционных или форпрессовых масел из низкосортных семян.

Гидратационные осадки, полученные из масла до и после его обработки антрапиловой кислотой, значительно различаются между собой по цвету, в частности, цвет фосфолипидных растворов без обработки масел антрапиловой кислотой составляет 60-62 на красных единицы в слое 13,5 см [46, 101].

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

Щелочная 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 маслосдобывания, от интенсивности и условий теплового воздействия, госсипол будет переходить в масло в различных количествах и в различном состоянии, а

именно: в виде неизмененного госсипола, частично потерявшей исходные свойства и, в виде значительно измененной модификации. Этим, в основном, и объясняются различия в рафинируемости хлопковых масел, полученных по различным схемам маслосдобывания [57, 58].

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 маслосдобывания и от сорта исходных семян. Особенно сильно снижается рафинируемость масла при увеличении количества нестандартных семян в перерабатываемом сырье.

Большое число экспериментальных работ [50-58, 115], выполненных еще при периодическом методе рафинации хлопкового масла, позволили четко установить значение технологических параметров нейтрализации хлопкового масла, что оказалось справедливым и при применении и для новых непрерывных схем рафинации данного масла.

К числу первых из этих параметров следует отнести температуру масла, поступающего 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 [51].

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 нейтрализация масла без предварительного охлаждения сниженно выход до его 78-79% [65, 70].

Из этого следует, что к определению избытка щелочи нужно подходить осторожно, так как переход за оптимальное ее 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 со щелочью. Недостаточное осветление масла при его нейтрализации объясняется наличием в нем тех производных госсипола, которые даже при энергичном воздействии 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 со свободным госсиполом с последующей адсорбцией красящих веществ на поверхности образующегося соапстока. Можно приписывать некоторое разрушающее воздействие концентрированных растворов щелочи на производные госсипола, а также некоторое каталитическое воздействие, приводящее к уплотнению сложных молекул до смолобразного состояния, при котором эти продукты выделяются из масла. Последнее предположение находит свое подтверждение при нейтрализации некоторых образцов шнепрессового масла, при которой получается «резнообразный» 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 маслодобыывания) оказалось необходимым устанавливать параметры щелочного режима опытным путем для каждого вида и сорта масла.

Для установления роли концентрации щелочного раствора при нейтрализации хлопкового масла в проведенных опытах обработке подвергались различные образцы и партии масла, использовались растворы щелочи концентрацией от 80 до 500 г/л. Избыток щелочи изменялся от 30 до 300 %. Полученные результаты [29] свидетельствуют о том, что требуемый эффект рафинации достигается при применении определенного избытка щелочи, и позволяют 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 мг КОН/г. При этом не достигается нужное осветление. Более высокий избыток щелочи оказывается необходимым для воздействия на красящие вещества. «Дефицит» щелочи дает худшие результаты и по цветности и по выходу рафинированного масла.

Оптимальное количество щелочи создает благоприятные условия для формирования соапстока и меньше омыления нейтрального жира. Снижение выхода рафинированного масла при избытке щелочи 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, наблюдается определенная последовательность в протекании отдельных реакций, имеющих место в процессе щелочной обработки хлопкового масла:

- Нейтрализация свободных жирных кислот;
- Выведение красящих веществ;
- Омыление нейтрального жира.

Важным средством, обеспечивающим оптимальное ведение процесса, является систематическое выполнение пробных рафинаций хлопкового масла. При помощи пробной рафинации легко и быстро устанавливается необходимая концентрация раствора щелочи и оптимальный ее избыток. Для маслособывающих 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 хранении [41, 42, 123, 125]. 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 маслособывающих и жироперерабатывающих заводах, где масло подвергается рафинации, не сразу после его получения. Режим рафинации, установленный для свежесобраных масел, дающий хороший эффект, не дает обычно положительного результата в отношении цветности масел, хранившихся в течение определенного времени. Этот вывод подтвержден производственными опытами [58].

При разработке непрерывного метода нейтрализации хлопкового масла учитывались: специфическое поведение госсипола и его производных, а также технологические параметры, которые были разработаны при совершенствовании технологического режима периодической рафинации хлопкового масла. В первую очередь, обязательным осталось охлаждение нейтразуемого масла до 20-22 °С. Концентрация раствора щелочи и ее

количество и требования которые предъявляются к рафинированному продукту [29].

Для непрерывного метода нейтрализации необходимо обеспечить быстрое и равномерное распределение водного раствора щелочи в масляной среде и интенсивное перемешивание масла в растворе щелочи.

Взаимодействие жирных кислот со 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 с раствором щелочи, были испытаны эмульгаторы, обеспечивающие получение очень тонких и стойких водно-жировых эмульсий [56, 57]. 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, метод – эмульсионным.

В ряде работ [56-58] было изучено влияние технологических условий на эффективность щелочной обработки различных видов хлопкового масла по эмульсионному методу. Результаты этих работ в течение многих лет 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 технологические режимы рафинации. В результате внедрения эмульсионного метода достигнуто улучшение технико-экономических показателей рафинированного масла и его качества, а также повышение производительности оборудования. Различие в содержании и характере красящих и нежировых веществ в хлопковых маслах обусловлено как

наличием их в семенах, так и режимом маслособавания. Это 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 [56].

Рафинация хлопкового масла в мисцелле. Отечественная разработка технологии рафинации хлопковых мисцелл основывалась на установлении влияния щелочи на ход процесса, концентрации мисцеллы и содержания свободных жирных кислот [60-64, 66, 111, 112].

Было установлено, что для достижения необходимого осветления мисцеллы достаточно кратковременное, но интенсивное смешение мисцеллы с раствором щелочи; для эффективной коагуляции хлопьев мыла необходимо дополнительное (но менее интенсивное) перемешивание, что обеспечивает требуемое формирование хлопьев мыла и полную дальнейшую быстрого и четкого отделения soapstock от нейтрализованной мисцеллы.

Увеличение количества избыточной щелочи при нейтрализации, связанное с повышением содержания жирных кислот в мисцелле, приводит к лучшему осветлению мисцеллы, лучшей коагуляции и отделению хлопьев мыла, снижению количества нейтрального жира в soapstock и бензина. При повышении кислотного числа в одно и то же количество мисцеллы вводится большее количество избыточной щелочи.

Таким образом роль особого щелочного режима при рафинации хлопковых мисцелл аналогична той, какая имеет место для хлопковых масел. Рафинировать лучше мисцеллы 50%-ной концентрации, но количество необходимой щелочи, для создания оптимальной концентрации раствора,

следует определять в соответствии с качественными показателями исходной мисцеллы, ориентируясь в основном ее концентрацию и цвет.

Нейтрализация растворами кальцинированной соды. Нейтрализация свободных жирных кислот сырого масла кальцинированной содой протекает в две последовательные фазы [65]. При этом выделившийся в виде мелких пузырьков углекислый газ обладает определенной поверхностью, размер которой зависит от количества газа, дисперсности его пузырьков и их подъемной силы. Механизм нейтрализации масла кальцинированной содой в начальный период сходен с нейтрализацией раствором натриевой щелочи [8, 42, 43].

Положительной стороной нейтрализации кальцинированной содой является слабое омыление нейтрального жира. К недостаткам этого метода следует отнести: в результате образующегося углекислого газа ухудшается разделение образующегося soapstock, причем значительная часть его поднимается на поверхность масла, обогащаясь нейтральным жиром, что затрудняет съем soapstock с этой поверхности; необходимость длительного отстаивания; проведение многократных промывок водой нейтрализованного масла вследствие большого содержания в нем мыла; отсутствие или слабое выражение сорбционного эффекта; большой расход раствора соды.

В последние годы в отечественной практике щелочной рафинации сырого хлопкового масла разработаны новые и довольно перспективные способы, связанные с использованием карбамидных растворов [93, 96-99, 103, 106, 108] и совмещенные методы с использованием кальцинированной соды [109, 127-133, 167]. Результаты этих работ позволили повысить выход, улучшить качество рафинированного масла, а также обеспечить повышение кормовых достоинств шротов [152, 158-162].

расходом материально-технологических ресурсов. Наряду с этим масложирная отрасль республики испытывает дефицит гидроксида натрия из за его дороговизны. Учитывая это, в последние время предложены усовершенствованные технологические процессы щелочной нейтрализации сырого хлопкового масла с использованием новых видов щелоче-заменяющих химических реагентов. В этом направлении особое место принадлежит использованию щелочкарбамидных и других растворов. Однако технологические процессы очистки сырого хлопкового масла этими видами щелочных реагентов также не лишены отдельных недостатков.

Необходимо отметить, что химическая и нефтеперерабатывающая отрасли республики в технологических процессах используют различные щелочные растворы. При этом в качестве промышленных отходов и в сточных водах накапливаются щелочные соединения различных металлов. Особенно это заметно при активации стационарных катализаторов, используемых в технологических процессах нефтепереработки, крекинга и каталитической гидрогенизации масел и жиров. Щелочная активация сплавных стационарных алюминий содержащих катализаторов осуществляется с использованием растворов гидроксида натрия. В результате активации катализаторов образуются щелочные растворы алюминатов натрия, которые в последующем, являясь промышленными отходами, выбрасываются в сточные воды. Однако, щелочные растворы алюмината натрия обладают высокой нейтрализующей и адсорбционной способностью. Это особенно важно при нейтрализации свободных жирных кислот сырых хлопковых масел. Одновременно щелочные растворы алюмината натрия реагируют с сопутствующими хлопковому маслу веществами. Кроме того, алюминийевые соединения и алюмосиликаты обладают высокими адсорбционными свойствами, что важно при совмещении методов

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

Резюмируя эту часть аналитического обзора, можно констатировать:

- В отечественной и зарубежной практике по рафинации сырого хлопкового масла созданы высокоэффективные схемы его очистки, основанные на процессе щелочной нейтрализации, обеспечивающие повышение качества получаемой продукции;

- Несмотря на множество проведенных исследований, остаются еще актуальными вопросы повышения качества продукции за счет создания и внедрения высокоэффективных непрерывных технологических процессов с использованием современных методов и использование новых нетрадиционных видов щелочных растворов.

1.3. Перспективы развития рафинации хлопкового масла

Анализ и оценка данных литературной и патентной информации свидетельствует о том, что для очистки и рафинации сырого хлопкового масла используются методы физической, химической и физико-химической его обработки. Для щелочной нейтрализации сырого хлопкового масла в качестве щелочного агента главным образом используется растворы гидроксида натрия с различной концентрацией и избытком. Рафинация сырого форпрессового и экстракционного хлопкового масла протекает при высоких концентрациях и избытке щелочного раствора гидроксида натрия. Такая технология рафинации сопровождается низким выходом конечной продукции, а также значительным

нейтрализации и адсорбционной очистки сырья. Все это определяет перспективность и эффективную возможность использования щелочесодержащих промышленных отходов в частности, растворов алюмината натрия в масложировой отрасли республики, а именно в технологиях щелочной нейтрализации сырого хлопкового масла. Учитывая изложенное были установлены основные задачи выполнения исследований по тематике настоящей диссертационной работы которыми являются:

- изучение технологических процессов щелочной нейтрализации сырого хлопкового масла растворами алюмината натрия различной концентрации и избытка;
- определение возможности и эффективности использования щелочных растворов алюмината натрия в промышленной технологии рафинации хлопкового масла;
- разработка технологических режимов и условий повышения качества, а также пищевой ценности рафинированного хлопкового масла.

II. ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНОГО СЫРЬЯ И ЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРОВ

Для проведения экспериментальных исследований в качестве исходного сырья использованы образцы сырого хлопкового масла, полученные методами форпрессования и экстракции путем переработки семян хлопчатника разного качества. Для щелочной нейтрализации сырого хлопкового масла применены водные растворы алюминатов натрия и каустической соды различной концентрации. Щелочные растворы алюминатов натрия получены в ходе подготовки стационарных сплавных катализаторов в гидrogenизационном процессе [120, 146, 153-157]. Ускорение процессов щелочной нейтрализации осуществлялось путем использования активированных растворов щелочей в электромагнитном поле (ЭМП) различной напряженности [157, 170, 173].

2.1. Характеристика сырого хлопкового масла

В исследованиях по щелочной нейтрализации сырья растворами алюминатов и гидроксида натрия были использованы образцы хлопкового масла, полученные методами форпрессования и экстракции масляных семян хлопчатника разного качества.

Исходное сырье отличалось качественными показателями и физико-химическими характеристиками.

Форпрессовое масло

Сырое хлопковое масло, полученное методом форпрессования хлопковой мезги различных сортов хлопковых семян в производственных условиях АООТ «Бухоро ёр», оценивалось по кислотному числу, цветности, влажности, по

2.2. Щелочные растворы примененные в исследовании

Нейтрализация сырых хлопковых масел проводилась с использованием щелочных растворов алюминатов натрия и гидроксида натрия. Нейтрализацию свободных жирных кислот сырого масла осуществляли последовательно (рис.1). С начала хлопковое масло обрабатывали растворами алюминатов натрия, а затем - гидроксида натрия [87-90, 164, 170, 174-175].

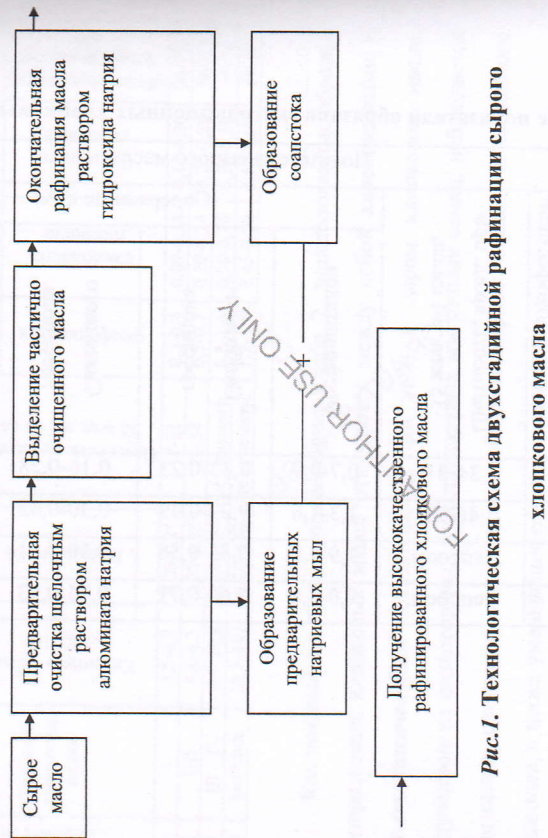
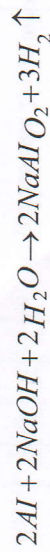


Рис.1. Технологическая схема двухстадийной рафинации сырого хлопкового масла

Получение растворов алюминатов натрия

Растворы алюминатов натрия получены при активации (при $T=50 \dots 80 \text{ } ^\circ\text{C}$) сплавных стационарных катализаторов. [153-156, 163].

Активация сплава началось в выщелачивании 3...5 % алюминия разбавленным (3...5%) раствором каустической соды:



Состав полученных разбавленных щелочных растворов алюминатов натрия приведены в табл.4.

Растворы алюминатов натрия отфильтровывали от остатков примесей в лабораторных условиях и затем их концентрировали на вакуум выпарной установке с удалением из него определенной части воды. Таким образом были получены щелочные растворы алюминатов натрия различной концентрации.

Таблица 4.

Состав растворов алюминатов натрия

Количество щелочного раствора, мл	Содержание		
	Основного вещества (NaOH) на сухое вещество, Г	Алюмината натрия, Г	Примесей, Г/л
1000	48 ... 50	48 ... 52	0,03 ... 0,05

Характеристика щелочных растворов алюминатов натрия приведена в табл. 5.

Таблица 5.

Характеристика растворов алюминатов натрия

Образец, №	Плотность при 15 $^\circ\text{C}$ кг/м 3	Содержание NaOH		Содержание NaAlO $_2$, г/л
		%	г/л	
1 (контроль)	1063	5	50	50
2	1117	10	100	50
3	1176	15	150	50
4	1196	20	200	50
5	1288	25	250	50

Растворы каустической соды и их активация

Окончательную рафинацию оставшихся свободных жирных кислот в частично нейтрализованном хлопковом масле проводили щелочными растворами гидроксида натрия. Показатели качества использованной сухой каустической соды приведены в табл.6.

В зависимости от кислотного числа частично нейтрализованного хлопкового масла были приготовлены растворы каустической соды различной концентрации.

В целях интенсификации технологии нейтрализации и снижения длительности этого процесса нами предложена предварительная активация щелочных растворов алюминатов натрия и гидроксида натрия путём обработки их в электромагнитном поле (ЭМП) с различной напряжённостью [173]. Для осуществления этого процесса использован общеизвестный промышленный аппарат (типа АМО-25 УХЛ4) для электромагнитной обработки водных растворов [74, 92, 148, 157].

Таблица 6.

Показатели качества каустической соды

Стандарт, №	Показатели, %	
	Содержание основного вещества (NaOH)	Тяжёлые металлы сероводородной группы
РСТ-4328-68	99	0,0003
		0,0005

Данный электромагнитный аппарат обеспечивает напряжение магнитного поля в пределах $(0,4 \dots 2,8) \cdot 10^5$ А/м.

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

2.3. Техника эксперимента и экспериментальные установки

Нейтрализация свободных жирных кислот сырого хлопкового масла щелочными растворами алюминатов натрия и каустической соды проводилась в лабораторных и опытно-производственных условиях.

Для проведения исследований нами предложена принципиально новая технология последовательной щелочной нейтрализации исходного сырья

растворами алюминатов натрия и гидроксида натрия. Выбор такой технологии и постановка экспериментальных исследований связаны с необходимостью сокращения потерь, снижения расходов (в особенности дефицитного гидроксида натрия) и повышения качества рафинированного масла.

Технологические стадии и контроль процессов щелочной нейтрализации сырого хлопкового масла приведены на рис.2. и 3.

