

Бахтияров С.Б.

**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
РАФИНИРОВАНИЯ
ХЛОПКОВОГО МАСЛА**

Bakhtiyarov S.B.

**INNOVATIVE TECHNOLOGY
FOR COTTON OIL REFINING**

Accent Graphics
Publishing & Communications

Hamilton, Canada 2022

Бахтияров С. Б.

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАФИНИРОВАНИЯ ХЛОПКОВОГО МАСЛА

Bakhtiyarov S. B.

INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR COTTON OIL REFINING

УДК 665.3

ББК: 35.782

DOI 10.29013/ITFCOR.BakhtiyarovS.B.2022.112

Автор:

Бахтияров Сардорбек Бахтиярович

Кандидат технических наук, Ургенчский государственный университет, республика Узбекистан.

Ответственные редакторы:

Доктор экономических наук, профессор, академик РАН **Кайшев В. Г.** (Российская Федерация).

Доктор технических наук, профессор, академик РАЕ **Рахимов Р. А.** (Республика Узбекистан).

Рецензенты:

Доктор химических наук, профессор, академик РАЕ **Сарымзакова Р. К.** (Кыргызская республика).

Доктор технических наук, профессор, академик МИА **Струк В. А.** (Республика Беларусь).

Бахтияров С. Б.

Б 30 **Инновационная технология рафинирования хлопкового масла** – Гамильтон : Accent Graphics Publishing and Communiation. 2022. – 112 с.

Bakhtiyarov S. B.

Innovative technology for cotton oil refining – Hamilton : Accent Graphics Publishing and Communiation. 2022. – 112 p.

ISBN 978-1-77192-643-0

В монографии приведены сопутствующие вещества хлопкового масла, современные процессы рафинирования хлопкового масла, технологии активации и модификации природного каолина Султан-Увайс, методики постановки экспериментов, анализы хлопковых масел до и после их рафинирования, исследования очистки сырых нерафинированных хлопковых масел с использованием модифицированных адсорбентов, исследования очистки рафинированных хлопковых масел с использованием активированного адсорбента, изучение минералогических свойств образцов каолина, инновационные технологии рафинирования, дезодорирования хлопковых масел, инновационные технологии применения отработанных адсорбентов.

Разработанные новые инновационные технологии, представленные в монографии, направлены на увеличение прибыли масложирового производства.

Монография предназначена для научных работников, докторантов, магистрантов, преподавателей высших учебных заведений, специалистов масложировой промышленности.

Рекомендовано в печать на основании протокола № 10 от 30 сентября 2022 года учёного совета Хорезмской академии Маъмуна республики Узбекистан.

Subscribe to print 18/11/2022. Format 60×90/16.

Offset Paper. Garinitura Arno Pro. Conv. Pec. liter. 12. Edition of 1000 copies.

Typeset in Accent Graphics Publishing and Communiation, Hamilton, Canada

Printed by Allegra Complex,

1290 Venables St #7, Vancouver, BC V6A 4B4, Canada

ISBN 978-1-77192-643-0

© Bakhtiyarov S.B.

© Accent Graphics Publishing and Communiation 2022.



АБДУРАХИМОВ САИДАКБАР АБДУРАХМАНОВИЧ

10.02.1953 г – 02.08.2021 г

Выпуск настоящей монографии, посвящен светлой памяти яркого учёного, неповторимого учителя, надёжного друга, человека с добрым сердцем, безвременно ушедшего из жизни доктора технических наук, профессора Абдурахимова Саидакбара Абдурахмановича, отдавшего более 40 лет жизни научным исследованиям и разработке новейших инновационных технологий масложировых производств, воспитавшего более 30 учеников, кандидатов и докторов наук, профессоров.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В монографии приведены технологии активации и модификации природного глинистого каолина Султан-Увайс, исследования очистки сырых нерафинированных хлопковых масел с использованием модифицированных адсорбентов, исследования очистки рафинированных хлопковых масел с использованием активированного адсорбента, изучение минералогических свойств полученных образцов каолина, инновационные технологии рафинирования, дезодорирования хлопковых масел полученных методом прессования и экстракции, технология регенерации отработанного адсорбента, технология применения отработанных адсорбентов в выращивании водорослей хлореллы, технология применения отработанного адсорбента в получении кормовой смеси для сельскохозяйственной птицы.

Монография актуальна для научных работников, докторантов, преподавателей высших учебных заведений, магистрантов, специалистов масложировой промышленности.

Исследовательские материалы монографии полезны для народного хозяйства Узбекистана.

*Доктор технических наук, профессор,
академик РАН, академик ААНРБ,
академик АСХНРК Панфилов В.А.*

ВВЕДЕНИЕ

Первый Президент Узбекистана И. А. Каримов указал, что в условиях возвышающегося спроса на потребительские товары на мировом рынке, ключевую роль в сохранении высоких темпов экономического роста играет поддержка отечественных производителей, путём стимулирования спроса на внутреннем рынке. В период развития необходимо выработать продуманную долгосрочную программу целевых проектов, по модернизации и технологическому обновлению базовых отраслей нашей экономики, внедрению современных инновационных технологий, призванных дать мощный толчок для выхода Узбекистана на новые рубежи, обеспечивающие конкурентоспособность страны на мировом рынке [1].

Научно-исследовательские работы данные в настоящей монографии, посвящены выполнению соответствующих поставленных задач в постановлениях Президента Республики Узбекистан от 16.01.2019 года № ПП-4118 «Дополнительные меры по дальнейшему развитию масложировой отрасли и внедрению рыночных механизмов в управлении промышленностью», от 24. 08. 2019 года № ПП-4426 «О дальнейшем повышении ответственности государственного и хозяйственного управления и местных органов исполнительной власти за внедрение новой системы интенсификации производства и ускорения кооперативных отношений в отраслях промышленности», от 28. 01. 2022 года № ПП-60 «2022–2026 годы о стратегии развития нового Узбекистана».

Хлопковые масла, получаемые прессовым и экстракционным способами из различных сортов семян хлопчатника, до рафинирования, бывают тёмного цвета и практически не просматриваются на цветометре Ловибонда. Это обусловлено высоким содержанием в них госсипола, хлорофилла и их производных, а также нежировых веществ.

Традиционные технологии рафинирования хлопковых масел предусматривают использование адсорбентов, завозимых из-за рубежа,

а также щелочных растворов большего количества, что приводит к значительным потерям масла в соапстоке и снижению выхода получаемого продукта.

Инновационные технологии получения рафинированных пресовых и экстракционных масел, с использованием процесса адсорбционной очистки нерафинированных хлопковых масел, с помощью модифицированных адсорбентов, на сегодняшний день считается актуальной и практически важной задачей.

Монография развивает технологии рафинирования, дезодорирования хлопковых масел, разработанные в работах узбекских и иностранных учёных – З.С. Салимова, С.А. Абдурахимова, И.Б. Исабаева, А.С. Садыкова, А.И. Глушковой, А.И. Исмаилова, А.Т. Ильясова, Ю.К. Кадирова, К.Х. Мажидова, А.Л. Маркмана, В.П. Ржехина, А.Г. Сергеева, А.Н. Голдовского, Б.Н. Тютюнникова и других, вносит существенный научный вклад в развитие отечественных технологий получения высококачественных, функциональных продуктов на основе масел растительного происхождения.

На сегодняшний день, работ по использованию модифицированных адсорбентов при предварительной очистке нерафинированных хлопковых масел, полученных методом прессования и экстракции, получаемых из различных сортов семян хлопчатника, на производстве не обнаружено.

Целью научно-исследовательских работ, приведённых в монографии, является рассмотрение сопутствующих веществ хлопкового масла, современных методов его рафинирования, технологии активации и модификации природного каолина Султан-Увайс с получением эффективных адсорбентов для импортозамещения, методики постановки экспериментов, анализы хлопковых масел до и после их адсорбционной очистки и щелочной рафинации, исследования очистки сырых нерафинированных хлопковых масел с использованием полученных модифицированных адсорбентов, исследования очистки рафинированных хлопковых масел с использованием полученного активированного адсорбента, изучение минералогических свойств образцов адсорбентов каолина, разработка инновационных технологий рафинирования, дезодорирования хлопковых масел, разработка

инновационных технологий регенерации и рационального применения, отработанного (использованного при адсорбционной очистке хлопкового масла) адсорбента.

Природный глинистый минерал каолин Султан-Увайс, выбран для нужд масложировых предприятий. При внедрении цеха по производству модифицированного, активированного адсорбента откроются новые рабочие места, сэкономятся валютные средства республики Узбекистан за счёт импортозамещения адсорбентов и производство обеспечится адсорбентом бесперебойно.