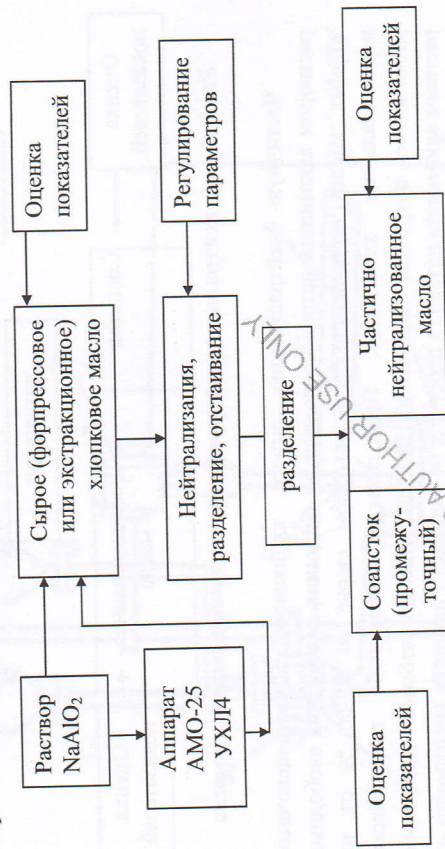


Рис.2. Схема форрафикации сырого хлопкового масла

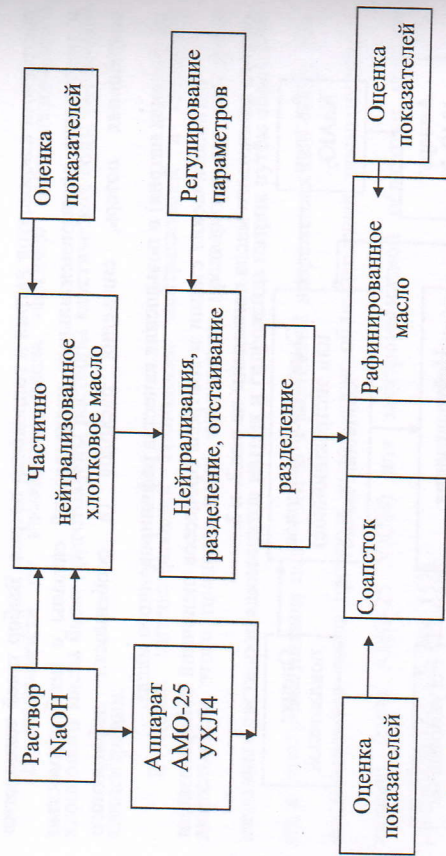


Рис.3. Схема нейтрализации и рафинирования хлопкового масла

Частичную нейтрализацию сырого хлопкового масла щелочным раствором алюмината натрия проводили до снижения содержания свободных жирных кислот, содержащихся в исходном сырье на 45-50 % от их первоначального количества. При этом устанавливали теоретически рассчитанное потребное количество и необходимый избыток щелочного раствора алюмината натрия (в пересчете на гидроксид натрия) в зависимости от исходного кислотного числа сырого масла. [86, 94, 135, 137, 140]

Для окончательной рафинации частично нейтрализованного хлопкового масла раствором гидроксида натрия теоретически потребное количество и необходимый избыток щелочного раствора устанавливали [166, 170, 171, 175] в зависимости от степени снижения его кислотного числа.

Исследование по изучению влияния концентраций щелочных растворов алюминатов натрия и гидроксида натрия (с обработкой их в электромагнитном поле и без неё) на процесс нейтрализации с разделением фаз отстаиванием проводили на лабораторной установке, показанной на рис.4.

Химический стакан с предварительно взвешенным на технических весах сырым хлопковым маслом вставили на электронагреватель и нагревали в зависимости от вида сырого масла до нужной температуры при перемешивании мешалкой. При достижении необходимой температуры, не прекращая перемешивания, вводили из капельной воронки рассчитанное количество щелочного раствора алюмината натрия для частичного снижения содержания свободных жирных кислот и сопутствующих маслу веществ. Затем повышали температуру масла на 15-20°C, уменьшали скорость вращения мешалки и

продолжали перемешивание в течение 2-5 мин до образования хорошо отделяющихся от масла и оседающих хлопьев, а затем маслу давали отстояться в течение 2 час.

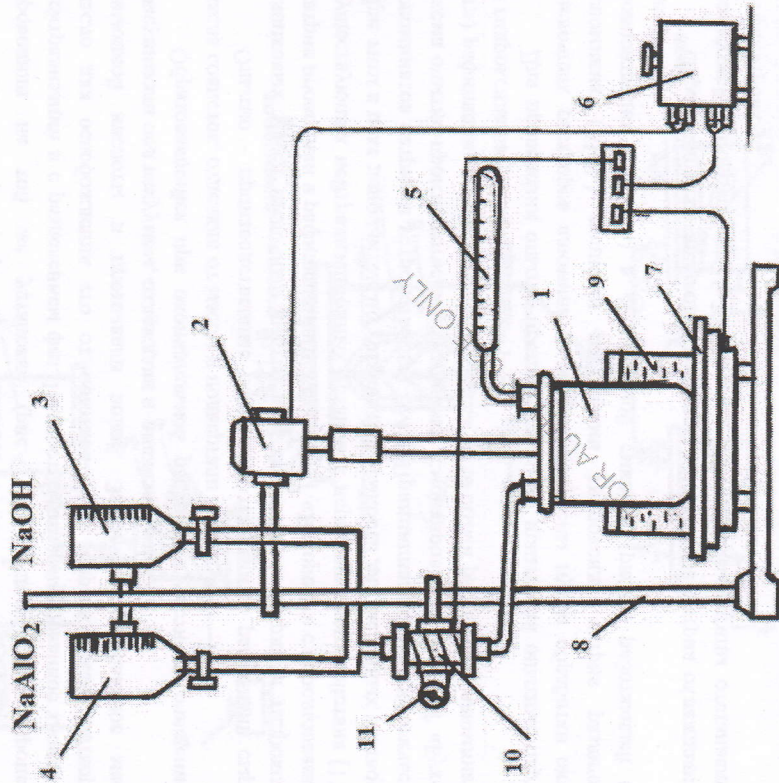


Рис.4. Установка для частичной нейтрализации и рафинации сырого хлопкового масла

1. Емкость для масла; 2. Электродвигатель; 3. Емкость для раствора NaOH;
4. Емкость для раствора NaAlO₂; 5. Термометр; 6. Электролапг;
7. Электронагреватель; 8. Штатив; 9. Водная баня; 10. Электромагнитный аппарат; 11. Выпрямитель тока

Частично нейтрализованное масло декантировали и определяли в нем качественные показатели и физико-химические свойства, а также определяли в нем содержание мыла. Образовавшийся соапсток, состоящий из мыла, нейтрального жира, воды, непрореагировавшего раствора щелочи некоторых

сопутствующих жирам веществ и др., переносили в химический стакан и подвергали его качественному, а также физико-химическому анализу.

Окончательную рафинацию частично очищенного хлопкового масла проводили на той же установке (рис.4) с осуществлением процесса нейтрализации и с разделением фаз. Полностью отрафинированное хлопковое масло для освобождения его от остатков мыла обрабатывали раствором лимонной кислоты и промывали водой. Затем рафинированное масло высушивали под вакуумом, охлаждали и анализировали.

Образовавшийся при окончательной рафинации частично очищенного масла soapstock, отделяли от массы и подвергали анализу.

Опытно – производственные испытания технологии рафинации сырых хлопковых масел щелочными растворами алюминатов натрия и гидроксида натрия проводили в рафинационном цехе АООТ «Бухоро ёт» с использованием существующих нейтрализационных установок периодического действия [175]. При этом в цехе дополнительно установлены емкости для щелочных растворов алюминатов натрия и устройство для ЭМП. Принципиальная технологическая схема опытно-производственной установки (смонтированной в АООТ «Бухоро ёт») рафинации сырого хлопкового масла щелочными растворами алюминатов и гидроксида натрия приведена на рис.5.

Для проведения опытно-производственных испытаний опытные партии щелочных растворов алюминатов натрия получены путём обработки окиси алюминия (Al_2O_3) водными растворами гидроксида натрия различной концентрации (5-25 %) в специальной емкости (рис.6), работающей под давлением.

Образовавшиеся щелочные растворы алюминатов натрия охлаждали до комнатной температуры (15-20°C), затем взвешенные частицы отстаивали и отфильтровывали.

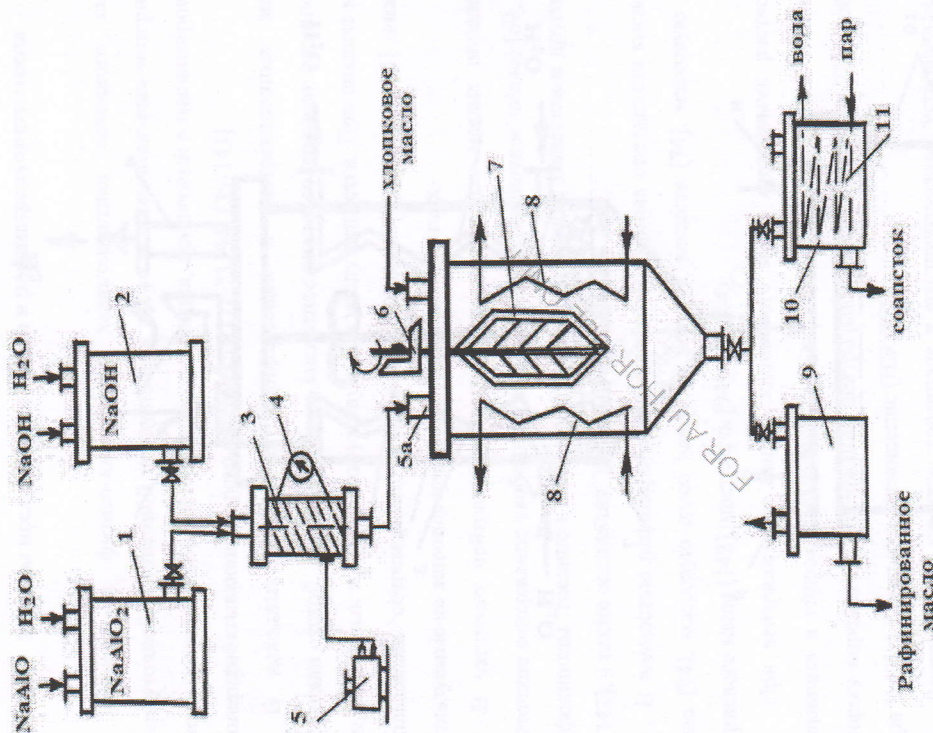


Рис.5. Технологическая схема рафинации сырого хлопкового масла с щелочными растворами алюминатов и гидроксида натрия в опытно-производственных условиях

1. Емкость для раствора $NaAlO_2$; 2. Емкость для раствора $NaOH$;
3. Электромагнитный аппарат; 4. Выпрямитель тока; 5. Электродвигатель;
- 5а. Трубопровод; 6. Редуктор; 7. Мешалка; 8. Охлаждитель; 9. Емкость для рафинированного масла; 10. Емкость для soapstock

III. ВЛИЯНИЕ РАСТВОРОВ АЛЮМИНАТА НАТРИЯ НА КАЧЕСТВО И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЫРОГО ХЛОПКОВОГО МАСЛА

Цель заключается в изучении влияния концентрации щелочных растворов на изменение содержания основных сопутствующих веществ сырого хлопкового масла с обработкой растворов в электромагнитном поле и без таковой.

Оценка технологических способов очистки сырого хлопкового масла свидетельствуют о том, что качество и пищевые достоинства рафинированного масла в основном зависят от содержания в нем свободных жирных кислот, фосфолипидов, госсипола и его производных, а также других веществ. Снижение и полное удаление некоторых сопутствующих маслу веществ позволяет значительно улучшить показатели конечной продукции. Очистка сырого масла и обеспечение высоких показателей конечной продукции зависят также от природы исходного сырья и способов производства хлопкового масла.

3.1. Частичная рафинация форпрессового масла

Основным фактором, влияющим на процесс частичной нейтрализации сырого хлопкового масла, является концентрация рабочего раствора используемой щелочи. С ростом концентрации раствора щелочи увеличивается степень омыления нейтрального жира, повышается общее содержание жира в соапстоке, что приводит к снижению выхода нейтрального жира. В то же время с ростом концентрации раствора щелочи увеличивается адсорбционная способность образующегося соапстока, следовательно, улучшается очистка масла. Наиболее важными показателями процесса частичной нейтрализации являются кислотное число частично очищенного масла и содержание в нем мыла.

Учитывая это, первоначально было изучено влияние концентраций щелочных растворов алюминатов натрия на снижение содержания свободных жирных кислот (К.ч.), фосфолипидов (Фл) и токоферолов (Тф) масла, полученного переработкой различных сортов семян хлопчатника. Исследования проводили с использованием 100 гр исходного сырья, с учетом качества которого рассчитаны необходимое количество и избыток щелочи, согласно известной методике [176]. В связи с тем, что концентрация рабочего раствора щелочных растворов алюмината натрия в процессе нейтрализации сырья может быть колебаться в широких пределах в зависимости от вида нейтрализуемого масла. Поэтому интервал концентрации щелочных растворов алюмината натрия устанавливали выборочно (см.табл.5). Процесс частичной очистки масла проводили при 45-50 °С с перемешиванием реакционной массы в течение времени, при которой достигалось интенсивное хлопьеобразование соапстоков. После образования хорошо отделяющихся от реакционной массы и оседающих хлопьев соапстока, мешалку останавливали и частично нейтрализованному маслу давали отстояться. Первоначально во всех экспериментальных исследованиях избыточное количество щелочных растворов алюминатов натрия было постоянным и составляло 30%.

Экспериментальные результаты изменения содержания свободных жирных кислот, фосфолипидов и токоферолов в частично нейтрализованном хлопковом масле, полученном из различных сортов масличных семян, в зависимости от концентрации щелочных растворов алюмината натрия приведены на рис.7, 8 и 9.

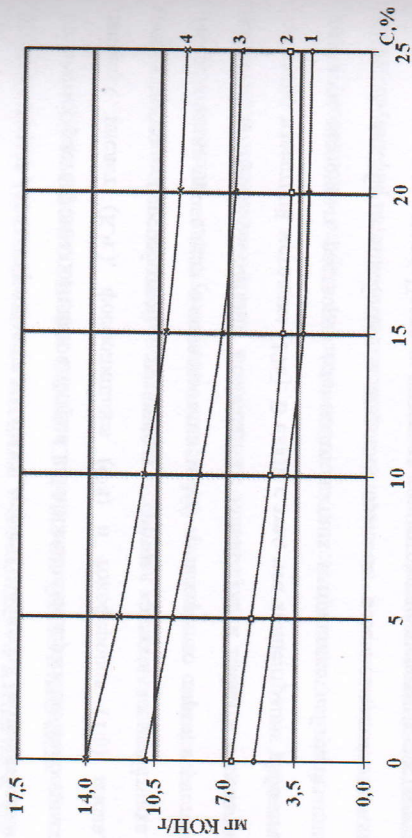


Рис. 7. Изменение содержания свободных жирных кислот в хлопковом масле (1-4) в зависимости от концентрации (С) щелочных растворов алюмината натрия

1 - I - й сорт;
2 - II - е сорта;
3 - III - IV сорта;
4 - Нестандартные сорта.

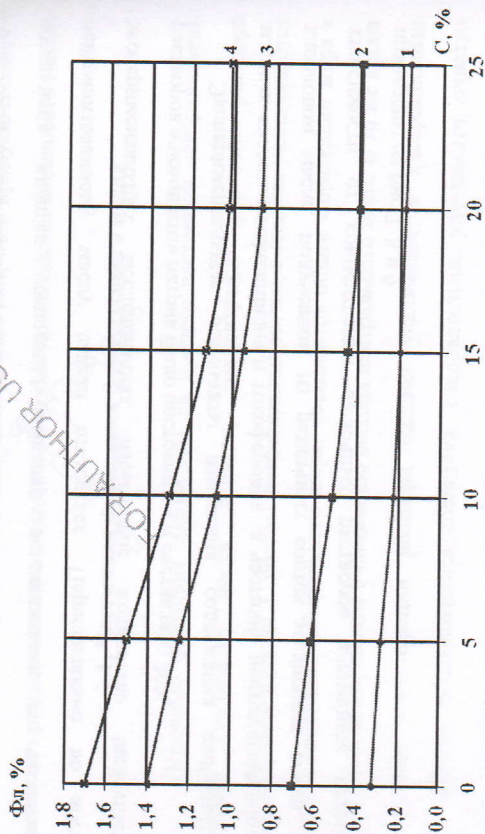


Рис. 8. Изменение содержания фосфатидов в хлопковом масле (1-4) в зависимости от концентрации (С) щелочных растворов алюмината натрия

1 - I - й сорт;
2 - II - е сорта;
3 - III - IV сорта;
4 - Нестандартные сорта.

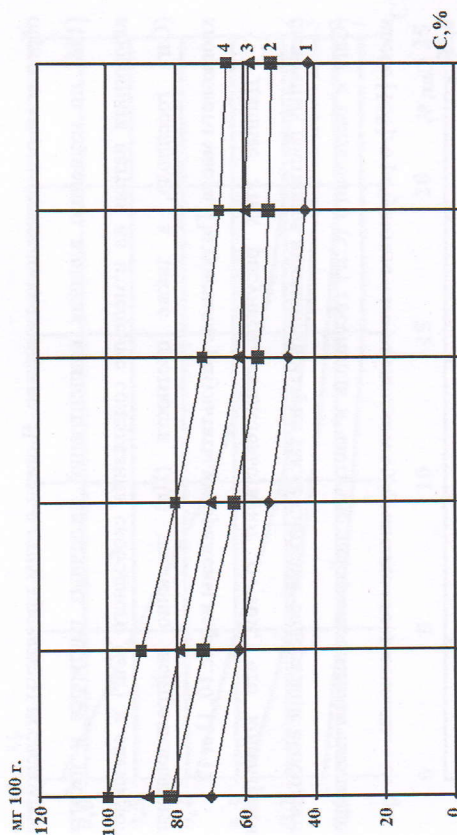


Рис. 9. Изменение содержания токоферолов в хлопковом масле (1-4) в зависимости от концентрации (С) щелочных растворов алюмината натрия

1 - I - й сорт;
2 - I - II - е сорта;
3 - III - IV сорта;
4 - Нестандартные сорта.

Как свидетельствуют данные, приведенные на рис. 7, 8 и 9, при обработке сырого хлопкового масла (с различными К.ч. и исходными содержаниями Фл и Тф), щелочными растворами алюмината натрия наблюдается снижение содержания свободных жирных кислот и указанных сопутствующих веществ в составе частично нейтрализованного масла. С повышением концентрации щелочного раствора (NaAlO_2) происходит снижение К.ч., содержания фосфолипидов и токоферолов. Наиболее существенное снижение указанных компонентов наблюдается до повышения концентрации щелочного раствора порядка 15 %, дальнейшее повышение концентрации незначительно влияет на снижение указанных веществ.

Как было упомянуто в аналитическом обзоре, специфичность сырого хлопкового масла обуславливается содержанием в нем госсипола и его производных. Этот показатель влияет не только на цвет масла, но и главным

образом на его пищевое достоинство. В связи с этим проведены исследования [174] по изучению влияния концентраций щелочных растворов и избытка алюмината натрия на изменение содержания свободного (Свг) и связанного (Сзг) госсипола, а также цветности (Цв) частично нейтрализованного хлопкового масла. Полученные результаты изображены на рис.10, 11 и 12.

Данные этих рисунков свидетельствуют о том, что концентрации щелочных растворов алюмината натрия также снижают содержание свободного (Свг) и связанного (Сзг) госсипола в частично нейтрализованном хлопковом масле [168], в результате чего наблюдается улучшение его цветности.

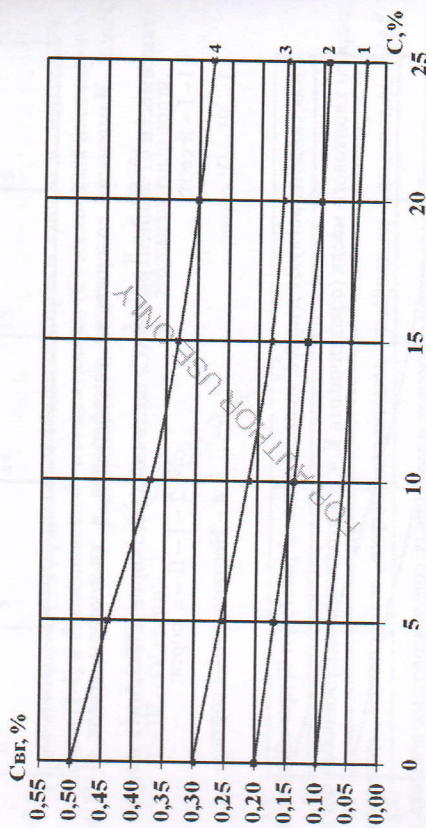


Рис.10. Изменение содержания свободного госсипола (Свг) в частично нейтрализованном хлопковом масле (1-4) в зависимости от концентрации (С) щелочных растворов алюмината натрия

1-1-й сорт; 2-1-П-е сорт;
3-III-IV сорта; 4-Нестандартные сорта.

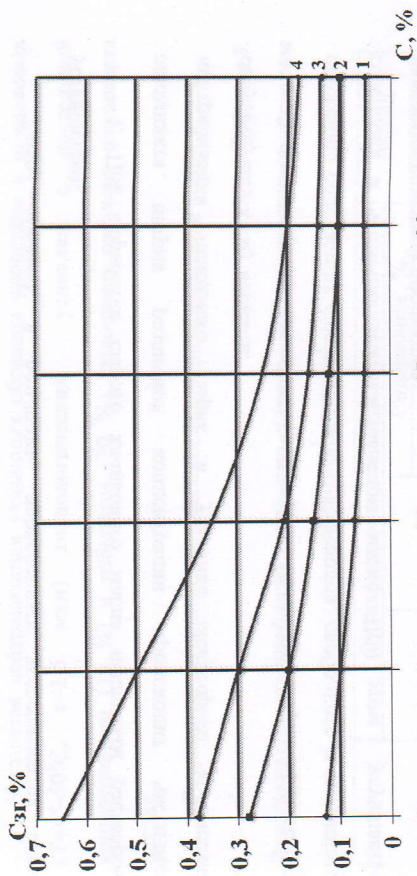


Рис.11. Изменение содержания связанного госсипола (Сзг) в частично нейтрализованном хлопковом масле (1-4) в зависимости от концентрации (С) щелочных растворов алюмината натрия

1-1-й сорт; 2-1-П-е сорт;
3-III-IV сорта; 4-Нестандартные сорта.

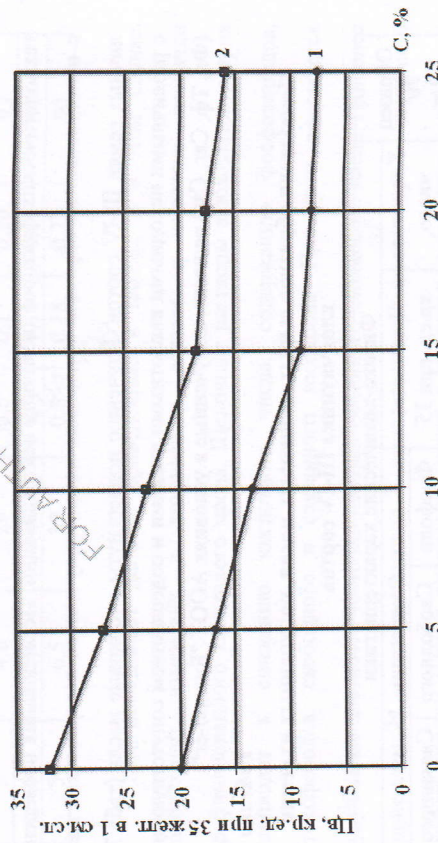


Рис.12. Изменение цветности (Цв) частично нейтрализованного хлопкового масла (1-2) в зависимости от концентрации (С) щелочных растворов алюмината натрия

1-1-й сорт; 2-1-П-е сорт;

Таким образом, в результате проведенных экспериментов было установлено:

1. При обработке сырого хлопкового масла щелочным раствором алюмината натрия различной концентрации происходит частичная нейтрализация исходного сырья и удаление некоторого количества сопутствующих ему веществ.
2. Концентрации щелочных растворов алюмината натрия приводит к снижению содержания фосфолипидов, токоферолов, свободного и связанного госсипола в частично нейтрализованном масле. При этом улучшается цветность конечной продукции.

3. Наиболее существенное снижение содержания свободных жирных кислот и сопутствующих маслу веществ наблюдается при концентрации щелочи, равной 15 %.

Учитывая это дальнейшие исследования были проведены с целью изучения зависимости степени очистки исходного масла от некоторых технологических факторов щелочной нейтрализации. Исследования проведены с использованием образцов хлопковых масел, полученных переработкой маслических семян III-IV сортов. Изучению подвергнуты хлопковые масла (табл. 7.) с различными исходными кислотными числами и содержанием сопутствующих (Фл, Тф, Свт, Сзг) веществ, полученные в условиях АООТ "Бухоро-ег".

Таблица 7.
Показатели образцов сырых хлопковых масел, полученных из семян хлопчатника III-IV сортов

Образец № П/п	Кислотное число, мг КОН/г	Физико-химические характеристики				
		Цветность, кр.ед. при 35 желт. в 1 см. сл.	Содержание, %			Связанного госсипола
			Фосфолипидов	Свободного госсипола	Свободного госсипола	
1	6,9	37	0,8	0,30	0,34	
2	7,4	43	1,0	0,31	0,35	
3	8,1	47	1,2	0,33	0,36	
4	8,6	непросм.	1,3	0,35	0,39	
5	9,5	непросм.	1,4	0,36	0,39	

Частичная нейтрализация указанных образцов проведена в одинаковых условиях (Т=45-50°C, τ=2-5 мин) технологических условиях с постоянной концентрацией (15 %) и избытком (30 %) щелочного раствора алюмината натрия.

Результаты экспериментальных исследований приведены в табл. 8.

Таблица 8.
Результаты частичной нейтрализации сырого хлопкового масла раствором алюмината натрия

Образец № П/п	Физико-химические характеристики				Выход частично нейтрализованного масла, % от исходного масла
	Кислотное число, мг КОН/г	Цветность, кр.ед. при 35 желт. в 1 см. сл.	Содержание, %		
			Фосфолипидов	Свободного госсипола	
1	3,2	17	0,4	0,13	0,16
2	3,9	21	0,5	0,15	0,19
3	4,8	29	0,6	0,17	0,20
4	5,4	36	0,7	0,18	0,21
5	6,5	39	0,8	0,18	0,23

Как показывают данные, приведенные в табл. 8., и в этом случае, происходят изменения в химическом составе и качестве частично рафинированного хлопкового масла. Щелочные растворы алюминатов натрия приводят к снижению кислотного числа, содержанию фосфолипидов, токоферолов, свободного и связанного госсипола. При этом достигается улучшение цветности частично нейтрализованного хлопкового масла. Наиболее приемлемые технологические данные получаются при частичной нейтрализации сырого хлопкового масла с исходным кислотным числом не более 4,1 мг КОН/г. Это свидетельствует о том что, щелочные растворы алюмината натрия проявляют свою реакционную способность до

определенного уровня кислотного числа и содержания сопутствующих в исходном масле веществ.

Учитывая полученные результаты следующая серия опытов была проведена с целью изучения влияния избыточного количества раствора алюмината натрия с концентрацией 15% на технологический процесс и физико-химические характеристики хлопкового масла (образец № по табл.7). Полученные данные, представленные в табл.9, свидетельствуют о том, что избыточное количество щелочного раствора алюмината натрия также влияет на изменение кислотного числа и содержания сопутствующих веществ (Фл, Тф, Свт, Сзг, Цв).

Таблица 9.
Влияние избыточного количества щелочного раствора алюмината натрия на показатели частично рафинированного форпрессового хлопкового масла

Избыточное количество щелочи от его исходного количества, %	Физико-химические характеристики				Выход частично нейтрализованного масла от исходного, %	
	Кислотное число, мг КОН/г	Цветность, кр. ед. при 35 кельв. в 1 см. сл.	Содержание, %			
			Свободного госсипола	Связанного госсипола	Алюминиевых мыл	
0	8,6	47	1,2	0,33	0,36	-
20	8,0	40	1,0	0,30	0,31	-
40	6,3	35	0,8	0,28	0,30	-
60	6,0	33	0,7	0,27	0,29	следы
80	5,5	29	0,6	0,27	0,29	следы
100	5,1	27	0,5	0,26	0,29	следы

Наблюдается снижение кислотного числа фосфолипидов, токоферолов, свободного и связанного госсипола, частично улучшается цветность масла. Наиболее существенные результаты получаются при избыточном количестве щелочного раствора, равном 40 %. Дальнейшее повышение избытка

практически не изменяет указанные показатели. Поэтому оптимальным избытком щелочи следует признать 40 %. Эти результаты были использованы в наших дальнейших исследованиях.

Качественный и количественный анализ содержания образовавшегося алюминиевых мыл во всех экспериментальных образцах частично нейтрализованных хлопковых масел свидетельствуют (табл.9) о том, что в технологических продуктах содержание алюминиевых мыл и не наблюдалось, или же в некоторых случаях они были заметны в виде следов. Это предвительно подтверждает, что в процессах щелочной нейтрализации образовавшиеся алюминиевые мыла переходят в мыльно-щелочные растворы (соапстоки). Эти выводы требуют изучения вопросов химических превращений в технологическом процессе частичной нейтрализации сырого хлопкового масла с щелочными растворами алюмината натрия (см.раздел3.3).

3.2. Частичная рафинация экстракционного масла

Сырое хлопковое масло, полученное методом экстракции маслосодержащего сырья, по качественным и физико-химическому составу значительно отличается от форпрессового. Это обусловлено тем, что наряду с маслом растворитель в значительной мере экстрагирует сопутствующие ему компоненты.

С целью проверки технологии частичной нейтрализации сырого экстракционного масла щелочными растворами алюминатов натрия, в лабораторных условиях проведены экспериментальные исследования.

Исследования проведены с использованием одного образца (№ 3 по табл.3), полученного сырого хлопкового масла. Так как, именно с этим образцом при частичной щелочной нейтрализации форпрессового масла (№ 3 по табл.7) в предварительных лабораторных опытах были получены наиболее оптимальные результаты (см. табл.8).

Изучено влияние концентраций (8-33 %) щелочных растворов алюмината натрия на снижение содержания свободных жирных кислот (К.ч.), фосфолипидов (Фл), токоферолов (Тф), свободного (Свг) и связанного (Сзг) госсипола и изменение цветности (Цв) частично нейтрализованного масла. Полученные результаты экспериментальных данных приведены на рис.13. и 14.

Как видно из данных кривых рис.13. и 14, при частичной нейтрализации экстракционного хлопкового масла концентрации щелочных растворов алюмината натрия более высокая, чем для прессового. Это объясняется тем, что в экстракционное масло переходит больше сопутствующих веществ, чем в форпрессовые [134]. Исследования, проведенные в идентичных условиях частичной нейтрализации форпрессового хлопкового масла, показывают, что, и в этом случае наблюдается снижение кислотного числа, содержания сопутствующих веществ в частично нейтрализованном экстракционном масле. Достигается улучшение цветности хлопкового масла. Получение наиболее приемлемых результатов достигается при концентрации щелочного раствора алюмината натрия, равного 23 %. Тогда как для прессового было использована щелочь с 15% -ной концентрацией.

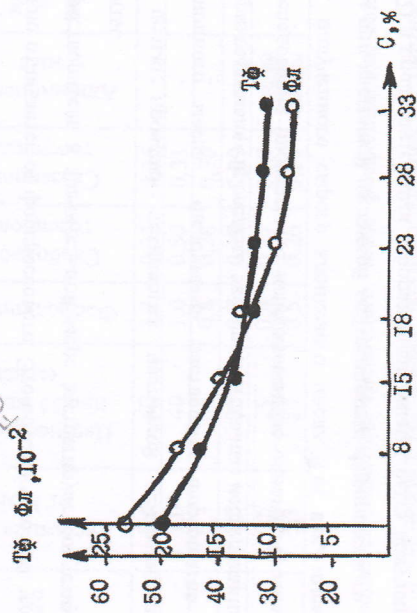


Рис.13. Изменение содержания фосфолипидов (Фл) и токоферолов (Тф) в частично нейтрализованном экстракционном хлопковом масле в зависимости от концентрации (С) щелочных растворов алюмината натрия

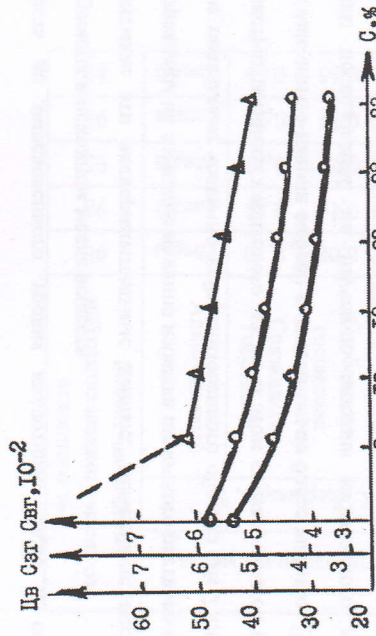


Рис.14. Изменение содержания свободного госсипола (Свг), связанного госсипола (Сзг) в частично нейтрализованном экстракционном хлопковом масле в зависимости от концентрации (С) щелочных растворов алюмината натрия

Экспериментальные исследования проведены с использованием различных экстракционных хлопковых масел (по табл.3.), отличающиеся в основном по исходным кислотным числам.

Необходимую концентрацию и избыток щелочных растворов алюмината натрия устанавливали в зависимости от исходного кислотного числа сырья. Результаты экспериментальных исследований приведены в табл.10.

Как показывают, данные приведенные в табл. 10, и в этом случае, происходят изменения в химическом составе и качестве частично рафинированного хлопкового масла. Щелочные растворы алюминатов натрия приводят к снижению кислотного числа, содержанию фосфолипидов, токоферолов, свободного и связанного госсипола. При этом достигается улучшение цветности частично нейтрализованного хлопкового масла. Наиболее приемлемые технологические данные получаются при частичной нейтрализации сырого экстракционного хлопкового масла с исходным кислотным числом не более 5,8 мг КОН/г. Это свидетельствует о том что, щелочные растворы алюмината натрия проявляют свою реакционную

способность до определенного уровня кислотного числа и содержания сопутствующих в исходном масле веществ.

Учитывая эти экспериментальные данные, дальнейшие исследования были направлены на изучение влияния избытка щелочного раствора алюмината натрия на показатели частично нейтрализованного образца (№ 2 по табл.10). Сырого экстракционного хлопкового масла. В этом случае избыток щелочного раствора алюмината натрия выбран в относительно более высоким (40-150 %). Результаты исследований по изучению влияния избыточного количества щелочного раствора на технологический процесс частичной нейтрализации экстракционного масла приведен в табл.11.

Таблица 10. Результаты частичной нейтрализации сырого экстракционного хлопкового масла с щелочным раствором алюмината натрия

№ п/п	Физико-химическая характеристика сырого масла		Содержание в %		Параметры щелочи		Показатели нейтрализованного масла
	Кислотное число, мг КОН/л	Цветность, кр.ед. при 35 желт. в 1см. слое	Свободного глицерола	Связанного глицерола	Избыток щелочи, %	Кислотное число, мг КОН/л	
1	4,2	39	0,13	0,16	15	20	27
2	5,8	47	0,23	0,28	20	40	31
3	6,1	52	0,45	0,30	25	60	37
4	7,9	не прос.	0,56	0,50	30	80	46
5	14,8	не прос.	2,8	0,71	0,93	40	52
						100	8,1
							1,50
							0,55
							0,66
							0,26
							0,33
							0,27
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08
							0,35
							0,10
							0,47
							0,27
							0,33
							0,26
							0,17
							0,15
							0,16
							0,08

Таблица 11.

Влияние избыточного количества щелочного раствора алюмината натрия на показатели сырого экстракционного хлопкового масла

Избыточное количество щелочи от исходного количества, %	Физико-химические характеристики				Выход частично нейтрализованного масла от исходного, %	
	Кислотное число, мг КОН/г	Цветность, кр.ед. при 35 желт. в 1 см. сл.	Содержание, %			
Фосфолипидов			Свободного глицерола	Связанного глицерола	Алюминиевых мыл	
0 (контроль)	5,8	47	0,9	0,23	0,28	-
40	5,0	31	0,7	0,20	0,25	96
60	4,3	27	0,5	0,19	0,23	95
80	4,0	24	0,4	0,17	0,21	94
100	3,7	23	0,4	0,15	0,19	93
120	3,6	22	0,3	0,10	0,16	92
150	3,6	21	0,3	0,10	0,14	92

Примечание: Концентрация алюмината натрия 23 % и NaOH в растворе 230 г/л.

Полученные данные, свидетельствуют о том, что при частичной нейтрализации сырого экстракционного хлопкового масла большая роль принадлежит избытку используемого щелочного раствора алюмината натрия с концентрацией 23 %. Результатами исследования установлены снижение кислотного числа частично нейтрализованного масла, а также содержания в нем фосфолипидов, токоферолов, свободного и связанного глицерола. При этом необходимо отметить, что избыток щелочи оказывает существенное влияние на улучшение цветности частично нейтрализованного хлопкового масла.