Глава I. СОПУТСТВУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА, ИЗВЛЕКАЕМЫЕ С МАСЛОМ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАФИНИРОВАНИЯ ХЛОПКОВЫХ МАСЕЛ

1.1. Сопутствующие вещества, извлекаемые с маслом из семян хлопчатника

Основу растительного масла, составляют триглицериды высших карбоновых кислот. Для масел, определяющих их свойства, является набор этих жирных кислот.

В производстве и переработке хлопковых масел, как и во всяком сложном производстве химической или биологической технологии, возникают разнообразные явления, отличающиеся физической природой и механизмом протекания. Механические, тепловые, диффузионные, химические и другие явления в сложном переплетении и одновременном или последовательном возникновении составляют основу технологических процессов производства хлопковых масел. Изучение процессов производства и переработки хлопковых масел необходимо для:

- познания сущности процессов и научно обоснованного ведения их в производстве;
- создания принципиально новых способов, осуществления процессов;
- разработки методов инженерных расчётов машин и аппаратов;
- комплексной автоматизации процессов.

В настоящее время, основным направлением селекции хлопчатника в Узбекистане является получение сортов, максимальное повышение получаемого волокна, поэтому выращивание с последующей переработкой получили два вида хлопчатника, это средневолокнистый и тонковолокнистый сорта.

Тенденция к постоянному увеличению переработки семян хлопчатника, как масличного материала, обусловлена тем, что в них

сосредоточен запас ценных веществ: триглицеридов, белков, углеводов и фосфолипидов [2].

В республике Узбекистан, ежегодно перерабатывается примерно 1000 000 тонн хлопковых семян, из которых извлекается до 21% масла.

Комплексная переработка хлопкового масла, обеспечивает получение высококачественных продуктов: салатного масла, пальмитина, олеина. Данные масла способны заменить подсолнечное и оливковое. Хлопковое салатное масло по качеству и жирнокислотному составу близко к рафинированному и дезодорированному подсолнечному маслу. Пальмитин используется в производстве маргариновой продукции и ароматизированного мыла, вместо кокосового масла [3–5].

Состав и физико-химические свойства хлопковых масел характеризуются большой изменчивостью (в зависимости от сорта, района возделывания, условий хранения семян и способов извлечения масел).

К процессам переработки хлопкового масла относится, в первую очередь, рафинация, гидрирование при производстве маргарина, кулинарных, кондитерских, хлебопекарных жиров. Кроме того, хлопковые масла вводятся в состав майонезов, соусов и применяются в производстве овощных и мясных консервов, шоколада, кремов, халвы и других продуктов.

Хлопковое масло, как и большинство растительных масел, представлено смесью триглицеридов высших карбоновых кислот. По последним данным автора в состав хлопковых масел входят следующие жирные кислоты, % [6; 7]:

– миристиновая	– 0,4–0,6
– пальмитиновая	– 19,6–24,3
– стеариновая	– 1,4–2,4
– пальмитоолеиновая	– 0,6–0,9
– олеиновая	– 15,5–18,5
– линолевая	– 55,8–60,4

Содержание сопутствующих веществ, также отличается от типа масла, способа его извлечения и способа очистки. Как правило, содержание этих веществ выше в маслах, извлекаемых экстракционным способом, в сравнении с прессовым, так как липиды и другие сопутствующие соединения хорошо растворимы в органических раство-

рителях, применяемых для экстракции. В процессе очистки хлопкового масла содержание сопутствующих веществ уменьшается [8; 9].

Свободные жирные кислоты могут содержаться в растительном сырье (семена недозревших растений или семена, самосозревающие при хранении во влажном состоянии), или образовываться как в процессе выделения масла в результате частичного гидролиза триглицеридов, так и при окислении под действием света, при длительном хранении. Суммарное содержание свободных кислот в нерафинированных маслах, может достигать 1–2% по массе, оно определяет их кислотность и характеризуется кислотным числом.

Фосфолипиды – сложные эфиры фосфорной кислоты. В состав растительных жиров входят глицерофосфолипиды-сложные эфиры глицерина, жирных кислот и фосфорной кислоты [10].

Состав жирных кислот фосфолипидов и триглицеридов, выделенных из одного жирового сырья, не идентичен.

По содержанию фосфолипидов хлопковое масло занимает одно из основных мест среди растительных масел, их содержание колеблется в пределах от 1,9 до 2,4%. Групповой состав фосфолипидов хлопковых масел представлен в основном фосфатидилхолинами (48,4–50,4%), фосфатидил-инозитолами (20,4–22,6%) и фосфатидилэтанолaminaми (14,1–14,3%) [11–13].

Кроме того, имеются сведения о присутствии и таких форм фосфолипидов, как полиглицерофосфатиды и фосфатидные кислоты [2].

Из насыщенных жирных кислот в фосфолипидах хлопковых масел преобладает пальмитиновая.

Фосфолипиды являются химически активными соединениями. При созревании семян, хранении и особенно, под действием тепла, влаги, давления, трения, кислорода воздуха при переработке хлопковых семян, они способны не только окисляться и гидролизаться, но и взаимодействовать с сахарами с образованием меланоидиновых соединений и реагировать с госсиполом, с образованием госсифосфатидов, которые переходят в масло [15–18].

Воски представляют собой сложные эфиры, высших одноатомных спиртов и высших жирных кислот. Кроме того, природные воски содержат свободные спирты с чётным числом атомов углерода,

высшие жирные кислоты, а также алканы с нечётным числом атомов углерода [10].

Содержание углеводов в хлопковом масле невелико и составляет всего 0,0004–0,04% или 0,4–40 мг в 100 гр. Это насыщенные и ненасыщенные соединения нормального строения до 35% массы, а также разветвлённой или циклической структуры более 65%. Большинство углеводов относится к терпенам. Терпены, содержащие углеводородную цепь из 10–11 сопряжённых двойных связей углерод–углерод имеют оранжевую или красную окраску и окрашивают масла. Наличие в маслах углеводов, как и восков, приводит к увеличению помутнения масла.

Витамины можно подразделить на две группы – водорастворимые и жирорастворимые. В хлопковом масле встречаются только жирорастворимые витамины, так называемые липовитамины-А, D, Е и К.

Все триглицериды, составляющие основу природных растительных масел бесцветны. Окраска масел обусловлена наличием в них сопутствующих примесей окрашенных веществ, называемых пигментами. Наиболее важными пигментами являются каротиноиды, придающие маслам жёлтую или оранжевую окраску, и хлорофиллы, обуславливающие зелёный цвет масел.

Каротиноиды – это группа веществ, принадлежащая к углеводам терпенового ряда. Каротиноиды включают в себя свыше 150 пигментов. Они содержатся в зелёных, жёлтых частях растения хлопчатника и в семенах. Окраска каротиноидов от жёлтой до красной, с различными оттенками, обусловлена наличием полиеновой углеводородной цепи, содержащей 9–13 сопряжённых двойных связей [8, 9].

Хлорофиллы – это пигменты, обуславливающие зелёную окраску растений. Содержание их в листьях составляет 0,6–1,2%. В хлорофиллах имеются также сложнэфирные группировки, содержащие остатки метилового спирта и фитола. В зелёный цвет окрашены не только сами хлорофиллы, но и все описанные их производные. Зелёный цвет масел маскируется красными пигментами, например, β -каротином. Жёлтый (оранжевый) цвет каротинов и зелёный хлорофиллов, представляют собой дополнительные или взаимно нейтрализующие друг друга цвета. Поэтому, изменение соотношений между указанными

пигментами в результате рафинации хлопковых масел, может приводить к изменению их окраски. Наличие хлорофиллов практически не сказывается на эксплуатационных свойствах хлопкового масла и имеет только декоративный эффект.

Токоферолов в хлопковых маслах содержится около 0,11–0,14%. В основном, они представлены α -токоферолом, обладающим витаминными и антиокислительными свойствами, на долю которого приходится до 50–70% от общего их содержания [2; 19; 20].

В работах ряда авторов приводятся сведения о наличии в производственных маслах афлатоксинов, которые с трудом удаляются при щелочной обработке масла и могут быть удалены полностью только при адсорбционной очистке [21].

Отличительной особенностью хлопковых масел от других растительных жиров, является наличие в нём красящих пигментов госсипола и его производных форм, которые локализуются в ядре семени в госсиполовых железах, пропитанных пектином, гемицеллюлозой и другими неидентифицированными веществами [14; 16; 22].