3.3. Установление химических взаимодействий сощелочных веществ в масле веществ с щелочным раствором алюмината натрия

Исследования, проведенные по изучению влияния концентраций и избытка щелочных растворов алюмината натрия на качественные показатели и

физико-химические характеристики сырого хлопкового масла в технологии частичной нейтрализации сырья позволили нам в дальнейшем приступить установлению некоторых химических процессов.

Анализ масла по определению содержания свободных жирных кислот (К.ч.), фосфолипидов, токоферолов, свободного и связанного глицерола и цветности частично очищенного форпрессового и экстракционного хлопковых масел а также отсутствие в них алюминиевых мыл (табл.8. и 10) показывает что в результате взаимодействия жирных кислот со щелочными растворами образуются натриевые соли.

Проведен анализ полученных соапстоков в технологии частичной нейтрализации сырых хлопковых масел, а также определено соотношение нейтрального жира в них к жирным кислотам (табл.12. и 13.).

Таблица 12.

Физико-химическая характеристика хлопковых соапстоков частично нейтрализованных форпрессовых масел

Образец, №	Содержание общего жира, %	Соотношение НЖ:ЖК	Содержание алюминиевых мыл*, %
1	40,5	1:2	4,8
2	42,3	1:2	4,6
3	44,8	1:2	4,4
4	46,1	1:1	4,4
5	48,9	1:1	4,4

* Содержание алюминиевых мыл определяли весовым методом.

Таблица 13.

Физико-химическая характеристика хлопковых соапстоков частично нейтрализованных экстракционных масел

Образец, №	Содержание общего жира, %	Соотношение НЖ:ЖК	Содержание алюминиевых мыл*, %
1	43,6	1:2	4,6
2	45,1	1:2	4,4
3	47,3	1:1	4,1
4	49,5	1:1	4,1
5	52,0	1:1	4,1

Цифры табл. 12 и 13 показывают, что в soapстаках, полученных при нейтрализации масла раствором алюмината натрия форпрессового и экстракционного масел, практически идентичны. Нами предпринята попытка по установлению химической взаимосвязи между компонентами сырых хлопковых масел и щелочным раствором алюмината натрия. Для чего использовали химические и физические методы. Анализы осуществлены путем сравнения контрольных образцов и выделенных из реакционных масс соединений указанных сопутствующих маслу веществ.

Контрольные образцы натриевых соединений сопутствующих маслу веществ были получены путем взаимодействия целочного раствора алюмината натрия концентрацией 15% на чистые компоненты сопутствующих веществ, выделенных из сырого хлопкового масла известными способами [31, 32, 45, 54]. Исследования проведены в тех технологических режимах (температура, перемешивание), в которых была осуществлена частичная нейтрализация сырого хлопкового масла.

Предполагались следующие химические взаимодействия компонентов с комплексным ($NaAlO_2 + NaOH + H_2O$) щелочным раствором алюмината натрия:

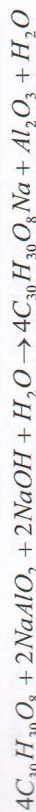
- свободные жирные кислоты



- токоферолы



- свободный госсипол



Выше приведенные химические взаимодействия свидетельствуют о том, что в установленных технологических режимах сопутствующие хлопковому маслу вещества реагируют со щелочным раствором алюмината натрия, образуя

натриевые мыла. По видимому, образующая окись алюминия (Al_2O_3) обеспечивает улучшение цветности частично нейтрализованных масел из-за своих адсорбционных свойств [8].

Сравнительный анализ и сопоставление рентгеновских и спектральных кривых (рис.15.1 – 15.6.) контрольных и опытных соединений щелочных растворов алюмината натрия подтверждают наше предположение.

Таким образом разработкой технологии частичной нейтрализации сырых хлопковых масел щелочным раствором алюмината натрия подтверждено снижение кислотного числа и содержания сопутствующих маслу веществ. Это обеспечило получение частично нейтрализованного хлопкового масла с низким содержанием свободных жирных кислот, фосфолипидов, токоферолов, свободного и связанного госсипола с одновременным улучшением его цветности. Дальнейшая окончательная рафинация такого масла щелочным раствором гидроксида натрия позволила значительно сократить расход этой щелочи, улучшить качество и повысить выход рафинированного масла.

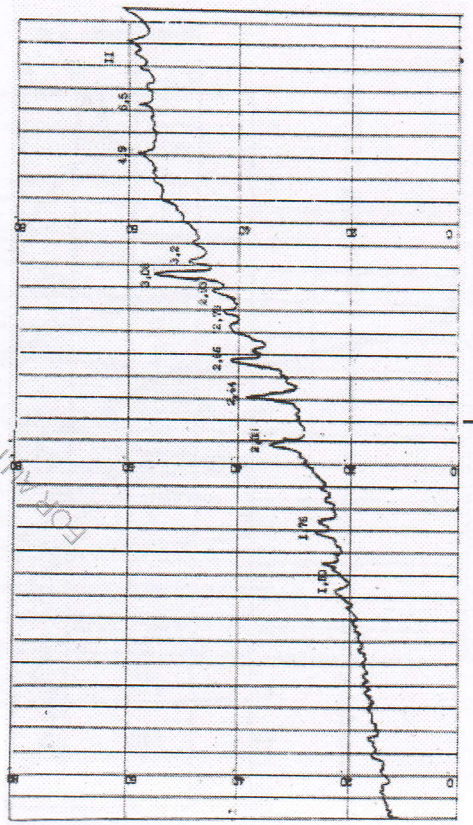


Рис.15.1. Диаграмма рентгенограммы структуры госсиполата натрия (модельный образец)

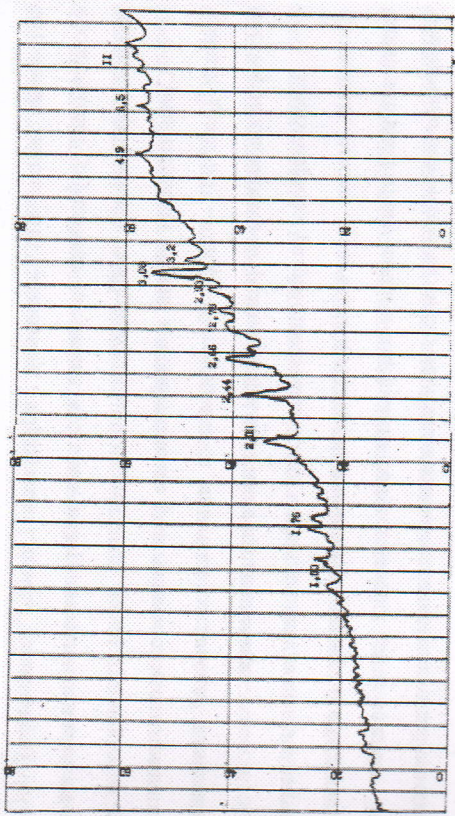


Рис.15.2. Диаграмма рентгенограммы структуры госсиполага натрия (опытный образец)

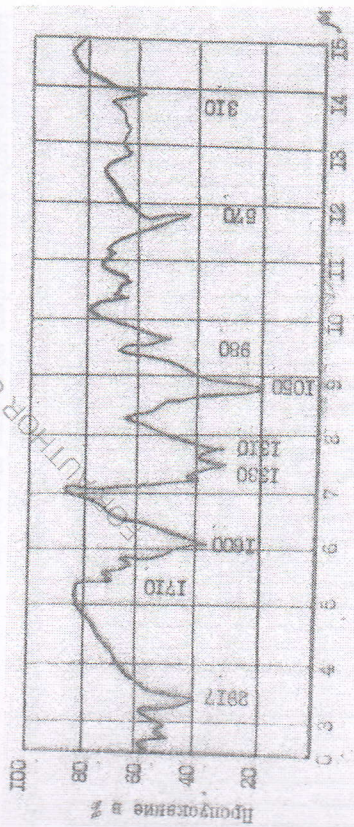


Рис.15.3. ИК – спектр госсиполага натрия (модельный образец)

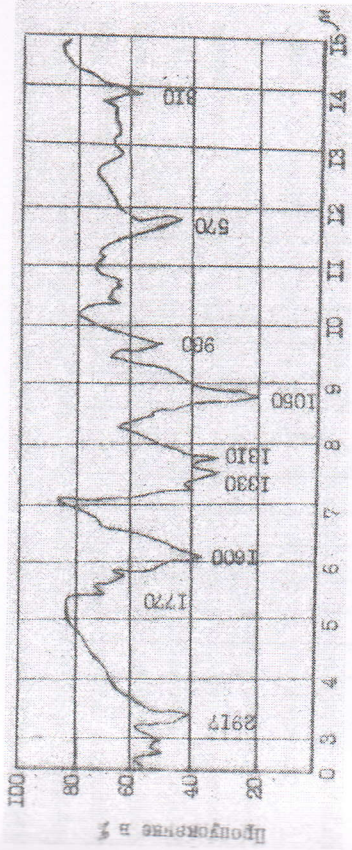


Рис.15.4. ИК – спектр госсиполага натрия (опытный образец)

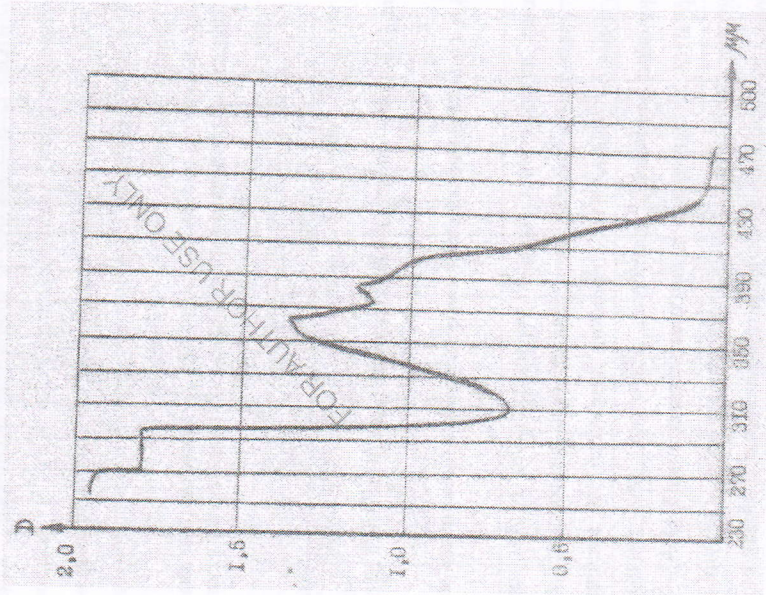


Рис.15.5. УФ – спектр госсиполага натрия (модельный образец)

АМО-25 УХЛ 4 при различных напряжениях [173] электромагнитного поля. Изучено влияние напряженности ЭМП поля на снижение кислотного числа и содержание сопутствующих (Фл, Тф, Свг, Сзг) сырому маслу веществ. При частичной нейтрализации сырого форпрессового масла использован щелочной раствор алюмината натрия концентрацией 15 % и избытком 40 %, что было установлено в ходе предварительных экспериментальных исследований технологического процесса.

Исследованию подвергнут образец (№ 5 по табл.7.) сырого хлопкового форпрессового масла с определенным кислотным числом и содержанием сопутствующих маслу веществ. Изучение технологии щелочной нейтрализации сырого масла щелочным раствором с обработкой в ЭМП с различной напряженностью и без нее предварительно было проведено в тех технологических режимах, которые были осуществлены в разделе 3.1. данной работы. Результаты проведенных исследований приведены в табл.14.

Таблица 14.

Влияние напряженности ЭМП при обработке щелочного раствора алюмината натрия на технологию частичной нейтрализации сырого форпрессового масла

Напряженность ЭМП А/м	Кислотное число, мг КОН/г	Цветность, кр.ед. при 35 жегт. в 1 см. сл.	Физико-химические характеристики				Выход частично нейтрализованного масла от исходного %
			Содержание, %	Свободного глицерола	Связанного глицерола	Алюминиевых мыл	
Исходное масло	8,1	непросм.	1,4	0,36	0,39	-	-
0	5,6	39	0,8	0,18	0,23	-	91
0,4	5,5	37	0,7	0,17	0,22	-	91
0,8	5,1	35	0,6	0,15	0,20	-	91
1,2	4,6	30	0,5	0,13	0,18	-	90
1,6	4,0	27	0,4	0,09	0,14	-	89
2,0	3,8	26	0,4	0,08	0,13	-	89
2,4	3,7	26	0,4	0,08	0,12	-	88
2,8	3,7	26	0,4	0,08	0,11	-	88

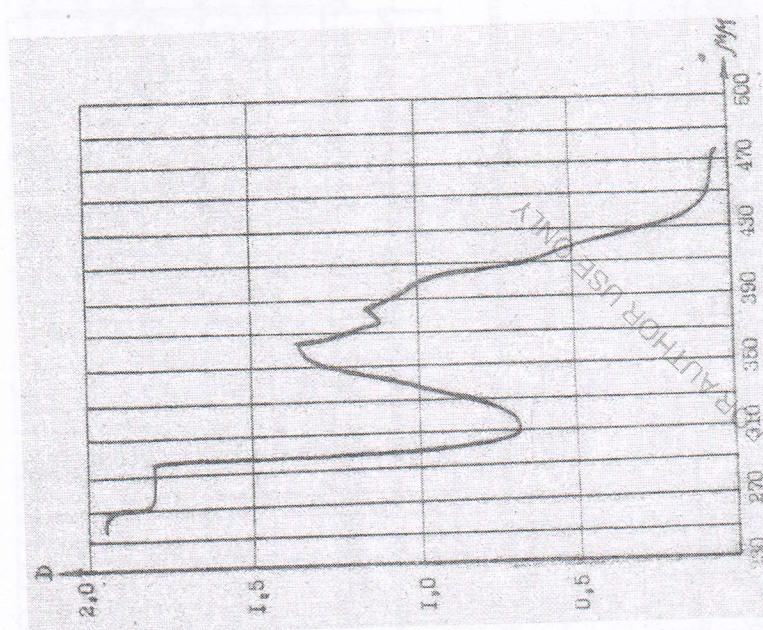


Рис.15.6. УФ – спектр госсиполага натрия (опытный образец)

3.4. Способы повышения качества рафинированных масел

Анализ литературных данных свидетельствует о том, что щелочные растворы способны изменять свою реакционную способность под влиянием ряда внутренних (наличие посторонних примесей) и внешних (действие активизирующих влияний) факторов. Известно, что растворы щелочей активизируются воздействием электромагнитных полей [157]. Учитывая эти специфические свойства щелочных растворов алюмината натрия мы проводили исследования по изучению влияния активированных в электромагнитном поле растворов на процесс частичной нейтрализации сырых хлопковых масел. Активацию щелочного раствора проводили в электромагнитном аппарате

Данные приведенные в табл.14., свидетельствуют о том, что частичная нейтрализация сырого хлопкового масла щелочным раствором, обработанном в ЭМП, ускоряет процессы очистки сырья. Необходимо отметить, что и в этих случаях наблюдается снижение кислотного числа, содержания фосфолипидов, токоферолов, свободного и связанного госсипола в частично нейтрализованном масле. При этом значительно улучшается цветность масел, обеспечивается частичное повышение выхода нейтрализованного масла. Очевидно, это связано высокой реакционной способностью активированного в ЭМП щелочного раствора алюмината натрия. С повышением напряженности ЭМП поля наблюдается рост снижения кислотного числа и содержания сопутствующих маслу веществ. Наиболее интенсивные результаты достигается при напряженности ЭМП равной 1,6 А/м, дальнейшее повышение этого фактора незначительно влияет на изменение содержания указанных компонентов в масле.

Аналогичные исследования были проведены с сырым экстрационным хлопковым маслом образец (№ 4 по табл.10) сырого масла. В этом случае частичная нейтрализация осуществлялось щелочным раствором алюмината натрия концентрацией 23 % и избытком 60 %. Полученные результаты приведены в табл.15.

Данные табл.15., показывают что активация раствора щелочи ЭМП с напряженностью 1,6 А/м является оптимальной, так как дальнейшее повышение уровня напряженности ЭМП мало сказывается на качестве частично нейтрализованного масла.

В полученных по этой технологии рафинации масла в soapstocks снижается (табл.16) содержание нейтрального жир. При частичной нейтрализации масла происходит резкое отделение soapstocks от очищенного масла.

Таблица 15.
Влияние напряженности ЭМП на процесс частичной нейтрализации сырого экстрационного масла активированным щелочным раствором алюмината натрия

Напряженность ЭМП А/м	Физико-химические характеристики					Выход частично нейтрализованного масла от исходного %
	Кислотное число, мг КОН/г	Цветность, кр.ед. при 35 желт. в 1 см. сл.	Фосфолипидов	Свободного госсипола	Связанного госсипола	
Исходное масло	7,9	Не просм.	1,9	0,56	0,50	-
0 (контроль)	5,5	46	0,95	0,33	0,26	90
0,4	4,3	43	0,85	0,31	0,24	90
0,8	4,8	39	0,65	0,27	0,22	89
1,2	4,4	35	0,45	0,23	0,17	88
1,6	4,1	30	0,15	0,18	0,11	88
2,0	4,0	27	0,05	0,16	0,10	87
2,4	3,9	26	0,04	0,14	0,09	86
2,8	3,8	25	0,04	0,13	0,09	86

Таблица 16.
Физико-химическая характеристика хлопковых soapstocks, полученных частичной нейтрализацией сырья щелочным раствором активированного алюмината натрия

Напряженность ЭМП, А/м	Соапсток из форпрессового масла			Соапсток из экстрационного масла		
	Соержание общего жира, %	Соержание алюминиевых мыл, %	Соержание общего жира, %	Соотношение НЖ:ЖК	Соотношение НЖ:ЖК	Соержание алюминиевых мыл, %
0 (контроль)	46,1	следы	49,5	1:1	1:2	следы
0,4	45,4	следы	49,0	1:1	1:2	следы
0,8	45,0	следы	48,3	1:1	1:1	следы
1,2	44,2	следы	47,7	1:1	1:1	следы
1,6	43,6	следы	47,2	1:1	1:1	следы
2,0	42,3	следы	46,8	1:1	1:1	следы
2,4	42,1	следы	46,5	1:1	1:1	следы
2,8	42,0	следы	46,3	1:1	1:1	следы

Таблица 18.