Кроме госсипола содержатся ещё менее изученные пигменты, построенные на основе сходного с ним углеводородного скелета. Исследованиями В. П. Ржехина установлено, что в госсиполовых железах в зависимости от степени зрелости семян содержатся, % [14]:

- | | |
|----------------------|--------------|
| – свободный госсипол | – 14,5–45,0% |
| – связанный госсипол | – 0,57–2,0% |
| – госсипурпурин | – 0,15–6,3% |
| – госсивердурин | – до 2,0%. |

Молекулы госсипола содержат два нафталиновых ядра, расположенных в одной плоскости и соединённых друг с другом, непосредственно через алкильную цепь.

В настоящее время принята следующая структурная формула госсипола: 2,2-ди-8-формил-1,6,7-триокси-5-изопропил-3-метилнафтила, с двумя возможными таутомерными формулами нафталинкарбинольной II и нафталин-лактольной III, предложенная Р. Адамсом [23; 24].

Разнообразие сопутствующих веществ и посторонних примесей, разнородность их химического состава и свойств, обуславливает многообразие методов их удаления.

Основу хлопкового масла составляют триглицериды. Для свойств хлопковых масел, определяющим является набор этих жирных кислот. Увеличение в составе масла доли предельных кислот, приводит к повышению температуры кипения и температуры плавления масла, её консистенция приближается к твёрдым жирам, а реакционная способность к окислению и полимеризации уменьшается.

При контакте с кислородом или при нагревании хлопкового масла, в процессе дезодорации до температуры 230–240 °С хлопковые масла подвергаются окислению и полимеризации, вплоть до возможности образовывать пленки.

По традиции говорится о кислотном составе масел, но в свежих хлопковых маслах, содержание свободных кислот не превышает 3–5%. В заметных количествах свободные кислоты присутствуют только в прогорклых, то есть испорченных маслах.

Помимо триглицеридов, в маслах обязательно имеются другие соединения-сопутствующие вещества [8; 9; 25; 26]. Это могут быть:

- свободные карбоновые кислоты,
- липиды,
- специфические вещества.
- различные примеси органической и неорганической природы [8; 9; 27].

1.2. Коллоидная структура хлопкового масла

В процессах добывания и переработки хлопкового масла, постоянно приходится сталкиваться с образованием и разрушением высокодисперсных систем, свойства которых часто и определяют выбор технологии.

Дисперсной называют гетерогенную систему, где в одной фазе дисперсионной среды находятся мелкие частицы другой дисперсной фазы. Такие частицы видны в обычный микроскоп. Для коллоидно-дисперсных систем размер частиц составляет от 1 нм до 1 мкм. Такие частицы видны только бумажные и стеклянные фильтры [27].

Дисперсные системы обладают высокой удельной площадью поверхности, то есть площадью раздела фаз, приходящейся на единицу массы или объёма дисперсной фазы и являются устойчивыми

в присутствии поверхностно-активных веществ. Такие соединения, как правило, в составе молекулы имеют полярную гидрофильную и неполярную гидрофобную группы. Как уже упоминалось выше, в жидком состоянии углеродная цепь кислотного остатка триглицерида может образовывать мицеллы. В них отрицательно заряжённые карбонильные группы обращены к водной фазе, а неполярные углеводородные цепи спрятаны внутри мицеллярной структуры. Такие мицеллы имеют суммарный отрицательный заряд и в растворе остаются эмульгированными, благодаря взаимному отталкиванию [27].

Хлопковое масло можно отнести к олеодисперсным коллоидным системам, дисперсионной средой в которой являются молекулы триглицеридов, а дисперсной фазой полярные сопутствующие вещества, в первую очередь, фосфолипиды, которые можно отнести к поверхностно-активным веществам. Несмотря на различие в составе все фосфолипиды имеют довольно близкие размеры молекул, с длиной около 3 нм, диаметр около 0,5 нм и сходные физические и химические свойства. Полярные группировки фосфолипидов могут связываться с полярными группами молекул белков, углеводов и с диполями воды. В хлопковом масле фосфолипиды могут присутствовать как в виде отдельных молекул, так и в виде групп ассоциированных молекул-мицелл.

Мицеллы фосфолипидов в жире представляют собой коллоидные частицы, в которых молекулы ориентированы полярными головками внутрь частицы, образуя её ядро, а липофильные хвосты фосфолипидов направлены в сторону жира, создавая внешний слой мицеллы. При этом, возникают сложные взаимодействия, определяющиеся в основном, ван-дерваальсовыми силами, между триглицеридами и мицеллярными структурами фосфолипидов [8; 9].

При добавлении в масло воды её молекулы проникают внутрь мицелл, гидратируют полярные головки молекул фосфолипидов и тем самым разрушают мицеллу. Гидратированные молекулы фосфолипидов переходят в водный раствор, ассоциируются в новые мицеллы, в которых молекулы фосфолипидов ориентированы гидрофильными головками наружу, а липофильными хвостами внутрь. Толщина двухслойных мицелл около 7 нм.

Способность фосфолипидов присоединять воду и выделяться из масла в осадок, используется для очистки масел в процессе гидратации. Коллоидная структура масла и способность молекул фосфолипидов проявлять поверхностно-активные свойства могут осложнять процессы переработки масел.

Триглицериды представляют собой сложные эфиры трёхатомного спирта глицерина и высших алифатических кислот. Глицерин—это первый член гомологического ряда предельных алифатических трёхатомных спиртов $\text{CH}_2(\text{OH})\text{—CH}(\text{OH})\text{—CH}_2(\text{OH})$.

Кислоты, входящие в состав триглицеридов—это одноосновные карбоновые кислоты, производные предельных или непредельных углеводородов, в которых один атом водорода у первого углеродного атома замещён на карбоксильную группу. Остатки жирных кислот хлопкового масла состоят из 12–24 атомов углерода, причём 80% этих кислот имеют цепочки из 18 углеродных атомов. Неспецифические кислоты содержатся в хлопковом масле. К ним относятся пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая кислоты.

Для определения количественного и качественного состава различных кислот в триглицеридах используют разные современные методы анализа, в частности ИК спектроскопия и хроматография. Анализ состава триглицеридов, позволяет выявить количество высших жирных кислот по реакции омыления-гидролиз триглицеридов до глицерина и солей кислот. Так определяется число омыления-степень ненасыщенности кислот, йодное и родановые числа. Различное соотношение в составе масла кислот, ответственные за разницу в строении триглицеридов и их свойств [8; 9; 25; 26].

1.3. Современные процессы рафинирования хлопкового масла

Хлопковые масла, полученные из семян хлопчатника, относятся к ряду масел называемых «труднорафинируемые». Эти масла характеризуются значительным содержанием свободных жирных кислот, фосфолипидов, неомыляемых веществ и сопутствующих веществ-хлорофиллов, каротиноидов, госсипола и других.

Наличие сопутствующих веществ, ограничивает применение хлопковых масел для различных целей и особенно для пищевых. Поэтому принимаются методы по их очистке наиболее новыми доступными методами, в том числе и хлопкового масла в мисцелле [28; 29].

В настоящее время, вопросам рафинирования хлопковых масел и масла в мисцелле с целью избирательного извлечения ценных сопутствующих веществ, соответственно обогащению, уделяется большое внимание [30].

Наиболее перспективным методом рафинирования хлопкового масла, является адсорбционная очистка хлопкового масла в мисцелле, которая улучшает её качество и увеличивает количество (выход) готового рафинированного экстракционного масла [19].

Зарубежные фирмы для повышения эффективности щелочного рафинирования предлагают проводить предварительную обработку низкосортных хлопковых масел лимонной, фосфорной или уксусной кислотами [31–35].

К примесям нерафинированного хлопкового масла, относятся следующие группы веществ: сопутствующие триглицеридам вещества, переходящие из сырья в масло в процессе извлечения, вещества, образующиеся в результате химических реакций при извлечении и хранении масла, минеральные примеси, частицы мезги, остатки растворителя и мыла [36–38].

Помимо нежелательных примесей, из жиров при рафинировании, удаляются и полезные для организма человека вещества: жирорастворимые витамины, фосфатиды, незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты. Рафинированные масла легче окисляются, так как из них удаляются естественные антиокислители-фосфатиды и токоферолы. Поэтому рафинирование стремятся проводить таким образом, чтобы при максимальном извлечении нежелательных примесей сохранить полезные вещества, биологические свойства хлопкового масла. Все методы рафинирования делятся на физические – отстаивание, центрифугирование, фильтрация, которые используются для удаления механических частиц и коллоидно-растворённых веществ; химические – щелочное рафинирование, гидратация; физико-химические – отбеливание, дезодорация, которые используются для

удаления сопутствующих и ароматических веществ хлопкового масла [9, 39].