Влияние длительности перемешивания частично нейтрализованной массы на физико-химическую характеристику сырого экстракционного масла

С активацией щелочного раствора в ЭМП (1,6 А/м)	Физико-химические характеристики масел		Выход частично нейтрализованного масла от исходного, %		
	Содержание, %		Алюминиевых мыл		
Без активации щелочного раствора в ЭМП	Длительность перемешивания, №	0 (контроль)	5,8	38	
		30	5,6	36	
	Физико-химические характеристики масел	Кислотное число, мг КОН/г	2,4	2,6	
		Цветность, кр.ед. при 35 жегг. в 1см. слое	0,3	0,3	
	Содержание в %	Свободного глицерола	0,10	0,10	
		Связанного глицерола	0,14	0,16	
	Алюминиевых мыл	Алюминиевых мыл	4,7	4,7	
		Выход частично нейтрализованного масла от исходного, %	88	90	
	С активацией щелочного раствора в ЭМП (1,6 А/м)	Физико-химические характеристики масел	Кислотное число, мг КОН/г	2,1	2,4
			Цветность, кр.ед. при 35 жегг. в 1см. слое	0,2	0,2
Содержание, %		Свободного глицерола	0,08	0,09	
		Связанного глицерола	0,12	0,14	
Алюминиевых мыл		Алюминиевых мыл	4,8	4,8	
		Выход частично нейтрализованного масла от исходного, %	99	99	
Физико-химические характеристики масел		Кислотное число, мг КОН/г	3,9	3,9	
		Цветность, кр.ед. при 35 жегг. в 1см. слое	0,28	0,28	
Содержание, %		Свободного глицерола	0,23	0,23	
		Связанного глицерола	0,28	0,28	
Алюминиевых мыл	Алюминиевых мыл	3,9	3,9		
	Выход частично нейтрализованного масла от исходного, %	99	99		

72

Оптимизацию технологических режимов проводили по изменению качества (кислотное число, цветность) частично нейтрализованного сырого хлопкового масла.

Совершенство факторов, от которых зависят критерии оптимизации, были: X_1 - концентрация щелочного раствора алюмината натрия, %; X_2 - избыток раствора щелочи, %; X_3 - длительность перемешивания реакционной массы, мин; X_4 - напряженность электромагнитного поля, А/м.

Полная методика оптимизации, соответствующие таблицы и выведенные уравнения регрессии приведены в приложении настоящей диссертационной работы (см. приложение № 3).

Значимыми оказались по кислотному числу семь, а по цветности масла - шесть факторов. По количественному вкладу факторы располагались в следующем порядке: по кислотному числу - концентрация щелочного раствора > избыток щелочного раствора > напряжение ЭМП; по цветности - $X_1 \cdot X_2 = X_3 \cdot X_4 > X_1 > X_1 \cdot X_3 = X_2 \cdot X_4 > X_2 \cdot X_3 = X_1 \cdot X_4 > X_3$, остальные факторы оказались малозначимыми.

Наиболее значимым фактором на качество (К.ч. и Цв.) частично нейтрализованного хлопкового масла оказалось напряжение магнитного поля.

В результате оптимизации установлено, что оптимальными технологическими режимами частичной нейтрализации сырого хлопкового масла щелочным раствором алюмината натрия являются: концентрация раствора щелочи 15-17 %, избыток щелочи 19-21 %, длительность перемешивания 60-90 сек и напряженность магнитного поля $1,6 \cdot 10^{-5}$ А/м. Эти условия частичной нейтрализации масла в дальнейшем были использованы при опытно-промышленных испытаниях рекомендуемой технологии.

IV. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ РАФИНАЦИИ ЧАСТИЧНО НЕЙТРАЛИЗОВАННЫХ МАСЕЛ РАСТВОРОМ ГИДРОКСИДА НАТРИЯ

Данный раздел монографии посвящен изучению вопросов окончательной рафинации частично нейтрализованного хлопкового масла раствором гидроксида натрия и исследованию влияния ряда факторов на этот процесс.

Технология частичной нейтрализации сырого хлопкового масла щелочным раствором алюмината натрия позволила получить промежуточный продукт со сниженным содержанием сопутствующих веществ и улучшенной цветностью, с отсутствием в нем алюминиевых мыл.

4.1. Технологические режимы рафинации хлопковых масел

Изучено влияние концентрации раствора гидроксида натрия на показатели качества и выход рафинированного хлопкового масла. Исследования проведены в лабораторных условиях на установке, приведенной на рис.4. Исследовали образцы частично нейтрализованных форпрессовых и экстракционных сырых хлопковых масел №5 табл.8 и № 5, табл.10. Рафинировали масло при 22-25 °С с перемешиванием реакционной массы в течение 90 сек. Избыток раствора гидроксида натрия составлял для форпрессового – 30 %, экстракционного – 50 %. Результаты экспериментальных исследований приведены в табл. 19. и 20.

Данные, приведенные в табл.19. и 20., свидетельствуют о том, что процесс окончательной рафинации частично нейтрализованного хлопкового масла протекает в мягких технологических режимах ($T=22-25^{\circ}\text{C}$, $\tau=90$ сек.) с резким улучшением качества и повышением выхода рафинированного масла. Наилучшие результаты получаются при использовании гидроксида натрия с концентрацией 175 г/л и 375 г/л соответственно, дальнейшее увеличение этого параметра приводит к снижению выхода рафинированного масла при

незначительном изменении его кислотного числа и цветности. Процесс окончательной рафинации зависит также от природы исходного сырья. Необходимо отметить, что частично нейтрализованное экстракционное хлопковое масло хуже рафинируется по сравнению с форпрессовым и требует при этом использовать высокую концентрацию щелочи. На основе полученных данных установлены оптимальные пределы концентраций раствора гидроксида натрия для частично нейтрализованного форпрессового (150-200 г/л) и экстракционного (350-375 г/л) хлопковых масел.

Таблица 19.

Влияние концентрации гидроксида натрия на показатели рафинированного форпрессового масла

Образец, №	Концентрация раствора NaOH, г/л	Показатели рафинированного масла		
		Кислотное число, мг КОН/г	Цветность кр.ед. при 35 желт в. 13,5 см.сл.	Выход от исходного, %
1	0 (контроль)	5,6	39	-
2	125	1,65	17	93
3	150	0,67	11	91
4	175	0,31	8	90
5	200	0,17	6	89
6	225	0,13	4	86

Таблица 20.

Влияние концентрации гидроксида натрия на показатели рафинированного экстракционного масла

Образец, №	Концентрация раствора NaOH, г/л	Показатели рафинированного масла		
		Кислотное число, мг КОН/г	Цветность кр.ед. при 35 желт в. 13,5 см.сл.	Выход от исходного, %
1	0 (контроль)	8,10	52	-
2	300	4,60	29	88
3	325	1,17	17	86
4	350	0,46	10	85
5	375	0,21	7	84
6	400	0,17	6	81

Следующая серия опытов были проведены с целью установления оптимального значения избытка раствора гидроксида натрия определенной концентрации 175 г/л и 375 г/л. Исследования проведены в идентичных условиях рафинации с использованием определенных образцов исходного сырья (№ 5 по табл.8. и № 5 по табл.10.). Избыток раствора щелочи колебался в пределах 20-100 %. Полученные результаты представлены в табл.21. и 22.

Таблица 21.

Влияние избытка гидроксида натрия (175 г/л) на показатели рафинированного форпрессового масла

Образец, №	Избыток раствора NaOH, %	Показатели рафинированного масла		
		Кислотное число, мг КОН/г	Цветность кр.ед. при 35 желт в. 13,5 см.сл.	Выход от исходного, %
1	0 (контроль)	5,6	39	-
2	20	0,35	10	91
3	40	0,21	8	90
4	60	0,16	6	89
5	80	0,11	3	89
6	100	0,09	2	89

Таблица 22.

Влияние избытка гидроксида натрия (375 г/л) на показатели рафинированного экстракционного масла

Образец, №	Избыток раствора NaOH, %	Показатели рафинированного масла		
		Кислотное число, мг КОН/г	Цветность кр.ед. при 35 желт в. 13,5 см.сл.	Выход от исходного, %
1	0 (контроль)	8,10	52	-
2	30	3,51	37	90
3	60	0,73	21	87
4	90	0,36	11	85
5	120	0,27	8	84
6	150	0,21	5	82

Анализ данных, таблицы 21 и 22 свидетельствуют о том, что избыток раствора гидроксида натрия также влияет на показатели рафинированного масла. Наиболее существенные результаты достигаются при определенном значении избытка щелочи для форпрессового 40 % и экстракционного 60 % масел. Увеличение избытка щелочи выше этих значений оказывает незначительное влияние на технологический процесс окончательной рафинации частично нейтрализованных масел. При этом достигается значительное сокращение количества гидроксида натрия в технологии рафинации сырого хлопкового масла.

Учитывая полученные выше результаты, нами проведены многочисленные эксперименты по окончательной рафинации частично нейтрализованных хлопковых масел с различными исходными характеристиками. При этом во всех случаях температура (22 °С) и длительность перемешивания (90 с) были постоянными. Результаты экспериментальных исследований отражены в табл.23. и 24.

Таблица 23.
Результаты окончательной рафинации частично нейтрализованных сырых форпрессовых хлопковых масел

Образец исходного сырья	Показатели частично нейтрализованного масла		Показатели окончательно рафинированного масла				
	Кислотное число, мг КОН/г	Цветность кр.ед. при 35 желт. в 1 см.сл.	Условия рафинации		Кислотное число, мг КОН/г	Цветность кр.ед. при 35 желт. в 13,5 см.сл.	Выход от исходного сырья, %
			Концентрация раствора NaOH, г/л	Избыток щелочи, %			
1	1,6	11	70	10	0,07	4	98
2	2,0	13	80	10	0,11	4	98
3	3,7	17	95	17	0,17	5	95
4	4,4	19	110	20	0,26	7	90
5	6,0	21	170	26	0,33	11	87
6	7,3	34	250	5	0,41	23	83

Анализ приведенных данных (табл.23. и 24.) показывает, что процессы окончательной рафинации частично нейтрализованных хлопковых масел с различными исходными показателями протекает в мягких условиях и со значительным снижением расхода гидроксида натрия. Это свидетельствует о существенном влиянии процесса частичной нейтрализации сырых масел щелочным раствором алюмината натрия. Во всех экспериментальных образцах улучшается качество и повышается выход рафинированного масла.

Таблица 24.
Результаты окончательной рафинации частично нейтрализованных сырых экстракционных хлопковых масел

Образец исходного сырья	Показатели частично нейтрализованного масла		Показатели окончательно рафинированного масла					
	Кислотное число, мг КОН/г	Цветность кр.ед. при 35 желт. в 1 см.сл.	Условия рафинации		Избыток щелочи %	Кислотное число, мг КОН/г	Цветность кр.ед. при 35 желт. в 13,5 см.сл.	Выход от частично нейтрализованного масла, %
			Концентрация раствора NaOH, г/л	Выходок щелочи				
1	4,1	21	80	20	20	0,13	5	93
2	4,5	24	85	20	20	0,17	5	93
3	5,9	30	100	40	40	0,19	6	91
4	7,6	37	125	70	70	0,23	7	86
5	14,3	41	175	90	90	0,25	9	74
6	14,7	46	200	110	110	0,26	10	72

Для сравнения в табл.25. приведены данные щелочной рафинации образцов сырых хлопковых масел без применения способа предварительной частичной нейтрализации сырья щелочным раствором алюмината натрия.

Сравнительные анализы результатов технологии щелочной рафинации сырого хлопкового масла с предварительной частичной нейтрализацией сырья

щелочным раствором алюмината натрия и без нее свидетельствуют о том, что применение постадийной технологии очистки масла позволяет получить высококачественное рафинированное хлопковое масло, соответствующее требованиям Международных стандартов [102, 126, 136, 149]. При этом достигается значительное снижение расхода гидроксида натрия, улучшается цветность и повышается выход рафинированного масла. Это позволяет получить определенные технико-экономические преимущества при использовании рекомендуемой технологии в условиях производства. Это важно в промышленной практике при переработке низкосортных и нестандартных семян, общий объем которых составляет более 33-35 % от перерабатываемого сырья.

Таблица 25.

Результаты щелочной рафинации сырых хлопковых масел

Образец исходного сырья	Условия рафинации		Избыток щелочи %	Кислотное число, мг КОН/г	Цветность кр.ед. при 35 желт. в 13,5 см.сл.	Выход от исходного масла, %
	Концентрация раствора NaOH, г/л	Выходок щелочи				
1	60	20	20	0,13	4	92
2	75	20	20	0,18	6	91
3	80	30	30	0,20	10	91
4	90	30	30	0,33	11	89
5	100	40	40	0,51	14	87
6	110	40	40	0,57	14	85

4.2. Изучение влияния напряженности электромагнитного поля на показатели рафинированных масел

В ходе проведенных нами экспериментальных исследований установлена положительная роль технологии обработки щелочного раствора воздействием электромагнитного поля различной напряженности. Учитывая это, было изучено влияние этого фактора на технологию окончательной рафинации частично нейтрализованного хлопкового масла. Исследования проведены в лабораторных условиях с использованием образцов № 4, по табл.23. и № 6, табл.24. Технология рафинации осуществлялась раствором гидроксида натрия с концентрацией 15 % и избытком 30 % щелочи. Эксперименты проведены в оптимальных технологических режимах, которые были установлены в ходе предварительных исследований. Изучено влияние значения напряженности электромагнитного поля на показатели окончательной рафинации хлопкового масла.

Полученные результаты приведены в табл.26. и 27.

Данные табл.26. и 27. свидетельствуют о том, что обработка раствора гидроксида натрия в электромагнитном поле в процессе окончательной нейтрализации частично рафинированного хлопкового масла позволяет ускорить технологический процесс окончательной очистки сырья. Повышение напряженности ЭМП до 1,6 А/м существенно влияет на снижение кислотного числа, улучшение цветности и повышение выхода рафинированного масла. Дальнейшее повышение этого параметра приводит к незначительному изменению изученных показателей. Технология окончательной рафинации масла обработанным в ЭМП раствором гидроксида натрия также зависит от природы нейтрализуемого сырья. Необходимо отметить, что экстракционное хлопковое масло очищается при относительно более высоких напряженностях ЭМП.

Таким образом предварительная обработка раствора гидроксида натрия в ЭМП позволяет также усовершенствовать технологию щелочной нейтрализации хлопкового масла.

Таблица 26.

Влияние напряженности ЭМП при обработке раствора гидроксида натрия в технологии окончательной рафинации частично нейтрализованного форпрессового масла

Напряженность ЭМП А/м	Кислотное число рафинированного масла, мг КОН/г	Цветность кр.ед. при 35 желт. в 13,5 см.сл.	Выход от частично нейтрализованного масла, %
0 (контроль)	0,26	7	90,0
0,4	0,25	7	90,6
0,8	0,23	6	90,8
1,2	0,17	5	91,0
1,6	0,13	3	91,1
2,0	0,12	3	91,1
2,4	0,11	3	91,1
2,8	0,11	3	91,1

Таблица 27.

Влияние напряженности ЭМП при обработке раствора гидроксида натрия в технологии окончательной рафинации частично нейтрализованного экстракционного масла

Напряженность ЭМП А/м	Кислотное число рафинированного масла, мг КОН/г	Цветность кр.ед. при 35 желт. в 13,5 см.сл.	Выход от частично нейтрализованного масла, %
0 (контроль)	0,41	23	83,0
0,4	0,35	20	83,2
0,8	0,29	16	83,5
1,2	0,25	14	83,6
1,6	0,20	10	83,7
2,0	0,19	10	83,7
2,4	0,18	10	83,7
2,8	0,18	10	83,7

4.3. Оценка показателей и использование технологических отходов

Был проведен анализ мыла, полученных при окончательной рафинации частично нейтрализованных форпрессовых и экстракционных хлопковых масел раствором гидроксида натрия без и с обработкой щелочи в ЭМП. Физико-химические характеристики образцов хлопковых мыла приведены в табл.28. и 29.

Таблица 28.

Физико-химическая характеристика форпрессовых хлопковых мыла

Образец, №	Содержание, %		
	Общего жира	Нейтрального жира	Нежировых веществ
1 (контроль)	60,0	16,7	3,7
2	59,7	17,0	3,8
3	57,5	19,1	6,3
4	51,0	21,4	7,1
5	49,8	23,5	8,7
6	41,4	24,2	10,1
7	40,1	25,5	11,5
8	34,7	27,0	12,7

Таблица 29.

Физико-химическая характеристика экстракционных хлопковых мыла

Образец, №	Содержание, %		
	Общего жира	Нейтрального жира	Нежировых веществ
1 (контроль)	60,5	17,3	6,0
2	60,1	18,0	6,3
3	57,0	16,1	6,9
4	52,9	21,3	9,1
5	50,7	22,6	8,7
6	43,2	23,2	10,6
7	41,3	24,3	10,1
8	38,4	25,1	13,4

Анализ приведенных данных свидетельствует о том, что в образцах хлопковых мыла снижается содержание общего жира, и нейтрального жира. Одновременно происходит частичное изменение влажности мыла.

Изменение количественного содержания этих показателей в основном зависит от природы и способа рафинации частично нейтрализованного хлопкового мыла. Качество форпрессовых образцов хлопковых мыла несколько выше по сравнению с экстракционными образцами. Это, по видимому обусловлено природой и степенью очистки рафинированного хлопкового мыла. Особенностью качественных показателей полученных образцов хлопковых мыла является их низкая цветность.

Уровень напряженности ЭМП также оказывает существенное влияние на физико-химические характеристики получаемых хлопковых мыла. Повышение напряженности ЭМП приводит к снижению содержания нейтрального жира и влаги в мылах. Наиболее оптимистичные результаты наблюдаются при напряженности ЭМП 1,6 А/м, дальнейшее повышение этого показателя не оказывает существенного влияния на изученные характеристики.

Полученные мыла были нами использованы для приготовления некоторых рецептов (табл.30.) твердого хозяйственного мыла.

Таблица 30.

Рецептура и жирнокислотный состав (%) твердого хозяйственного мыла

Сырье	Содержание жирных кислот		
	72 %	70 %	65 %
Дистиллированные жирные кислоты технического сала	520	39	34
Синтетические жирные кислоты	31	37	39
Мыла светлого хлопкового масла	19	24	27

Приготовление хозяйственного мыла осуществлялось в лабораторных условиях (АООТ "Когон ег-экстракция") с учетом технологических операций и режимов, используемых в промышленной практике.

Приготовленные образцы в специальной установке формированы в виде твердого брускового хозяйственного мыла и затем подвергнуты качественной и

4.4. Оптимизация технологических режимов производства высококачественного рафинированного масла

Качество и физико-химические характеристики хлопкового масла, в основном зависят от технологических параметров окончательного процесса рафинации частично нейтрализованного масла. Нашими исследованиями установлено, что выход рафинированного масла зависит от концентрации, избытка раствора гидроксида натрия и уровня напряженности ЭМП при обработке растворов. Предварительные исследования позволило определить пределы концентрации и избытка раствора гидроксида натрия, а также оптимальный уровень напряженности ЭМП. С целью разработки оптимальных технологических условий и режимов производства высококачественного рафинированного масла с хорошим выходом мы воспользовались методами процесса оптимизации.