Механические примеси, частицы мезги и жмыха не только ухудшают товарный вид масла, но и обуславливают ферментативные, гидролитические, окислительные процессы. Механические примеси удаляют сразу же после получения хлопкового масла.

Отстаивание – это процесс естественного осаждения частиц, находящихся во взвешенном состоянии в жидкой среде, под действием силы тяжести. При длительном отстаивании масла происходит выделение из него части коллоиднорастворённых веществ-фосфолипидов, слизей, белков за счёт их коагуляции. Масло после отделения осадка становится более прозрачным.

Центрифугирование – процесс разделения неоднородных систем под действием центробежных сил. Для разделения тонких систем, осадка, используют процесс центрифугирования.

Фильтрация – процесс разделения неоднородных систем с помощью пористой перегородки, которая задерживает твёрдые частицы, а масло пропускает. Прессовое масло подвергают фильтрации для удаления механических примесей и фосфатидов.

Гидратация – процесс обработки хлопкового масла водой или раствором лимонной кислоты, для осаждения гидрофильных примесей фосфатидов. В результате гидратации фосфатиды набухают, теряют растворимость в масле и выпадают в осадок, который отфильтровывают. Для полного удаления фосфатидов применяют раствор хлорид натрия [36–38].

Особенностью рафинирования хлопкового масла является предварительное выведение госсипола антраниловой кислотой. При этом образуется осадок антранилата госсипола, который отделяют от масла, а масло направляют на дальнейшую обработку.

Щелочное рафинирование – обработка хлопкового масла щёлочью, с целью выведения избыточного количества свободных жирных кислот. В процессе нейтрализации образуются соли жирных кислот-мыла. Мыла нерастворимы в нейтральном жире и образуют осадок-соапсток. Соапсток обладает высокой адсорбирующей способностью, благодаря которой из масла удаляются пигменты, белки, слизи,

механические примеси. Соапсток из масла удаляется центрифугированием.

Отбеливание – процесс извлечения из хлопкового масла красящих веществ путём их обработки адсорбентами. Для отбеливания масел широко используют отбельные глины-асканит, бентонит, полыгорскит. Они представляют собой нейтральные вещества, кристаллического строения, содержащие кремниевую кислоту или алюмосиликаты. Для усиления эффекта отбеливания, из отбельных глин составляют композиции, например, отбельная глина в определённом соотношении с активированным углём. После отбеливания адсорбент отделяется фильтрованием.

Дезодорация – процесс отгонки из масла летучих веществ, сообщающих ему нежелательный вкус и запах. Процесс дезодорации основан на разнице температуры испарения ароматических веществ и самого масла.

1.4. Технология адсорбционного рафинирования хлопкового масла

Процесс адсорбционного рафинирования (очистки), является обязательной и важнейшей стадией в полном цикле рафинирования. Адсорбционное рафинирование по традиционной технологии подвергают хлопковые масла после щелочной нейтрализации, промывки и сушки [9, 39].

Различают два типа организации процесса адсорбционного рафинирования – периодическая и непрерывная. В периодических схемах рафинирования масел, адсорбент под вакуумом подают в вакуум-сушильный отбельный аппарат, при температуре 90–95 °С. После перемешивания адсорбент отфильтровывают на фильтрах [40].

В современных линиях, производительностью более 100 тн/сут, применяются установки непрерывного отбеливания, которые включают отбеливатели специальной конструкции и герметичные фильтры с механизированной выгрузкой отстоя.

В большинстве схем адсорбционного рафинирования, количество отбельного адсорбента составляет от 1 до 10% от массы масла, температура отбеливания от 75 до 90 °С, давление в отбельных аппаратах

от 4 до 6 кПа, отбелый адсорбент из бункера подаётся непосредственно в отбеливатель [41].

Схемы непрерывного действия оборудования различных фирм, отличаются как конструкцией самого аппарата, так и конструкцией фильтров. В последнее время наибольшее распространение, получили вертикальные пластинчатые фильтры.

На сегодняшний день основной задачей для масложировых предприятий является, снижение затрат на производство растительных масел и продуктов их переработки. Расходы при адсорбционном рафинировании преобладают над остальными стадиями очистки масла, из-за дорогостоящего адсорбента и больших потерь масла при отбелке. В данной работе разработаны ресурсосберегающие технологии, позволяющие снизить затраты при рафинировании хлопкового масла [41].

Повышение эффективности очистки, возможно за счёт снижения количества сопутствующих веществ, а также улучшение фильтрующей способности. Повышение эффективности процесса, также может быть достигнуто при использовании двухстадийного отбеливания [42].

Особенностью этого процесса, является предварительная очистка, далее очистка после щелочного рафинирования до получения требуемого масла. В очистке важнейшими характеристиками адсорбентов являются дисперсность, пористость, адсорбционная способность [43].

Для отделения отработанного адсорбента, использованных при адсорбционной очистке хлопковых масел, характерна фильтрация при постоянной скорости [44].

Глава II. МЕТОДИКА ПОСТАНОВКИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

2.1. Описание лабораторных установок и методики рафинирования хлопкового масла

Как отмечалось в предыдущем разделе, рафинирование нерафинированных хлопковых масел, требует совершенствования известных традиционных технологий. Прежде всего, это касается избыточного расхода щёлочи при рафинировании хлопковых масел, улучшение физико-химических показателей полученного масла, выхода готового масла.

Учитывая это, разработаны методы предварительной очистки нерафинированного хлопкового масла, получаемых из различных сортов семян хлопчатника. Сущность предлагаемых методов состоит в том, что нерафинированное масло, предварительно очищается модифицированным адсорбентом и далее рафинируется щелочным раствором NaOH.

Для получения модифицированных адсорбентов М.А. № 1, 2, и 3 лабораторные методы, осуществляются в лабораторной установке которые представлены на рисунке № 2.1. и 2.2.

Для получения модифицированного адсорбента М.А. № 1 и 2 опыты осуществляется в следующем порядке: в реактор 2 вместимостью 1,0 л загружается измельчённый природный минерал каолин Султан-Увайс, добавляется раствор гидрокарбоната натрия, при медленном перемешивании нагревается до температуры 40–45 °С. При этом частота вращения мешалки составляет 100 об/мин. Нагревание при температуре 500 °С в течении 2-х часа, производится в печи, которая дана на рисунке № 2.2. Охлаждается и для пропитки добавляется раствор алюмината натрия, нагревается в печи термической прокали в требуемой температуре и времени.

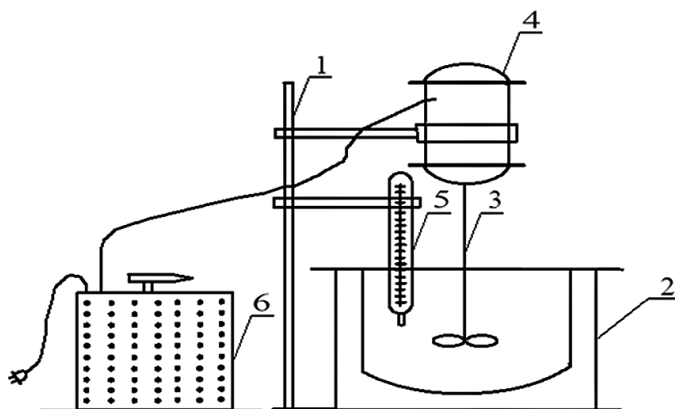


Рисунок № 2.1. Лабораторная установка для пропитки природного минерала каолина Султан-Увайс

1 – штатив; 2 – реактор с водяной баней; 3 – мешалка; 4 – электродвигатель; 5 – термометр; 6 – лабораторный автотрансформатор (по надобности)

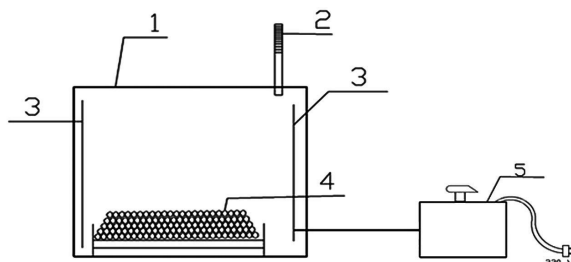


Рисунок № 2.2. Лабораторная печь термической прокалики природного минерала.