В качестве критерия оптимизации выбрали выход (У) и цветность (У) рафинированного хлопкового масла.

Функции отклика или совокупность факторов, от которых зависят выход (%) и цветность (кр. ед. в 13,5 см. сл. при 35 желт.) масла были следующие:

X_1 - концентрация раствора гидроксида натрия, %;

X_2 - избыток раствора гидроксида натрия, %;

X_3 - напряженность ЭМП обработки, А/м.

Уровни факторов и интервал их варьирования на основе проведенных лабораторных исследований приведены в табл.32.

Таблица 32.

Уровни факторов и интервал их варьирования

Факторы	Основной уровень (нулевой)	Единица варьирования	Нижний уровень	Верхний уровень
X_1	15	3	12	18
X_2	2,5	5	20	30
X_3	1,6	0,4	1,2	2,0

физико-химической оценке. Оценка показателей мыла производилась в лабораторных условиях, методами, применяемыми в мыловаренной практике [94, 142].

Физико-химическая и качественная характеристика образцов мыла приведены в табл.31.

Таблица 31.

Физико-химическая и качественная характеристика образцов хозяйственного мыла

Сырье	Содержание жирных кислот		
	72 %	70 %	65 %
Качественное число, г	71,5	69,5	64,3
Титр-температура застывания, °С	41,3	38,7	37,1
Массовая доля свободной едкой щелочи, %	0,11	0,15	0,18
Массовая доля свободной углекислоты соды, %	0,77	0,86	0,91
Содержание неомыляемых веществ, %	2,1	2,6	3,3
Пенообразовательная способность в водном растворе, мл	390	350	310
Цветность по виду	Светлый	Светлый	Светлый

Данные, приведенные в табл.31., свидетельствуют о том, что физико-химическая и качественная характеристика образцов хозяйственного мыла соответствует требованиям, используемых в промышленной практике. Особенностью качественной характеристики хозяйственного мыла является его товарный вид и цветность.

Таким образом результатами лабораторных исследований установлено возможность эффективного и рационального использования хлопковых soapstokov, полученных способами частичной и окончательной рафинации сырья растворами алюминатов и гидроксида натрия без обработки и с обработкой щелочей в ЭМП в рецептуре хозяйственного мыла. Установлены пути повышения качества и физико-химической характеристики конечной продукции. Это позволяет создать безотходную и экологически чистую технологию в жироперерабатывающей отрасли.

Метод математического планирования экспериментов к поиску оптимальных условий окончательной рафинации с раствором гидроксида натрия частично нейтрализованного хлопкового масла, проводили его используя 1/2 реплики от полного факторного эксперимента n^{2-1} .

Соответствующие таблицы и результаты по оптимизации технологических параметров окончательной рафинации частично нейтрализованного хлопкового масла приведены в приложении (приложение № 3) настоящей диссертационной работы.

Установлено уравнение регрессии, определены коэффициенты регрессии по каждому изучаемому параметру, и они сравнены с вычисленными значениями этих данных. Для каждого случая находили дисперсию и рассчитывали их сумму. Определением и оценкой критериев Кохрена установлены уровни значимости коэффициентов регрессии в уравнение.

В уравнение регрессии значимыми оказались по выходу масла - 4, а по цветности - 3 фактора.

По количественному вкладу факторы располагались в следующем порядке:

по выходу масла $X_1 > X_2 > X_3 > X_{1,3}$

по цветности масла $X_1 > X_{1,3} > X_3 > X_{2,3}$

Остальные факторы оказались мало значимыми. Необходимо отметить, что наибольшее влияние на выход рафинированного масла оказывает влияние концентрация раствора гидроксида натрия.

Проведенная математическая обработка лабораторных исследований позволили значительно сократить количество опытов по изучению технологий рафинации сырого хлопкового масла растворами алюмината и гидроксида натрия в производственных условиях.

Таким образом определены оптимальные технологические режимы рафинации сырого хлопкового масла по рекомендуемым новым технологиям, установлены возможности повышения выхода и качества рафинированного масла.

У. РАФИНАЦИЯ ХЛОПКОВОГО МАСЛА РАСТВОРАМИ АЛЮМИНАТА И ГИДРОКСИДА НАТРИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Данный раздел работы посвящен проведению опытных испытаний новых технологических разработок в области рафинации сырого хлопкового масла в производственных условиях и анализу полученных данных. Производственные испытания поведены в условиях АООТ "Бухоро и" с использованием опытных и производственных установок, характеристики которых изложены в разделе 2.3. настоящей работы.

5.1. Опытные испытания и их результаты

В опытно-производственных испытаниях исследованы технологические процессы частичной нейтрализации сырых хлопковых масел раствором алюмината натрия с последующей окончательной рафинацией полученных масел раствором гидроксида натрия. Исследования проведены как с обработкой щелочных растворов в электромагнитном поле, так и без нее.

Результаты частичной нейтрализации раствором алюмината натрия

Частичная нейтрализация сырья раствором алюмината натрия определенными концентрациями и избытком щелочи проводилась на отдельных образцах форпрессового (табл.33.) и экстракционного (табл.34.) масел.

Нейтрализация сырого форпрессового масла осуществлялась при 22-25 °С с перемешиванием реакционной массы в течение 180 сек. При этом концентрация щелочного раствора алюмината натрия составляла 15 % и его избыток 30 %. После образования хорошо отделяющихся и оседающихся

хлопьев соапстока, реакционной массе дали отстояться затем частично нейтрализованное масло отделяли от соапстока и анализировали.

Таблица 33.

Характеристика форпрессового хлопкового масла, использованного в опытных испытаниях

Образец, №	Кислотное число, мг. КОН/г	Цветность, кр. ед. при 35 желт. в 1 см. слое	Содержание, %	
			Фосфолипидов	Свободного госсипола
1	3,5	19	0,3	0,09
2	4,8	23	0,5	0,20
				0,12
				0,26

Таблица 34.

Характеристика экстракционного хлопкового масла, использованного в опытных испытаниях

Образец, №	Кислотное число, мг. КОН/г	Цветность, кр. ед. при 35 желт. в 1 см. сл.	Содержание, %	
			Фосфолипидов	Свободного госсипола
1	5,2	41	0,71	0,21
2	6,3	52	1,39	0,33
				0,26
				0,42

Аналогичным образом частично нейтрализовали сырое экстракционное масло концентрацией щелочного раствора алюмината натрия 20 % и с его избытком 50 %.

Результаты опытно-производственных испытаний технологии частичной нейтрализации хлопковых масел приведены в табл. 35 и 36.

Анализ приведенных данных свидетельствуют о том, что в опытно-производственных условиях частичная нейтрализация сырого масла протекает аналогично проведенным в лабораторных исследованиях. Однако, в этом случае физико-химическая характеристика полученных масел несколько отличается от данных лабораторных исследований. По видимому более крупные партии сырья труднее подвергаются частичной нейтрализации

щелочным раствором алюмината натрия, чем небольшие объёмы и требуют более жестких условий рафинации. Необходимо также отметить, что экстракционные образцы сырого масла труднее подвергаются частичной нейтрализации и качественная их характеристика уступает форпрессовым маслам.

Результаты анализов соапстоков представлены в табл. 37.

Таблица 35.

Результаты частичной нейтрализации сырого форпрессового хлопкового масла в опытно-производственных условиях

Образец, №	Кислотное число, мг КОН/г	Цветность, кр. ед. при 35 желт. в 1 см. сл.	Физико-химическая характеристика					Выход частично нейтрализованного масла, %
			Фосфолипидов		Содержание, %			
			Свободного госсипола	Связанного госсипола	Алюминиевых мыл			
1	2,1	17	0,29	0,07	0,09	Отст	97	
2	2,8	21	0,42	0,13	0,21	Отст	95	

Таблица 36.

Результаты частичной нейтрализации сырого экстракционного хлопкового масла в опытно-производственных условиях

Образец, №	Кислотное число, мг КОН/г	Цветность, кр. ед. при 35 желт. в 1 см. сл.	Физико-химическая характеристика					Выход частично нейтрализованного масла, %
			Фосфолипидов		Содержание, %			
			Свободного госсипола	Связанного госсипола	Алюминиевых мыл			
1	2,5	24	0,41	0,13	0,14	отст	96	
2	4,7	35	0,75	0,20	0,28	Следы	94	

Таблица 37.

Физико-химическая характеристика опытных образцов соапстоков частично нейтрализованных масел

Образец, №	Содержание общего жира, %	Соотношение НЖ:ЖК	Содержание алюминиевых мыл, %	
			Форпрессовое масло	Экстракционное масло
1	41,4	1:1	3,8	
2	40,1	1:1	4,1	
1	41,3	1:2	4,3	
2	38,4	1:2	4,6	

Приведенные данные показывают, что хлопковые соапстоки частично нейтрализованных масел по содержанию общего жира и соотношения нейтрального жира к жирным кислотам соответствуют результатам лабораторных экспериментов. Также следует отметить, что все алюминиевые мыла переходят в отделяемые от масел соапстоки.

Таким образом опытно-производственная проверка подтвердила достоверность лабораторных результатов частичной нейтрализации сырых хлопковых масел щелочным раствором алюмината натрия.

В опытно-производственных испытаниях также исследована технология частичной нейтрализации сырого хлопкового масла раствором алюмината натрия с предварительной обработкой его в ЭМП с различной напряженностью. Исследовали отдельные образцы форпрессовых (№ 2 по табл.33.) и экстракционных (№2 по табл.34.) масел. Полученные результаты приведены в табл. 38. и 39.

Данные табл. 38 и 39 показывают, что ЭМП обработка раствора щелочи в технологии частичной нейтрализации сырого хлопкового масла и в опытно-производственных условиях привела к ускорению процессов взаимодействия свободных жирных кислот с щелочным раствором.

Таким образом, в опытно-производственных испытаниях подвешдена целесообразность использования ЭМП обработки щелочного раствора в процессах частичной нейтрализации сырых хлопковых масел.

Таблица 38.

Результаты опытно-производственных испытаний технологии частичной нейтрализации сырых хлопковых масел предварительно обработанными растворами щелочи в ЭМП

Напряженность ЭМП А/м	Физико-химическая характеристика						Выход частично нейтрализованного масла, %
	Кислотное число, мг КОН/г	Цветность, кр.ед. при 35 желт. в 1 см. сл.	Содержание, %			Алюминиевых мыл	
			Фосфолипидов	Свободного глицерола	Связанного глицерола		
Форпрессовое масло							
0 (контроль)	2,8	21	0,42	0,13	0,21		95
0,4	2,6	21	0,41	0,12	0,20		95
0,8	2,3	20	0,39	0,10	0,18	Следы	96
1,2	2,1	20	0,35	0,08	0,16		96
1,6	2,0	19	0,30	0,04	0,13		97
2,0	2,0	17	0,29	0,03	0,11		97
2,4	2,0	15	0,29	0,03	0,10		98
2,8	2,0	14	0,29	0,03	0,10		98
Экстракционное масло							
0 (контроль)	4,7	35	0,75	0,20	0,28		94
0,4	4,6	34	0,73	0,19	0,27		94
0,8	4,3	30	0,70	0,18	0,26	Следы	94
1,2	4,1	27	0,65	0,16	0,23		95
1,6	3,6	23	0,50	0,11	0,19		95
2,0	3,4	21	0,48	0,10	0,18		95
2,4	3,3	20	0,47	0,10	0,17		96
2,8	3,3	20	0,46	0,10	0,17		96

Таблица 39.

Физико-химическая характеристика хлопковых соапстоков, полученных частичной нейтрализацией сырья щелочным раствором активированного алюмината натрия

Напряженность ЭМП А/м	Форпрессовое масло		Экстракционное масло		Соотношение НЖ:ЖК	Соотношение общего жира, %	Содержание мыл, %	Содержание алюминатных мыл, %
	Содержание общего жира, %	Соотношение НЖ:ЖК	Содержание алюминатных мыл, %	Содержание общего жира, %				
0 (контроль)	40,1	1:1	4,1	38,4	1:2	4,6		
0,4	40,1	1:1	4,1	38,4	1:2	4,6		
0,8	38,5	1:1	4,1	38,2	1:2	4,6		
1,2	38,3	1:1	4,2	38,0	1:1	4,7		
1,6	37,5	1:1	4,5	37,5	1:1	4,9		
2,0	37,3	1:1	4,6	37,4	1:1	4,9		
2,4	37,2	1:1	4,7	37,3	1:1	4,9		
2,8	37,1	1:1	4,7	37,3	1:1	4,9		

Результаты окончательной рафинации частично нейтрализованных масел с раствором гидроксида натрия

Полученные в опытно-производственных испытаниях образцы частично нейтрализованных форпрессовых и экстракционных хлопковых масел были окончательно отрафинированы раствором гидроксида натрия. Окончательная рафинация сырья осуществлялась в технологических режимах, принятых в промышленной практике. Концентрацию и избыток раствора гидроксида натрия устанавливали в зависимости от исходного кислотного числа частично нейтрализованного масла. Испытания проведены с использованием периодического способа рафинации. Результаты окончательной рафинации частично нейтрализованных масел приведены в табл. 40. и 41.

Таблица 40.

Результаты окончательной рафинации частично нейтрализованных форпрессовых и экстракционных масел в опытно-производственных условиях

Образец исходного сырья	Показатели частично нейтрализованного масла		Показатели окончательно рафинированного масла				
	Кислотное число, мг КОН/г	Цветность кр. ед. при 35 желт. в 1 см. сл.	Избыток щелочи, %	Концентрация раствора NaOH, г/л	Кислотное число, мг КОН/г	Цветность кр. ед. при 35 желт. в 1,5 см. сл.	Выход, %
	Форпрессовое масло						
1	2,1	17	95	20	0,07	4	97
2	2,8	21	115	30	0,09	5	95
Экстракционное масло							
1	2,5	24	150	40	0,19	7	94
2	4,7	35	180	60	0,23	9	91

Анализ данных приведенных в табл.40. и 41., показывает, что частично нейтрализованные хлопковые масла легко подвергаются окончательной рафинации раствором гидроксида натрия. При этом обеспечивается значительное улучшение физико-химической и качественной характеристики рафинированного масла. Одновременно обеспечивается снижение расхода гидроксида натрия и повышается выход рафинированного масла. Наиболее высокие результаты достигаются при рафинации частично нейтрализованных форпрессовых хлопковых масел.

Анализ соапстоков (табл.41.), полученных при окончательной рафинации частично нейтрализованных хлопковых масел показывает, что в опытных

Таблица 42.

Результаты опытно – промышленных испытаний технологии окончательной рафинации хлопкового масла с обработкой раствора щелочи в ЭМП

Образец №	Напряженность ЭМП А/м	Форпрессовое масло			Экстракционное масло		
		Содержание общего жира, %	Соотношение НЖ : ЖК	Содержание алюминниевых мвл, %	Содержание общего жира, %	Соотношение НЖ : ЖК	Содержание алюминниевых мвл, %
1	0 (контроль)	41,6	1:2	3,8	43,2	1:1	4,0
2	0,4	41,6	1:2	3,9	43,2	1:2	4,1
3	0,8	41,4	1:2	4,0	43,1	1:2	4,2
4	1,2	41,1	1:2	4,3	42,4	1:2	4,4
5	1,6	39,4	1:2	4,7	41,0	1:1	4,5
6	2,0	39,0	1:2	4,8	39,8	1:1	4,7
7	2,4	39,0	1:2	4,9	39,7	1:1	4,7
8	2,8	39,0	1:2	4,9	39,7	1:1	4,7

Таблица 43.

Физико-химическая характеристика образцов хлопковых соапстоков

Образец, №	Форпрессовое масло				Экстракционное масло			
	Общего жира	Нейтрального жира	Нежировых веществ	Влаги	Общего жира	Нейтрального жира	Нежировых веществ	Влаги
1 (контр)	41,6	24,6	9,4	24,4	43,2	21,7	11,9	23,2
2	41,4	24,8	9,4	24,4	43,1	21,6	12,0	23,3
3	41,3	24,6	9,5	24,6	43,0	21,3	12,2	23,5
4	41,1	24,5	9,7	24,7	42,6	21,2	12,5	23,7
5	39,8	25,5	9,8	24,9	42,3	21,1	12,7	23,9
6	39,6	25,3	9,9	25,2	41,7	21,1	12,9	24,3
7	39,5	25,0	10,1	25,4	41,4	20,6	13,3	24,7
8	39,3	24,8	10,3	25,6	41,0	20,6	13,5	24,9

95

образцах изменяется содержание общего и нейтрального жира. По этим показателям полученные соапстоки значительно отличаются от показателей соапстоков, получаемых по традиционной технологии рафинации хлопковых масел в производственных условиях.

Таблица 41.
Физико-химическая характеристика опытно-производственных образцов хлопковых соапстоков

Образец, №	Содержание, %			Влаги
	Общего жира	Нейтрального жира	Нежировых веществ	
1	41,6	24,6	9,4	24,4
2	40,3	25,9	8,1	25,7
Экстракционное масло				
1	43,2	21,7	11,9	23,2
2	41,7	24,9	9,4	24,0

Таким образом, опытно-производственными испытаниями технологии окончательной рафинации частично нейтрализованных хлопковых масел подтверждена эффективность разработанных технологий рафинации масел.

Кроме того в опытно-производственных условиях произведено испытание технологии окончательной рафинации хлопкового масла с обработкой раствора щелочи в ЭМП различной напряженности. Исследования проведены с целью изучения влияния напряженности ЭМП на основные показатели получаемого рафинированного масла. Технологические режимы осуществления процессов подобраны с учетом исходных показателей сырья в соответствии с технологическими параметрами, применяемыми в промышленной практике. Исследовались образцы форпрессового и экстракционного масел. Результаты окончательной рафинации хлопковых масел с использованием способа ЭМП обработки щелочи приведены в табл.42. и 43.

94

Анализ данных этих таблиц, показывает, что предварительная ЭМП обработка раствора щелочи позволяет значительно снизить кислотное число масла и улучшает его цвет. Изменение этих показателей достигается до определенной напряженности 1,6 А/м ЭМП. ЭМП обработка раствора гидроксида натрия также влияет на выход рафинированного масла. При малых расходах и избытках щелочного раствора достигается относительное повышение выхода рафинированного масла. В полученных хлопковых соапстоках снижается содержание общего и нейтрального жира, а также нежировых веществ. ЭМП обработка приводит к снижению содержания влаги в образцах соапстоков. Результаты этих опытных испытаний согласуются данными лабораторных исследований.