1 – печь термической прокалики; 2 – термометр; 3 – электрический нагреватель; 4 – природный каолиновый минерал; 5 – включатель (автомат)

Для получения модифицированного адсорбента М.А. № 3 опыты осуществляется в следующем порядке: в реактор 2 вместимостью 1,0 л загружается измельчённый природный минерал каолин Султан-Увайс, для пропитки добавляется профильтрованная сыворотка от простокваши, при медленном перемешивании нагревается до температуры 45–50 °С. При этом, частота вращения мешалки составляет

100 об/мин. Нагревание полученного пропитанного каолина при температуре 120 °С, до постоянной массы, производится в печи, которая дана на рисунке № 2.2.

Анализы, проведённые автором, полученных модифицированных адсорбентов из природного минерала каолина Султан-Увайс дали нижеследующие положительные показатели:

1. Отсутствие реакции модифицированных адсорбентов с хлопковым маслом;
2. Невысокая маслоёмкость модифицированных адсорбентов;
3. Максимальная отчистка хлопкового масла;
4. Лёгкое отделение модифицированного адсорбента из хлопкового масла при фильтрации;
5. Низкая себестоимость модифицированных адсорбентов [45].

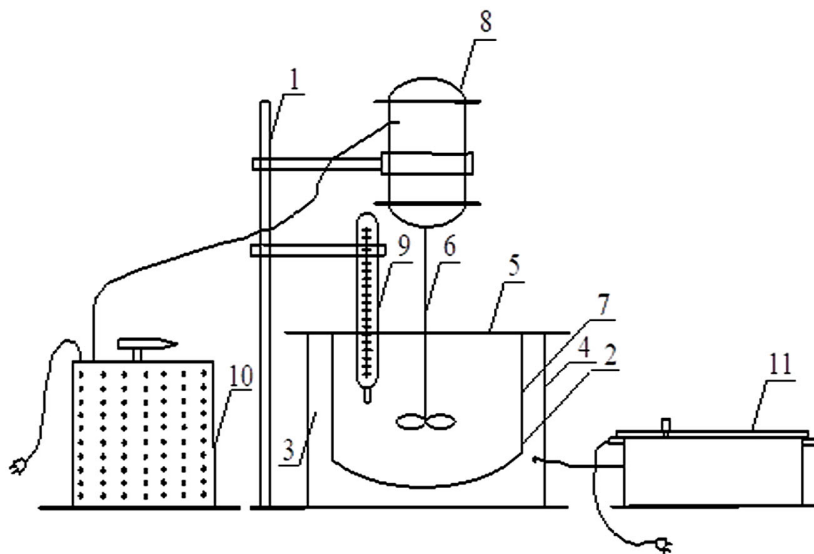


Рисунок № 2.3. Лабораторная установка для предварительной очистки нерафинированного хлопкового масла

1 – штатив; 2 – стелаянная ёмкость; 3 – электроплитка с водяной баней; 4 – корпус водяной бани; 5 – крышка; 6 – мешалка; 7 – ёмкость для масла и модифицированного адсорбента; 8 – электродвигатель; 9 – термометр; 10 – лабораторный автотрансформатор (по надобности); 11 – реостат

Опыты по предварительной очистке нерафинированного хлопкового масла, полученного прессовым методом с использованием модифицированного адсорбента, осуществляется в лабораторной установке, которая представлена на рисунке № 2.3.

Нерафинированное хлопковое масло, наливается в ёмкость 7 и добавляется определённое количество модифицированного адсорбента М.А. № 1 или М.А. № 2, нагревается при температуре 70 °С, перемешивается в течении 1 минуты. По истечении 1 часа адсорбционной очистки хлопковое масло охлаждается и передаётся на фильтрование.

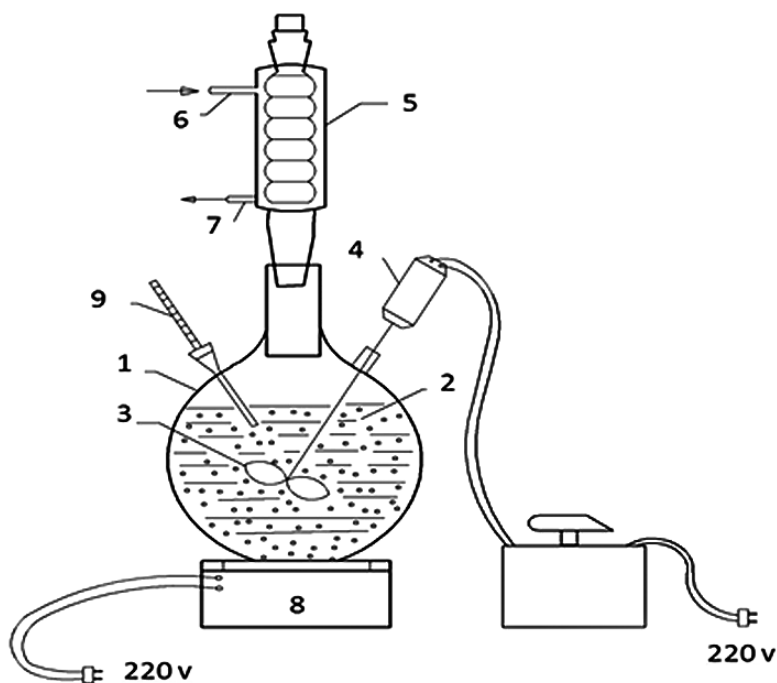


Рисунок № 2.4. Лабораторная установка очистки нерафинированного хлопкового масла в мисцелле с использованием модифицированного адсорбента

1 – колба; 2 – мисцелла хлопкового масла с модифицированным адсорбентом; 3 – мешалка; 4 – электродвигатель; 5 – водяной охладитель; 6 – вход холодной воды; 7 – выход тёплой воды; 8 – электрическая печь; 9 – термометр

Лабораторный опыт по предварительной очистке нерафинированного хлопкового масла в мисцелле, с использованием модифицированного адсорбента, осуществляются в лабораторной установке, которая представлена на рисунке № 2.4.

Нерафинированное хлопковое масло в мисцелле, наливается в колбу 1 и добавляется определённое количество модифицированного адсорбента М.А. № 3, нагревается при температуре 45–48 °С, перемешивается в течении 1 минуты. По истечении 1 часа адсорбционной очистки, мисцелла передаётся на фильтрование.

Далее, предварительно очищенное хлопковое масло в мисцелле, окончательно рафинируется по традиционной технологии [46].

В настоящее время, на практике, для определения выхода рафинированного хлопкового масла, используют метод пробного рафинирования, описанный в «Руководстве по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности» [46].

Следует отметить, что выход готового хлопкового масла, является ориентировочным, так как условия перемешивания, продолжительность обработки в лабораторных и производственных условиях имеют определённую разницу.

2.2. Методы анализа хлопкового масла до и после его адсорбционной очистки

Масла признаются в качестве основных питательных веществ, в ежедневном питании человека и в значительной мере способствуют регуляции различных функций организма. Для оценки их качества используются многочисленные показатели.

Для оценки качества пищевых хлопковых масел, используются различные показатели, такие как органолептические показатели, физико-химические показатели, жирнокислотный состав, йодное число, свободные жирные кислоты, анизидиновое число, а также другие показатели.

Кислотное число масел определяется потенциометрическим и индикаторным методами с использованием в качестве индикатора 1%-го спиртового раствора тимолфталейна [46]:

- массовая доля влаги и летучих веществ определяется по методу [46];
- нежировые примеси в масле анализируются по методу [48];
- неомыляемые вещества в масле определяются по методу [48];
- степень окисленности масел оценивается по перекисному числу, определяемому йодометрическим методом [48];
- массовая доля фосфолипидов определяется полумикрометодом в пересчёте% стеароолеоцитина [48];
- цветность хлопкового масла определяется на цветомере Ловибонда [49];
- количественное определение госсипола проводится методом ВЭЖХ [50];
- маслоёмкость адсорбента определяется по методу [48];
- удельная поверхность адсорбента определяется по методу [48].

Объектами анализа являются хлопковые масла полученные пресовым и экстракционным методами. Пробоподготовку и определение вышеизложенных проводятся в соответствии с ГОСТами.

Глава III. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ НЕРАФИНИРОВАННЫХ ХЛОПКОВЫХ МАСЕЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ АДсорбЕНТОВ

3.1. Физико-химические показатели нерафинированного хлопкового масла

В настоящее время доля низкосортных семян хлопчатника, подвергаемых промышленной переработке, составляет 25–30% от общего объёма семян. В составе масел, получаемых из таких семян, по сравнению со стандартными, содержится значительно больше госсипола, хлорофилла и их производных, что связано с условиями их возделывания, хранения и т.д.