Таким образом использование технологии ЭМП обработки щелочи при окончательной рафинации хлопкового масла позволяет усовершенствовать технологические процессы очистки сырья. В свою очередь, это обеспечивает снижение потерь в рафинационном производстве и улучшение качественных показателей рафинированного масла и соапстоков. Сравнительная оценка показателей полученных рафинированных хлопковых масел с показателями стандартов, используемых в промышленности, подтверждает, что по рекомендуемому разработкам достигается получение высококачественных рафинированных хлопковых масел соответствующих требованиям Международных стандартов. Это позволяет обеспечить получение определенной экономической прибыли в промышленных условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана принципиально новая технология щелочной рафинации сырого хлопкового масла заключающаяся в его нейтрализации последовательно с щелочными растворами алюмината и гидроксида натрия.

Исследованная технология усовершенствована с использованием способов предварительной обработки щелочных растворов в электромагнитном поле различной напряженности.

Результаты новых разработок позволили сократить расходы щелочных растворов, снизить потери масла и улучшить его качество.

Определены оптимальные технологические режимы частичной нейтрализации сырого хлопкового масла, обеспечивающие максимальное выведение из сырья фосфолипидов, госсипола и его производных, токоферолов на стадии предварительной рафинации.

Исследована технология окончательной рафинации частично нейтрализованного хлопкового масла щелочным раствором гидроксида натрия, установлены оптимальные его концентрация и избыток, обеспечивающие повышение качества и пищевой ценности рафинированного масла.

Усовершенствованы технологические процессы частичной и окончательной рафинации сырого хлопкового масла щелочными растворами алюмината и гидроксида натрия с предварительной их обработкой в электромагнитном поле различной напряженности. Определено оптимальное значение напряженности ЭМП, обеспечивающее высокий выход и качество рафинированного масла.

Оценена физико-химическая и качественная характеристика соапстоков получаемых в технологиях частичной нейтрализации и окончательной рафинации сырых хлопковых масел.

Методом математической оптимизации установлены оптимальные технологические режимы частичной нейтрализации и рафинации сырого хлопкового масла, позволившие увеличить выход и повысить качество получаемой продукции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доклады Ш.М.Мирзияева «Развитие масложировые отрасли в Узбекистан», Ташкент, 2019 й
2. Отчет о работе масложировых предприятий Среднеазиатских республик в 1984-1985 гг. – Ташкент, СредазНИКИПИЩепром, 1984-1985 гг.
3. Голдовский А.М. «Теоретические основы производства растительных масел», - М., Пищепромиздат, 1958 г., - 445 с.
4. Кичигин В.П. Технология и технологический контроль производства растительных масел, - М., «Пищевая промышленность», 1976 г., - 360 с.
5. Гавриленко И.В. Оборудование для производства растительных масел. - М., «Пищевая промышленность», 1972 г., - 314 с.
6. Белобородов В.В. Основные процессы производства растительных масел. - М., «Пищевая промышленность», 1966 г., - 478 с.
7. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. - Л., ВНИИЖ, т.1, кн.1., 1975, - 725 с., т.1., кн.2, 1974, -591 с., т.2, 1973, - 350.
8. Технология производства растительных масел //Под ред.В.М.Копейковского и С.И.Данильчука). - М., «Легкая и пищевая промышленность», 1982, - 416 с.
9. Тюпонников Б.Н., Науменко П.В., Тоббин И.М., Фаниев Г.Г. Технология переработки жиров. - М., «Пищевая промышленность» 1970, - 686 с.
10. Щербаков В.Г. «Технология получения растительных масел», - М., «Легкая и пищевая промышленность», 1984, - 144с.
11. Щербаков В.Г. Биохимия и товарование масличного сырья. М., «Пищевая промышленность», 1979, - 336 с.
12. Тюпонников Б.Н. Химия жиров. М., «Пищевая промышленность», 1974, 448 с.
13. Руководство по методам исследования, технологическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. - Л., ВНИИЖ, 1969, т.У., -490 с.
14. Ржехин В.П. «Исследование важнейших химических процессов при переработке масличных семян и некоторые новые решения в области улучшения использования масличного сырья», доклад по совокупности работ на соискание ученой степени док-ра техн.наук, - 1964.
15. Маркман А.Л., Ржехин В.П. Госсипол и его производные. - М., «Пищевая промышленность», 1965, - 242 с.
16. Ржехин В.П. Госсипол и его производные. - Л., ВНИИЖ, 1955, - 96 с.
17. Ржехин В.П. К вопросу о природе специфической окраски сырых хлопковых масел. «Маслобойно-жировая промышленность», 1954, № 2, с.14.
18. Маркман А.Л., Вилькова С.Н. «О свойствах госсипола хлопкового масла», Узбекский химический журнал, 1969, № 1, с.63.
19. Маркман А.Л., Залесов Ю.П. Новая качественная реакция на госсипол. «Масло-жировая промышленность», 1960, № 3, с.8.
20. Ржехин В.П. Действие тепла на госсипол и причины затруднения при рафинации черных хлопковых масел. «Масло-жировая промышленность», 1952, № 4, с.22.
21. Маркман А.Л. Колесов С.Н. Исследование поведения госсипола. «Журнал прикладной химии», 1956, № 29, с.242.
22. Колесов С.Н. Полярографическое исследование поведения госсипола. Автореферат канд.диссертации, Ташкент, 1953, 25 с.
23. Ржехин В.П., Прображенская И.С. Взаимодействие фосфатидов с госсиполом. Труды весен. и ин-т жиров, вып.21, - Л., ВНИИЖ, 1968, с.13.

24. Ржехин В.П., Преображенская И.С. Взаимодействие фосфатидов с госсиполом в присутствии воды. «Масложировая промышленность», 1960, № 3, с.3.
25. Ржехин В.П., Преображенская И.С. Взаимодействие фосфатидов с госсиполом в бензиновых и масляных средах. «Масложировая промышленность», 1961, № 2, с.9.
26. Семендяева Т.К. Взаимодействие фосфатидов с госсиполом при нагревании. «Масло-жировая промышленность», 1957, № 4, с.7.
27. Маркман А.Л., Умаров А.У. Хромотографическое исследование госсипола. «Узбекский химический журнал», 1960, № 5, с.66.
28. Бурнашева С.Н., Стерлин Б.Я. Гидратация хлопкового масла. «Масло-жир. пром-сть», 1960, № 11, с.18.
29. Зиновьев А.А. Химия жиров. «М., «Пищепромиздат», 1952, - 320 с.
30. Бурнашева С.Н. Исследование процесса рафинации хлопкового масла. Автореферат канд.диссертации, Ташкент, 1961, - 21 с.
31. Ржехин В.П., Семенов Е.А. Кислотные свойства фосфатидов растительных масел. Труды Всес.н.-и.ин-т жиров., - Л., ВНИИЖ, вып.23, 1959, с.59.
32. Умаров А.У. Хромотографические исследования неглицеридного комплекса хлопкового масла. Автореферат канд.диссертации, Ташкент, 1962, № 2, с.12.
33. Маркман А.Л., Умаров А.У. Хромотографическое исследование красящих веществ хлопкового масла. «Узбекский химический журнал», 1961, № ; с.61.
34. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. - Л., ВНИИЖ, т.11, 1973, стр.140-210.
35. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. -Л., ВНИИЖ, т.1, 1970, стр.140-210.

36. Леонтьевский К.Е. Производство растительных масел. - М., «Пищепромиздат», 1956, с.83.
37. Масликов В.А. Технологическое оборудование производства растительных масел. - М., «Пищевая промышленность», 1974, с.74 - 135.
38. Гавриленко И.В. Маслоэкстракционное производство. М., «Пищепромиздат», 1960, 246 с.
39. Масликов В.А. Технологическое оборудование производства растительных масел. - М., «Пищевая промышленность»Ю 1974, с.281 - 429.
40. Гавриленко И.В. Оборудование маслоэкстракционного производства. - М., «Пищевая промышленность», 1972, - 159 с.
41. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. - Л., ВНИИЖ, т.11, 1973, с.255 - 310.
42. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. - Л., ВНИИЖ, т.1, кн.2, 1974, с.300-450.
43. Сергеев А.Г. Рафинация хлопкового масла. - М., «Пищепромиздат», 1959, - 210 с.
44. Товбин И.М., Фаниев Г.Г. Рафинация жиров. - М., «Пищевая промышленность», 1977, - 238 с.
45. Бурнашева С.Н., Стерлин Б.Я. Изучение поведения фосфатидов в растворе хлопкового масла в различных температурных условиях. Труды Всес.НИИЖ. - Л., ВНИИЖ, вып.20, 1960, с.200.
46. Белова А.Б., Ржехин В.П. Получение из хлопковых семян узких групп соединений, обладающих общими техническими или физиологическими свойствами. Труды ВНИИЖ, - Л., ВНИИЖ, вып. 21, 1971, с.114.
47. Гольдберг А.О. Исследование и разработка усовершенствованной технологии получения антралилага госсипола из хлопкового масла. Автореферат канд. диссертации, - Л., 1985, - 24 с.

48. Гольдберг А.О., Белова А.Б., Ржехин В.П. Разработка оптимальных условий технологического процесса получения технического госсипола и антралиновой кислоты из антралилата госсипола. Труды ВНИИЖ, - Л., ВНИИЖ, вып.26, 1967, с.394.
49. Cecil A., Cotton yin and oil mill "Press", 1955, 26.,14,32.
50. Маркман А.Л. Рафинация жиров в книге «Технология жиров», - М., «Пищепромиздат», 1950, с.33.
51. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. - Л., ВНИИЖ, т 3, 1974. - 435 с.
52. Сергеев А.Г. Рафинация хлопкового масла. - Л., «Стеклографическое издание», 1955, - 110 с.
53. Иванова А.И., Рожкова Т.К., Стерлин Б.Я. Некоторые особенности рафинации хлопкового масла. Труды ВНИИЖ, - Л., ВНИИЖ, 1957, вып.17, с.137.
54. Сергеев А.Г. Задачи улучшения качества хлопкового масла. «Масло-жировая промышленность», 1954, № 2, с.12.
55. Данилова Т.А. Исследование важнейших свойств ряда аминопроизводных госсипола и изучение влияния госсипуридина на качество хлопкового масла. Автореферат кандидатской диссертации. - Л., 1965.
56. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. - Л., ВНИИЖ, 2-е изд., т.2, 1973, с.200-270.
57. Шмидт А.А., Фаниев Г.Г., Паролян В.Х. и др. Опыт освоения и эксплуатации установок непрерывной сепарационной рафинации масел и жиров. - М., ЦНИИТЭИПИЩЕПРОМ, 1973, -40 с.
58. Сергеев А.Г., Стерлин Б.Я. Рафинация хлопкового масла методом эмульгирования. «Масложировая промышленность», 1953, № 4, с.10.
59. Сергеев А.Г. Новые решения и перспективные направления в развитии техники и технологии получения и переработки растительных масел.

Доклад на соискание ученой степени доктора технических наук, - Ташкент, 1963.

60. Глушенкова А.И., Назарова И.П., Госсипол, его производны и их использование. Ташкент, ФАН, 1993, 231с.
61. Безуглов И.Е., Леденев Б.И. Непрерывный процесс рафинации масла в мисцелле. «Масложировая промышленность», 1959, № 2, с.9-12.
62. Тросько У.И., Конева Я.А. Некоторое вопросы рафинации хлопкового масла в мисцелле. «Масложировая промышленность», 1961, № 2, с.14-16.
63. Тросько У.И. Рафинация хлопкового масла в мисцелле. Автореферат канд. диссертации., - Ташкент, 1961, 24 с.
64. Рафинация экстракционных масел в мисцелле. Обзор литературы и неопубликованные работы, - Л., ВНИИЖ, 1959.
65. Сергеев А.Г., Стерлин Б.Я., Тросько У.И. и др. Рафинация хлопкового масла в мисцелле. «Масложировая промышленность», 1960, № 12, с.30.
66. Паролян В.Х. и др. Технология жиров и жирозаменителей. - М., «Леткая и пищевая промышленность» 1982, - 352 с.
67. Попова Б.Н., Атауллаев А.Х., Ганиева А.Г. и др. Рафинация масла в мисцелле, получаемой прямой экстракцией хлопкового лепестка. «Масложировая промышленность», 1980, № 2., с.16.
68. Руководство по методам исследования, техникохимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. - Л., ВНИИЖ, т.11, 1965, с.120-140.
69. Руководство по методам исследования, техникохимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. - Л., ВНИИЖ, т.4, вып.2, 1974, - с.200-280.
70. Руководство по методам исследования, техникохимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. - Л., ВНИИЖ, т.2, кн.2, 1967, - с.1052.

83. Финни Д.Дж. Введение в теорию планирования экспериментов. – М., Наука, 1970, - 287 с.
84. Хартман К., Лецкий Э., Шефер В. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. – М., Мир, 1977, - 555 с.
85. Рузинов Л.П. Статистические методы оптимизации химических процессов. – М., Химия, 1972, - 119 с.
86. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента. – М., Легкая индустрия, 1974, - 228 с.
87. Методика пробной рафинации хлопкового масла (Вологовская С.Н. – Л., ВНИИЖ, 1975, 27 с.
88. М.Ф.Зайниев, А.В.Джамалов, С.Ш.Исмаев, К.Х.Мажидов. Влияние способа очистки на качество и химический состав хлопкового масла. /Спец.выпуск «Химия природных соединений», 1998, с.45-46.
89. М.Ф.Зайниев, К.Х.Мажидов, А.В.Джамалов. Оптимальные условия и режимы рафинации хлопкового масла раствором алюминатов натрия. /Журн. «Масложирная промышленность», 1998, №4, с.12-14.
90. М.Ф.Зайниев, Н.Ш.Абдуллаев. Исследование технологии щелочной рафинации нетрадиционных видов растительных масел. /Сборник научных трудов докторантов, аспирантов, соискателей, научных сотрудников Ташкентского Государственного технического университета. Ташкент, 1997, с.53-55.
91. М.Ф.Зайниев, С.Ш.Исмаев, И.Ражабов. Новые способы в технологии рафинации хлопкового масла. /Материалы республиканской научно-технической конференции «Научно-практические основы переработки сельхозсырья», Бухара, 1996, с.94-95.
92. Арутюнян Н.С. и др. Технология переработки жиров. М.: Пищепромиздат. 1999.

71. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. – Л., ВНИИЖ, т.3, вып.2, 1964, - с.491.
72. Основы управления качеством продукции и технологический контроль жиров и жиросоменителей. – М., Агропромиздат, 1985, 210 с.
73. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. – Л., ВНИИЖ, т.4, вып.3, 425 с.
74. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. – Л., ВНИИЖ, т.2, вып.2, 1965, - с.134-210.
75. Стопский В.С., Ключкин В.В., Андреев Н.В. Химия жиров и продуктов переработки жирового сырья. – М.: Колос, 1992, 286 с.
76. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М., Наука, 1976, - 279 с.
77. Бондарь А.Г., Статюха Г.А. Планирование эксперимента в химической технологии. – Киев., «Видя школа», 1976, - 183 с.
78. Боярников А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии. – М., «Химия», 1969, - 564 с.
79. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. – М., «Химия», 1969, - 564 с.
80. Максимов В.Н., Федеров В.Д. Применение методов математического планирования эксперимента. – М., Изд-во Московского университета, 1969, - 126 с.
81. Налимов В.В. Применение математической статистики при анализе вещества. – М., Физматгиз, 1960, - 430 с.
82. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экспериментальных экспериментов. – М., Наука, 1965, - 338 с.

103. U.S.D.L. Economic Reserch Service Foreign Agricultural Economic Report. – 1971. № 71. – 87 p.
104. Предварительный патент РУз IDR 05043. Способ получения растительного масла. //Ильясов А.Т., Серкаев К.П., Салихов Ш.И., Зияев А.Х., Хакимов В.К. – Оpubл. Официальный бюллетень, государственное патентное ведомство РУз, 2002, № 1 (39), с.59.
105. Мирзакаримов Р., Ильясов А.Т., Иногамов А.И., Рахимджанов М.А., Турсунов М.Т. Изменение белкового состава хлопковых семян при различных способах их переработки. Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 1978. № 5. – с.55-58.
106. Эсик А.К., Атауллаев А.Х., Худояров М.Б. Поведение белковых веществ и госсипола при прямой экстракции семян хлопчатника //Масло-жировая промышленность. –1979. №7. – с.19-20.
107. Vix H.L., Spadaro I.I., Westpook R.D. Amer.Oil Chem.Soc. –1974. V.24. – № 7. – P.228-236.
108. А.с. 721471 СССР. МКИ С11В 1/10 А23 V1/14 Способ переработки хлопковых семян. Рахимджанов М.А., Мирзакаримов Р., Иногамов А.И., Турсунов М., Ильясов А.Т. – Б.И. – 1980 - № 10.
109. Предварительный патент РУз IDR 05044. Способ рафинации растительных масел. //Ильясов А.Т., Серкаев К.П., Иногамов А.А. – Оpubл. Официальный бюллетень, Государственное патентное ведомство РУз, 2002, № 1 (39). С.59.
110. А.с. 950756 СССР МКИ С11В 1/10. Способ подготовки масляного материала к извлечению масла путем влажно-тепловой обработки мятки раствором кальцинированной соды. //А.Г.Сергеев, Н.Г.Осипова, В.Н.Гусева, А.Г.Макеев и др. – 5 с.
111. Rosenfield D. The changing climate for plant protein foods 1965-1976. с Carcal foods wold. – 1976. – V.21. – № 7. – P.302-306.

93. М.З.Комилов, М.Ф.Зайниев, К.Х.Мажидов, Н.Ш.Абдуллаев. Воздействие электромагнитного поля на качество фторрафинированного масла. //Материалы республиканской научно-технической конференции «Научно-практические основы переработки сельхозсырья», Бухара, 1996 г. с.117-118.
94. Ильясов А.Т., Серкаев К.П., Вахабова Д.З. Дробная рафинация хлопкового масла. //Масложировая промышленность. 1999 - №4, с.30-31.
95. Лабораторный практикум по технологии переработки жиров. //Н.С.Арутюнян, Е.А.Аришева, Л.И.Янова, М.А.Камышан. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 152 с.
96. Кадыров И.И., Иноятлов Т.И., Ризаева Ф.Г. Анализ работы масложировой промышленности СНГ, перерабатывающей семена хлопчатника, за 1992 г. – Ташкент – СредазНИПИпищепром.-1993. – 91 с.
97. Ильясов А.Т., Серкаев К.П., Вахабова Д.З., Еркариев А.Ж. Промышленное освоение дробной рафинации хлопкового масла.//Масложировая промышленность. 2001 - №4, с.32-33.
98. Серкаев К.П., Ильясов А.Т., Еркариев А.Ж., Салихов Ш.И., Джамалов А.Б., Шарилов Н.Ш. Карбамид в переработке семян хлопчатника. //Масложировая промышленность. 2001 - №4, с.32-33.
99. Bailey A.E., Hilditch T.R., Indersecker H.E., Margley K.S. Cottonseed Products – N.j.1948, с936 p.
100. Murti R.S. Cottonseed chemistry and tesnology – India. – 1974 – p.54.
101. Ржехин В.П., Преображенская И.С. Взаимодействие фосфатидов с госсиполом в присутствии буры //Масложировая промышленность. – 1980, №3. – 3с.
102. Бурнашева С.Н., Стерлин Б.Я. Поведение различных нежировых веществ хлопкового масла при щелочной рафинации //Труды ВНИИЖа. – 1961. Вып. XXI. – С.164-177.