Традиционная технология щелочного рафинирования хлопковых масел, не всегда эффективна, так как при переработке высокотёмных и непросматриваемых сырых масел выход и качество получаемых продуктов ниже стандартных. При этом, наблюдаются большие потери ценного масла, реагентов, энергии и других.

Перспективным считается технология получения хлопкового масла, предусматривающая максимальное извлечение сопутствующих веществ, хлорофилла и их производных в масло, и удаление их различными методами. Наиболее важным, считается вопрос уменьшения расхода каустической соды при щелочном рафинировании хлопковых масел, количество которой влияет на потери триглицеридов. Потери сырья и расходы щелочи, ещё более возрастают при рафинировании сырых хлопковых масел, получаемых из низкосортных и нестандартных семян хлопчатника. Кроме того, для отбелки сырых хлопковых масел, требуется большее количество дорогостоящих активированных адсорбентов, что в конечном итоге значительно повышает себестоимость получаемого рафинированного масла.

Хлопковые масла, полученные из семян 3 и 4 сортов, относятся к ряду масел, называемых «труднорафинируемые». Эти масла характеризуются значительным содержанием свободных жирных кислот, фосфолипидов, неомыляемых липидов и окрашивающих веществ-хлорофиллов, госсипола и его производных форм.

По утвержденной классификации, семена хлопчатника подразделяются на первый, второй, третий, четвертый сорта, которые отличаются между собой по значениям основных показателей.

На масложировых предприятиях перерабатывают все сорта семян хлопчатника в виде их смесей.

Автором изучены основные показатели смесей 1 и 2 сортов, 3 и 4 сортов семян хлопчатника, подаваемых на переработку, которые даны в таблице № 3.1.

Таблица № 3.1.

Основные показатели смесей 1, 2, 3 и 4 сортов семян хлопчатника, поступающих на переработку

Наименование показателей семян	Единица измерения	Смеси хлопковых семян	
		1 и 2 сортов	3 и 4 сортов
Масличность	%	21,5–22,0	17,0–18,7
Влажность	%	10,5–10,7	12,6–13,0
Массовая доля дефективности семян	%	1,9–2,7	11,7–29,1
Опушенность	%	10,6–13,6	11,7–15,7
Вес 1000 штук семян	гр	135,1–137,3	127,4–133,2

Из таблицы № 3. 1. можем делать вывод, что основные показатели смесей 1, 2 и 3, 4 сортов семян хлопчатника, поступающих на переработку, различны по всем показателям [51].

Автором также изучены физико-химические показатели нерафинированных форпрессовых хлопковых масел, подаваемых на переработку которые даны в таблице № 3. 2.

Из таблицы № 3.2. можем делать вывод, что содержание массовых долей красящих веществ в масле, полученных из смеси семян хлопчатника, различны. Красящие вещества смеси семян 3 и 4 сортов больше, чем смеси 1 и 2 сортов [52].

Таблица № 3.2.

Физико-химические показатели полученных
нерафинированных форпрессовых хлопковых масел

Наименование показателей	Единица измерения	Из смеси хлопковых семян	
		1 и 2 сортов	3 и 4 сортов
Кислотное число	мг КОН/гр	4,25–5,18	5,31–6,15
Неомыляемые вещества	%	2,1–2,3	2,5–2,8
Цветность при 35 жёл- тых единиц	красных единиц	20–60	не просматри- вается
Перекисное число	м моль/кг	13–15	16–20
Фосфатиды	%	1,9–2,1	2,0–2,4
Госсипол	%	1,7–2,0	2,1–2,6

Рафинирование сырых нерафинированных масел, полученных из смесей низкосортных и нестандартных семян хлопчатника, требует совершенствования существующей технологии. Прежде всего, это касается уменьшения высокой концентрации и избыточного расхода щелочи при щелочном рафинировании сырых масел, что увеличивает безвозвратные потери ценного масла в soapstocke.

Учитывая вышеизложенное, разработаны технологии осветления сырых нерафинированных хлопковых масел, получаемых из различных сортов семян, включая низкосортные, нестандартные семена хлопчатника. Сущность данной технологии, состоит в том, что сырое хлопковое масло и мисцелла хлопкового масла очищается модифицированным каолином Султан-Увайс и далее рафинируется щелочным раствором NaOH.

По двум вышеизложенным технологиям, адсорбционной очистки хлопкового масла, получены положительные результаты, соответствующие требуемым нормам хлопкового масла. Опыты по осветлению сырого хлопкового масла с использованием модифицированных адсорбентов, повлияли на процесс щелочной рафинации.

Тёмную окраску сырому нерафинированному хлопковому маслу придают сопутствующие вещества, весьма трудно удаляемые при щелочном рафинировании и отбелке. Следует отметить, что

значительное влияние на цветность сырых хлопковых масел, оказывает содержание механических примесей, то есть отстоя.

Обобщая, можно сделать вывод о том, что для получения масел из различных сортов семян хлопчатника, необходимо совершенствовать действующую технологию получения и рафинирования хлопковых масел.

3.2. Получение и применение модифицированного, активированного адсорбента для очистки нерафинированных и рафинированных хлопковых масел

Как уже отмечалось ранее, нерафинированное хлопковое масло, полученное из различных сортов семян хлопчатника, содержит значительное количество сопутствующих веществ, госсипола, хлорофилла и их производных [53].

Удаление этих веществ из хлопкового масла с помощью модифицированных адсорбентов, представляет как научный, так и практический интерес.

Известные адсорбенты, используемые в химико-технологических системах, подразделяются на природные и синтетические [54].

В зависимости от природы сырья, подбираются техника и технология получения и применения модифицированных адсорбентов [55].

В масложировой промышленности, преимущественно используют: отбельные глины, активированные угли и т.п. Причём, большинство из них применяются в активированной форме и завозятся из-за рубежа [56].

Сегодня природные минералы Узбекистана, являются одним из основных источников получения адсорбентов. Хотелось бы отметить, что не все минералы проявляют высокую адсорбционную активность в естественном виде [57].

Очищающая способность природных минералов, при термической обработке повышается незначительно, что вероятно связано с присутствием в них значительного количества полутвердых оксидов [58].

В Узбекистане имеются месторождения природных минералов, которые богаты каолином, бентонитом, опокой и т.д. Природный мине-

рал каолин Султан-Увайс, на сегодняшний день, не нашел своего практического применения в адсорбционной очистке хлопкового масла.

При адсорбционной очистке, природный материал для применения сырого хлопкового масла, должен добываться из карьера, пройти процессы измельчения, активацию или модификацию, промывку водой, сушку, измельчение с последующей фасовкой в тару. Для получения высокоэффективного адсорбента из природного каолина Султан-Увайс, автором разработана технология модификации каолина. Полученный модифицированный адсорбент из каолина, применён при адсорбционной очистке сырого хлопкового масла и получены положительные результаты по степени очистки и выхода готового хлопкового масла [59; 60].

В таблице № 3.3. даны режимы модификации природного каолина Султан-Увайс, с применением алюмината натрия полученная при введении α -оксид алюминия, с получением модифицированного адсорбента М.А. № 1.

Таблица № 3.3.

Режимы модификации природного каолина
Султан-Увайс для получения адсорбента М.А. № 1

№	Концентрация добавленного раствора гидрокарбоната натрия, %	Нагревание при температуре, °C	Время нагревания, минут	Концентрация добавленного раствора алюмината натрия, %	Нагревание при температуре, °C	Время нагревания, минут
1.	10	600	120	2	120	80
2.	20	500	60	30	120	60
3.	20	500	120	3	500	60
4.	2	500	120	3	120	60

Из таблицы № 3.3. можем делать вывод, что применены различные концентрации реактивов, различные режимы модификации для получения высокоэффективного адсорбента. Полученные образцы адсорбентов, применены в адсорбционной очистке сырого нерафинированного хлопкового масла полученного прессовым

методом, оптимальным выбран режим получения модифицированного адсорбента номером 4.

Для повышения адсорбционных свойств природного каолина Султан-Увайс, разработано оптимальная технология модификации, которая дана в рисунке № 3.1.

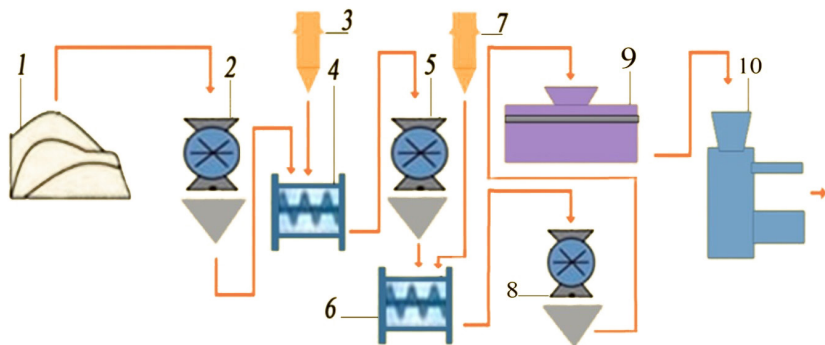
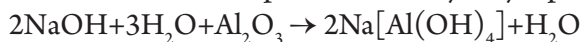


Рисунок № 3.1. Технологическая схема получения модифицированного адсорбента М.А. № 1 и 2

1 – природный каолин Султан-Увайс; 2, 5, 8 – измельчитель каолина; 3 – бак для хранения раствора гидрокарбоната натрия; 4, 6 – печь для нагревания каолина; 7 – бак для хранения раствора алюмината натрия; 9 – сепаратор; 10 – аппарат фасовки готового адсорбента

В природный измельчённый каолин Султан-Увайс добавляется 2%-ный раствор гидрокарбоната натрия, далее нагревается при температуре 500 °С в течении 2-х часов и охлаждается. Для пропитки добавляется 3%-ный раствор алюмината натрия, который нагревается при температуре 120 °С в течении 1 часа. Далее охлаждается, измельчается и просеивается через сито с диаметрами решёток 0,3 мм, полученный модифицированный адсорбент обозначается М.А. № 1 [61].

Техническая соль месторождения Барса-Келмас очищается, готовится её 35%-ный раствор, далее производится электролиз для получения раствора гидроксида натрия. В полученный гидроксид натрия добавляется α-оксид алюминия и получается алюминат натрия. Получение алюмината натрия имеет следующую реакцию [62].



Как мы знаем, что α -оксид алюминия представляет собой оксид алюминия бинарное соединение алюминия и кислорода. В природе распространён как основная составляющая часть глинозёма, нестехиометрической смеси оксидов алюминия, калия, натрия, магния. В промышленности α -оксид алюминия, обладающий высокой температурой плавления, используют для изготовления огнеупорных изделий, электроизоляционной продукции, электрокерамики, радио-керамики и других специальных видов керамики, электрофарфора и различных эмалей.

Автором для адсорбционной очистки нерафинированного хлопкового масла, полученного методом прессования, применён полученный модифицированный адсорбент М.А. № 1 и получены положительные показатели по степени очистки хлопкового масла, показатели которых даны в таблице № 3.4.

Таблица № 3.4.

Показатели адсорбционной очистки нерафинированного хлопкового масла модифицированным адсорбентом М.А. № 1

№	Наименование введённого адсорбента	Количество введённого адсорбента, %	Цветность хлопкового масла до адсорбционной очистки, красных единиц	Цветность хлопкового масла после адсорбционной очистки, красных единиц	Цветность хлопкового масла после щелочного рафинирования, красных единиц
1.	Модифицированный адсорбент М.А. № 1	0,5	32	25	5
2.	Адсорбент контрольный	0,5	32	30	15
3.	Масло без адсорбционной очистки	–	32	–	10

Из таблицы № 3.4. можем делать вывод, что применение модифицированного адсорбента М.А. № 1 положительно повлияло на

степень очистки нерафинированного хлопкового масла, также положительно повлияло на последующее щелочное рафинирование при минимальном использовании М.А. № 1. Данная таблица № 3.4. составлена из средних показателей адсорбционного и щелочного рафинирования нерафинированного хлопкового масла, полученного с сентября по январь, с увеличением количества адсорбента [63].

В таблице № 3.5. даны режимы модификации природного каолина Султан-Увайс, с применением алюмината натрия, полученного при введении β -оксид алюминия с получением модифицированного адсорбента М.А. № 2.

Таблица № 3.5.

Режимы модификации природного каолина
Султан-Увайс для получения адсорбента М.А. № 2

№	Концентрация добавленного раствора гидрокарбоната натрия, %	Нагревание при температуре, °С	Время нагревания, минут	Концентрация добавленного раствора алюмината натрия, %	Нагревание при температуре, °С	Время нагревания, минут
1.	10	450	120	2	120	60
2.	20	500	60	30	120	60
3.	20	500	120	3	500	60
4.	2	500	120	3	120	60

Из таблицы № 3.5. можем делать вывод, что применены различные концентрации реактивов, различные режимы модификации для получения высокоэффективного адсорбента. Полученные образцы адсорбентов, применены в адсорбционной очистке сырого нерафинированного хлопкового масла, полученного прессовым методом, оптимальным выбран режим получения модифицированного адсорбента номером 3.

Модифицированный адсорбент М.А. № 2, получают по той же технологической схеме которая дана в рисунке № 3.1. получения модифицированного адсорбента М.А. № 1.

В природный измельченный каолин Султан-Увайс добавляется 20%-ный раствор гидрокарбоната натрия, нагревается при темпера-

туре 500 °С в течении 2 часов и охлаждается. Для пропитки добавляется 3%-ный раствор алюмината натрия, который нагревается при температуре 500 °С в течении 1 часа и охлаждается. Далее измельчается и просеивается через сито с диаметрами решёток 0,3 мм, полученный модифицированный адсорбент обозначается М.А. № 2.

В гидроксид натрия полученный из технической соли, методом электролиза, добавлена β -оксид алюминия и получен алюминат натрия.

Как мы знаем, что β -оксид алюминия представляет собой смешанный оксид алюминия и натрия, твёрдый электролит, представляет собой изоморфную форму оксида алюминия, не является чистым оксидом алюминия, а представляет собой ряд алюминатов щелочных и щелочно-земельных металлов, отличающихся весьма высоким содержанием окиси алюминия. При этом содержание щелочных и щелочно-земельных оксидов, может составлять 8–10%. При нагревании до 1600–1700 °С β -оксид разлагается на α -оксид.

Автором для адсорбционной очистки, нерафинированного хлопкового масла, полученного методом прессования, применён полученный модифицированный адсорбент М.А. № 2, получены положительные показатели по степени очистки хлопкового масла, которые даны в таблице № 3.6.

Таблица № 3.6.

Показатели адсорбционной очистки нерафинированного хлопкового масла модифицированным адсорбентом М.А. № 2

№	Наименование введённого адсорбента	Количество введённого адсорбента, %	Цветность хлопкового масла до адсорбционной очистки, красных единиц	Цветность хлопкового масла после адсорбционной очистки, красных единиц	Цветность хлопкового масла после щелочного рафинирования, красных единиц
1	2	3	4	5	6
1.	Модифицированный адсорбент М.А. № 2	0,5	32	24	6

1	2	3	4	5	6
2.	Адсорбент контрольный	0,5	32	30	15
3.	Масло без адсорбционной очистки	–	32	–	10

Из таблицы № 3.6. можем делать вывод, что применение модифицированного адсорбента М.А. № 2 положительно повлияло на степень очистки сырого нерафинированного хлопкового масла, также положительно повлияло на последующее щелочное рафинирование при минимальном использовании М.А. № 2.

Для выполнения поставленной задачи, автором принято решение по использованию природного минерала каолина Султан-Увайс в модифицированном виде, при адсорбционной очистке хлопкового масла в мисцелле. Для этого разработано оптимальная технология модификации природного каолина Султан-Увайс, которая дана в рисунке № 3.2.

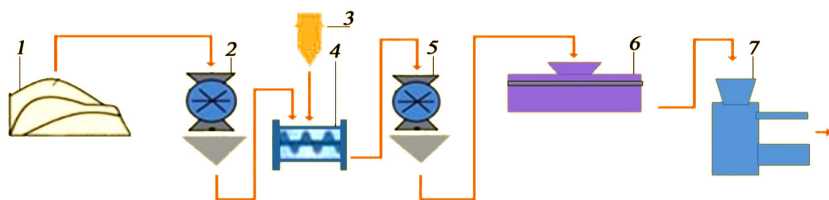


Рисунок № 3.2. Технологическая схема получения модифицированного адсорбента М.А. № 3.