112. Конева Я.А., Ржехин В.П., Борщева С.Т., Розенштейн Г.В., Рубишников В.Б., Таджибаев Г.Т. Максимальное выведение госсипола в масло и мисцеллу в ходе прессования и экстракции на существующем оборудовании // Труды ВНИИЖа, 1963. Вып. XXIV. – Л. – с.5-18.
113. Григорчук Р.Т., Скоморохова Е.Б. О растворимости госсипола в бензино-масляных мисцеллах. // Масло-жировая промышленность. – 1979. № 11. – С7 48-52.
114. Pons Walter A.J. Amer. Oil Chem. Soc. – 1967. – v.44. – №7. – P.460-464.
115. Ржехин В.П., Петушина А.Б. Некоторые особенности действия спиртоводных растворов на хлопковую мятку // Труды ВНИИЖа. – 1960. Вып.20. – 63 с.
116. Глушенкова А.И., Маркман а.Л. Рациональная технологическая схема переработки хлопковых семян // Пищевая технология. – 1975. №2. – С.86-90.
117. Wassarino S. New Industrial Process for Cottonseed // J. Amer. Oil Chem. Soc. – 1961. – v.38. – №3. – P.143-147.
118. Liu Fu-Kuang, Zou S.Q., Jung L.J.A. new method of detoxification of cottonseed // J. Amer. Oil Chem. Soc. – 1981. – v.58. №2ю – P. A93-A95.
119. Ржехин В.П., Белова А.Б., Чудновская М.А. Выведение госсиполовых железок из хлопковой мятки с одновременным извлечением масла // Труды ВНИИЖа. – 1963. Вып.23. – 70 с.
120. Рахимджанов М.А. Исследование и разработка технологии прямой экстракции масла из хлопковых семян с получением высокобелковой и госсиполовой фракций шрота: Дис. канд. техн. наук. – Краснодар, - 1980. – 156 с.
121. Ашуров Ф.Б. Повышение качества пищевых модифицированных хлебопекарных жиров. Автореф. дис. ... канд. тех. наук. – Ташкент, 2002. стр
122. Мирзакаримов Р. Исследование и совершенствование технологии экстракции хлопковых и косточковых семян: Дисс. док. тех. наук. – Ленинград, 1980. – 350 с.
123. Ильясов А.Т. Исследование и повышение эффективности прямой экстракции хлопковых семян способом многократного орошения: Дисс. Канд. тех. наук. – Ташкент, 1978. – 164 с.
124. Micami V., Gregori K., Levadoux Wet al // Appl. Environ Microbiol. – 1982. – V.43. – №2. – P.403-411.
125. Rogana E., Lindagi V. // Rev. Microbiol. – 1983. V.14. – N1. – P.1-5.
126. Kassim E., Ghazi L. // LBL Microbiol. – 1987. V.142. – N8. – P.257-261.
127. Родионов В.Н., Трубачев И.Н, Кондрасенко А.В. Вопросы питания // 1989. №6, - с.32-35.
128. А.с.1344778, МКИ С11. Способ получения хлопкового масла // К.Х.Мажидов, Н.Ш.Абдуллаев, А.Г.Сергеев, С.С.Салаев, Ф.Х.Тухтамышов (СССР). - 4020257/31-13; Опубл.15.10.87, Бюл. №38.
129. Мажидов К.Х., Абдуллаев Н.Ш., Салаев С.С. Влияние форрафинации хлопковой мятки на качество прессового масла // Масложировая промышленность, -1986. - № 8. - с.13—15.
130. Мажидов К.Х., Абдуллаев Н.Ш., Салаев С.С. Опыт комплексной переработки высококислотных масляных семян хлопчатника / Обзорная информация. – М.: ЦНИИЭИПищепром, 1986. – 18 с., вып.1.
131. Абдуллаев Н.Ш., Мажидов К.Х., Сергеев А.Г. Исследование влияния концентрации раствора щелочи на совмещенный процесс маслодобывания и рафинации хлопкового масла в мятке. – Деп.рук. в ЦНИИЭИПищепром. – 1985, № 1024-пш. – 6 с.
132. Мажидов К.Х., Абдуллаев Н.Ш. Рафинируемость черного хлопкового масла, полученного путем форрафинации мятки в процессе влаготелловой обработки // Тр. ВНИИЖ. – Л. - 1985. – с.87-89.

133. Мажидов К.Х., Абдуллаев Н.Ш. Совершенствование технологии рафинации высококислотных черных масел. – Деп.рук.в ВИНТИИ, -1982, № 197-82. – 8 с.
134. Совершенствование технологии форрафинации хлопкового масла из мятки при переработке низкосортных семян /Мажидов К.Х., Абдуллаев Н.Ш., Салаев С.С., Бабаев Т.Д. /Масло-жировая промышленность. – 1987. - № 10. – с.10-12.
135. Ильясов А.Т. Совершенствование технологии переработки хлопковых семян и рафинации масла. Автореф.дис. ... докт.техн.наук. – Санкт-Петербург, 1997.
136. Методика пробной рафинации хлопкового масла. Л.1975 г. Минпищепром СССР, ВНИИЖ, А.Г.Сергеев, 1974. Утв.: 1953. Л.
137. РСТ О'zDSt 816:2001. «Масло хлопковое рафинированное»
138. Пробная щелочная рафинация жиров и масел, «Руководство по методам исследования, технологическому контролю и учету производства в масложировой промышленности», том III. 1964 г. стр.31-35, Л.ВНИИЖ, стр.50, 93. Гос. комитет по пищевой промышленности при Госплане СССР. Пробное отбеливание.
139. ГОСТ 1128-75 «Масло хлопковое рафинированное».
140. Руководство по методам исследования, технологическому контролю и учету производства в масложировой промышленности / Редкол.: Г.В.Зарембо и др. – Л.:ВНИИЖ. – Т.1, кн.1.1967. – 585 с.
141. Руководство по методам исследования, технологическому контролю и учету производства в масложировой промышленности / под Редакции: Сергеева А.Г. – Л.:ВНИИЖ. – Т.III, 1964. – 482 с.
142. Руководство по методам исследования, технологическому контролю и учету производства в масложировой промышленности / под Редакции: З.Н.Бодяжина и др. – Л.:ВНИИЖ. – Т.IV. 1963. – 414 с.

143. Руководство по методам исследования, технологическому контролю и учету производства в масложировой промышленности / под Редакцией Сергеева А.Г. – Л.:ВНИИЖ. – Т.VI. 1974. – 338 с.
144. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. / под Редакции: А.Г.Сергеева и др. – Л.:ВНИИЖ. – Т.II, 1973. – 350 с.
145. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. / под Редакции: А.Г.Сергеева и др. – Л.:ВНИИЖ. – Т.III, кн.2. 1977. – 352 с.; кн.2. 1985. – 286 с.
146. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. / под Редакции: А.Г.Сергеева и др. – Л.:ВНИИЖ. – Т.IV, 1975. – 536 с.
147. Н.С.Арутюнян, Е.А.Аришева, Л.И.Янова и др. Технология переработки жиров. – М.:Агропромиздат, 1985. – 368 с.
148. Арутюнян Н.С., Корнена Е.П. Фосфолипиды растительных масел. – М.:Агропромиздат, 1986 – 256 с.
149. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии, 9-е изд. М.: Химия, 1973. – 750 с.
150. Павлоцкая Л.Ф., Дуленко Н.В., Эйдельман М.М. Физиология питания. М.:Высшая школа, 1989. – 368 с.
151. Тютюников Б.Н., Гладкий Ф.Ф. и др. Химия жиров. М.: Колос, 1992. – 448 с.
152. Б.Н.Тютюников. Химия жиров. М.: «Пищевая промышленность», 1992.
153. Алиева М.И. Разработка и освоение биотехнологии обогащения протов масляного сырья. Автореф.дис. ... канд.техн.наук. Ташкент, 1995.
154. Мажидов К.Х. Исследование и совершенствование технологии гидрогенизации хлопкового масла на модифицированных сглавленных

162. Саидходжаев З.Б., Вахабова Д.З., Турсунов М., Ильясов А.Т. Исследование щелочно-карбамидной рафинации хлопкового масла в мисцелле. // Тез. докл. науч.-теор. И техн. конф. .. ТашХТИ. – Ташкент. – 1994. С.238
163. Ураков Р.М., Ильясов А.Т., Вахабова Д.З. Совершенствование процесса гидротермической обработки хлопковой мятки. //Тез.теорет. и научн. – техн.конф. ... ТашХТИ. Ташкент, 1995, с.149.
164. Сокольский Д.В., Жубанов К.А. Гидрирование растительных жиров. – Алма-Ата: Изд-во Наука, КазССР, 1972. – 180 с.
165. Мажидов К.Х., Исмагов С.Ш. Повышение качества рафинированного хлопкового масла. // "Пищевая промышленность", Москва, 1996 - № 4, с.20.
166. Усмонов Р.А., Исмагов С.Ш., Мажидов К.Х., Еров К., Абдуллаев Р. Оптимальные условия получения рафинированного хлопкового масла. // "Масло-жировая промышленность", Москва, 2000, № 3, с.34.
167. Зайниев М.Ф., Джамалов А.Б., Мажидов К.Х., Исмагов С.Ш. Влияние способа очистки на качество и химический состав хлопкового масла. // "Масло-жировая промышленность", Москва, 2000, № 3, с.15.
168. Абдуллаев Р., Исмагов С.Ш., Саломов Ш.К., Мажидов К.Х., Жамолов А.Б., Жураев В.Х. Совершенствование технологических процессов маслособывания хлопковых семян //Сборник научных статей «Международной научно-практической конференции «Иновация – 2000», Бухара, 2000, с.184-186.
169. Исмагов С.Ш., Тождидинов Р.Х., Абдуллаев Н.Ш., Саломов Ш.К. Изменение госсипола в модифицированной технологии переработки семян хлопчатника. // "Химия природных соединений", Ташкент, 2001, Спецвыпуск, с.13-14.
170. Еров К.Б., Абдуллаев Р.Р., Тождидинов Р.Х., Исмагов С.Ш., Мажидов К.Х. О содержании сопутствующих маслу веществ при переработке с хлопковых семян. // "Химия природных соединений", Ташкент,

- стационарных катализаторах. Автореф. дис. ... докт. техн. наук. Ленинград, 1989.
155. Абдурахимов А., Кадиров Ю., Мажидов К.Х. Гидрирование хлопкового масла на промотированном стационарном никелевом катализаторе. // "Масложировая промышленность", 1978. № 11, с.26-28.
156. Мажидов К.Х., Абдурахимов А., Кадиров Ю. Гидрирование хлопкового масла на отработанных никелевых катализаторах. Деп.рук. в ВИНТИ. 1978, № 239 – 78. 6 с.
157. Мажидов К.Х., Абдурахимов А., Кадиров Ю. Гидрирование хлопкового масла на сложном стационарном катализаторе. – Деп.рук. в ВИНТИ. – 1978, № 793 – 78. – 6 с.
158. Рахимов Р.Б. Исследование и совершенствование некоторых технологических процессов переработки хлопкового масла под воздействием электромагнитного поля. Автореф. дис. ... канд. техн. наук., Ташкент, 1990.
159. Патент 2014. Руз. МКИ С11В 3/00, 3/02, 3/06, 3/10. Способ отбели хлопкового масла. //Ильясов А.Т., Вахабова Д.З., Турсунов Х.З., Глушченкова А.И., Мирзаев А.Х., Алиева М.М., низамов Ш.Х. Реш. Госпатведомства Руз № 568 от 17.02.94 по заявке № 1 НДР 9300580.1 (1534). Приоритет от 05.10.93.
160. Ильясов А.Т., Вахабова Д.З., Ураков Р.М. Форрафинация хлопкового масла карбамидом. //Тез. докл. научн.-теоретич. И техн. конф. ... ТашХТИ. Ташкент. – 1993. С.58.
161. Вахабова Д.З., Ильясов А.Т., Пулатова С.Р., Алиева М.И. Проявления карбамида при щелочной рафинации хлопкового масла. // Тез. докл. научн.-теор. и техн. конф. .. ТашХТИ. – Ташкент. – 1994. С.41.

2001, Спецвыпуск, с.16-17.

171. Тожидинов Р.Х., Исмагов С.Ш., Ражабов М.А., Еров К.Б. Совершенствование технологии рафинации хлопкового масла. //Материалы III-й Международной научно-практической конференции, Алматы, 2001, с.180-182.

172. Исмагов С.Ш., Мажидов К.Х., Тожидинов Р.Х., Зайниев М.Ф., Бозоров Д.Х. Влияние щелочных растворов на изменение содержания госсипола при рафинации сырого хлопкового масла. // "Химия природных соединений", Ташкент, Спецвыпуск, 2002, с.115-116.

173. Акрамов О.А., Зайниев М.Ф., Мажидов К.Х., Артиков А.А., Исмагов С.Ш. Оптимизация технологических параметров гидрогенизации хлопкового масла. //Сборник трудов научно-технической конференции, Ташкент, ТКТИ, 2002, с.117-119.

174. Салимов Х., Мажидов К.Х., Исмагов С.Ш. Пахта мойни рафинацияш технологиясида электрофизикавий таъсир усуллари куллаш. //Бух.ОО ва ЕСТИ магистратура талабаларининг илмий анжуман туплами, Бухоро, Бух.ОО ва ЕСТИ, 2003, 102-103 б.

175. Бобожонов К.Б., Мажидов К.Х., Исмагов С.Ш. Пахта мойни янгича усуллар билан ишкорий нейтраллашнинг таърибавий натижалари. //Бух.ОО ва ЕСТИ магистратура талабаларининг илмий анжуман туплами, Бухоро, Бух.ОО ва ЕСТИ, 2003, 110-111 б.

176. Исмагов С.Ш., Зайниев М.Ф., Абдуллаев Н.Ш., Мажидов К.Х., Абдуллаев Р., Комилов М.З. Новые разработки в технологии повышения качества рафинированного масла. // "Масло-жировая промышленность", Москва, 2003, № 3, С.....

177. М.А.Раджабов, А.Ганиев, В.Н.Попова, Ж.Ганиев «Методика пробной рафинации хлопкового масла». Ташкент, «Фан нашриёти», 2002 г.

178. www.edu.uz

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
I. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ РАФИНАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ	5
1.1. Характеристика состава и свойств, сопутствующих сырому хлопковому маслу веществ	5
1.2. Способы очистки сырых хлопковых масел от сопутствующих веществ	19
1.3. Перспективы развития рафинации хлопкового масла	30
II. ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНОГО СЫРЬЯ И ЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРОВ	33
2.1. Характеристика сырого хлопкового масла	33
2.2. Щелочные растворы примененные в исследовании ..	36
2.3. Техника эксперимента и экспериментальные установки	38
2.4. Методы исследования сырья и рафинированного масла	45
III. ВЛИЯНИЕ РАСТВОРОВ АЛЮМИНАТА НАТРИЯ НА КАЧЕСТВО И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЫРОГО ХЛОПКОВОГО МАСЛА	46
3.1. Частичная рафинация форпрессового масла	46
3.2. Частичная рафинация экстракционного масла	55
3.3. Установление химических взаимодействий сопутствующих в маслу веществ с щелочным раствором алюмината натрия	60
3.4. Способы повышения качества рафинированных масел	66
IV. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ РАФИНАЦИИ ЧАСТИЧНО НЕЙТРАЛИЗОВАННЫХ МАСЕЛ РАСТВОРОМ ГИДРОКСИДА НАТРИЯ	74
4.1. Технологические режимы рафинации хлопковых масел	74
4.2. Изучение влияния напряженности электромагнитного поля на показатели рафинированных масел	80
4.3. Оценка показателей и использование технологических отходов	82
4.4. Оптимизация технологических режимов производства высококачественного рафинированного масла	85
V. РАФИНАЦИЯ ХЛОПКОВОГО МАСЛА РАСТВОРАМИ АЛЮМИНАТА И ГИДРОКСИДА НАТРИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ	87
5.1. Опытные испытания и их результаты	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	97
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	98
ОГЛАВЛЕНИЕ	116

**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 Omniscryptum Publishing

Brīvības gatve 197

LV-1039 Rīga, Latvia

Telefax: +371 686 204 55

info@omniscryptum.com

www.omniscryptum.com

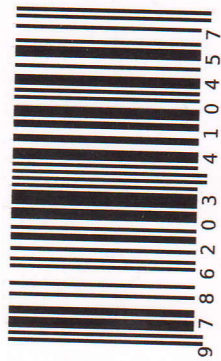
OMNI Scriptum



FOR AUTHOR USE ONLY

Монография посвящена рассмотрению научно-технологических аспектов рафинации хлопкового масла с растворами алюмината и гидроксида натрия, обработанных воздействием электромагнитного поля. В книге изучена физико-химическая характеристика сырого форпрессового и экстракционного хлопкового масла, как объектов для щелочной рафинации сырья. Изучена технология предварительной частичной нейтрализации свободных жирных кислот сырого хлопкового масла щелочным раствором алюмината натрия с различной концентрацией и избытком. Определены оптимальные количества концентрации и избытка раствора алюмината натрия, обеспечивающие максимальное извлечение содержания сопутствующих маслу веществ на стадии предварительной щелочной нейтрализации. Исследована технология окончательной рафинации частично нейтрализованного хлопкового масла щелочным раствором гидроксида натрия, установлены оптимальные его концентрации и избыток, обеспечивающие повышение качества и пищевой ценности рафинированного масла. Монография рекомендуется для научных работников, специалистов химической и масложировой отраслей производства.

Исмаев Суннатулло -
к.т.н., доцент Бухарского инженерно-технологического
института.



9 78 6203 410457