1 – природный каолин Султан-Увайс; 2, 5 – измельчитель каолина; 3 – бак для хранения сыворотки от простокваши; 4 – печь для нагревания каолина; 6 – сепаратор; 7 – аппарат для фасовки готового адсорбента

В природный измельчённый каолин Султан-Увайс, для пропитки добавляется профильтрованная сыворотка от простокваши, нагревается при температуре 120 °С в течении 1 часа до постоянной массы, измельчается и просеивается через сито с диаметрами решёток 0,3 мм, полученный модифицированный адсорбент обозначается М.А. № 3.

С применением технологии совершенствования рафинирования и дезодорации хлопкового масла, полученного экстракционным методом, автором определены показатели цветности мисцеллы до и после адсорбционной очистки полученным модифицированным адсорбентом М.А. № 3, показатели которых даны в таблице № 3.7.

Таблица № 3.7.

Показатели цветности мисцеллы до и после адсорбционной очистки полученным модифицированным адсорбентом М.А. № 3

№	Наименование введённого адсорбента	Количество введённого адсорбента, %	Цветность мисцеллы хлопкового масла до адсорбционной очистки, красных единиц	Цветность мисцеллы хлопкового масла после адсорбционной очистки, красных единиц	Цветность мисцеллы хлопкового масла после щелочного рафинирования, красных единиц
1.	Модифицированный адсорбент М.А. № 3	2	32	28	5
2.	Адсорбент контрольный	2	32	30	9
3.	Мисцелла без адсорбционной очистки	–	32	–	10

Из таблицы № 3.7. можем сделать вывод, что модифицированный адсорбент М.А. № 3 и контрольный адсорбент уменьшили количество красящих пигментов хлопкового масла, которые сказываются на уменьшение цветности образцов мисцеллы хлопкового масла [64]. Модифицированный адсорбент М.А. № 3, вводится в мисцеллу хлопкового масла в количестве 1–8% от массы мисцеллы, до получения требуемой цветности масла при последующем щелочном рафинировании, так как эффективность адсорбции предлагаемого модифицированного адсорбента, влияет на оптимизацию дальнейшего щелочного рафинирования [65]. Так как воздействие внешней среды

на семена хлопчатника, при их длительном хранении, влияют на изменение качественных показателей хлопкового масла, предлагаемый модифицированный адсорбент М.А. № 3 вводится в увеличенном количестве с течением времени года [66; 67]. По показателям таблицы № 3.7. можем сделать вывод, что адсорбционная очистка модифицированным адсорбентом М.А. № 3, благоприятно повлияла и на дальнейший процесс щелочного рафинирования, при этом цветность полученного хлопкового масла соответствует требованиям безопасности [68].

Для активации природного минерала Султан-Увайс, разработано оптимальная технология получения активированного адсорбента которая дана в рисунке № 3.3.

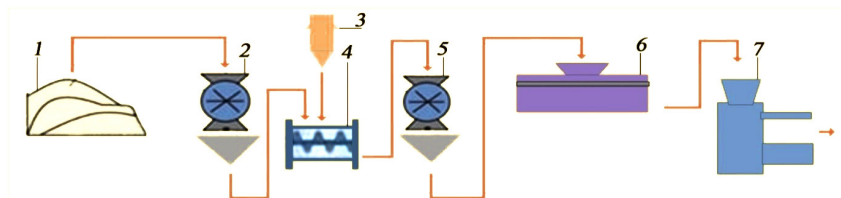


Рисунок № 3.3. Инновационная технологическая схема получения активированного адсорбента

1 – природный каолин Султан-Увайс; 2, 5 – измельчитель каолина; 3 – бак для хранения питьевой воды; 4 – печь активатор для нагревания суспензии каолина с водой; 6 – сепаратор; 7 – аппарат фасовки готового адсорбента

В природный измельчённый каолин Султан-Увайс, добавляется питьевая вода, нагревается при температуре 70–80 °С в течении 1 часа, далее нагревается при температуре 120 °С, для сушки до постоянной массы. Охлаждается, измельчается и просеивается через сито с диаметрами решёток 0,3 мм, получается активированный адсорбент.

В процессе нагревания при температуре 70–800 °С, в водном растворе каолина водородный показатель $\text{pH} = 8$. При этом показателе среда суспензии щелочная, каолин активируется щелочью. Эта щелочная среда повлияла на процесс активации природного каолина минуя активации в традиционных технологиях, добавлением раствора щёлочи или кислоты. Соотношение каолин - вода при этом составляет 1 : 2.

Для введения в рафинированное хлопковое масло активированного адсорбента, сначала подготавливается суспензия хлопкового масла с адсорбентом, после суспензия добавляется в рафинированное масло, для адсорбционной очистки.

В данной технологии, в адсорбционном процессе, применён предлагаемый активированный адсорбент, который дал положительные показатели по физико-химическим показателям хлопкового масла, соответствующий требованиям стандарта [25].

При адсорбционной очистке рафинированного хлопкового масла, полученного методом прессования, применён активированный адсорбент и получены положительные показатели по степени очистки хлопкового масла, которые приведены в таблице № 3.8. [69].

Таблица № 3.8.

Показатели адсорбционной очистки
рафинированного хлопкового масла

№	Наименование введённого адсорбента	Количество введённого адсорбента, %	Цветность хлопкового масла до адсорбционной очистки, красных единиц	Цветность хлопкового масла после адсорбционной очистки, красных единиц	Перекисное число до адсорбционной очистки, ммоль/ кг, ½ "О", не более	Перекисное число после адсорбционной очистки, ммоль/ кг, ½ "О", не более,
1.	Активированный адсорбент	1	9	8	11,06	10,04
2.	Активированный адсорбент	2	9	7	11,06	9,51

Из таблицы № 3.8. можем делать вывод, что применение активированного адсорбента, положительно повлияло на степень очистки и уменьшение перекисного числа рафинированного хлопкового масла, при минимальном использовании активированного адсорбента [70; 71].

Результаты увеличения активности адсорбции даны в рисунке № 3.4.

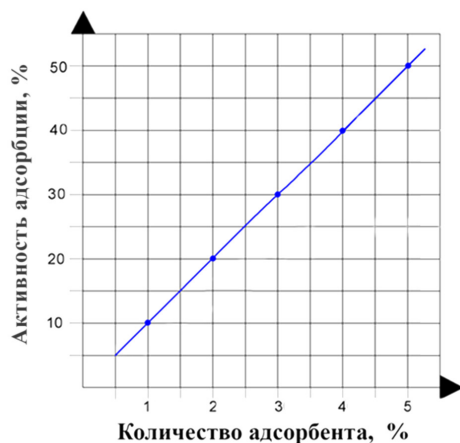


Рисунок № 3.4. Результаты увеличения активности адсорбции

Кривая-показатель увеличения активности адсорбции.

Из рисунка № 3.4. можем сделать вывод, что с увеличением количества адсорбента активность адсорбции увеличивается.

Активность адсорбции рассчитывается по формуле:

$$A = (C_1 - C_2) \times 100 / C_1 \%$$

C_1 – цветное число исходного масла, красных единиц.

C_2 – цветное число очищенного масла, красных единиц.

При увеличении количества введённого в хлопковое масло адсорбента, активность адсорбции увеличивается.

Выход рафинированного масла рассчитывается по формуле:

$$P = M_1 \times 100 / M \%$$

M_1 – масса нерафинированного масла, кг

M – масса рафинированного масла, кг

Нужное количество оборудования рассчитывается по формуле:

$$N = S / S_1 \text{ штук}$$

S – производительность цеха в сутки, тн

S_1 – производительность оборудования в сутки, тн

Модифицирование адсорбентов, различными реактивами и режимами изменяет их активность и избирательность действия, что на наш взгляд, считается перспективным.

Качество адсорбента и область его применения, также определяется пористостью его структуры и состоянием поверхности частиц. При этом немаловажную роль играет и молекулярно-ситовые свойства глины [72].

Известны способы направленные для определения изменения свойств адсорбентов: физическая термообработка, гидротермальная обработка, химическая обработка растворами минеральных кислот, солей оснований, водорастворимыми, поверхностно-активными веществами (ПАВ), полиэлектролитами (ПЭ), комбинированная кислотно-термическая обработка, кислотно-щелочная, щелочно-кислотная, щелочно-ПАВ, кислотно-ПЭ, ПЭ-термическая [60; 73].

Избирательность адсорбентов, является одним из основных параметров, характеризующих склонность адсорбента к тому или иному красящему пигменту масла.

В состав очищаемых масел, входят вещества разной химической природы с неоднородным строением. Поэтому адсорбция носит избирательный характер в отношении полярных групп и доноров с неподелённой парой электронов [74–77].

По данным литературных источников, в начальной стадии адсорбции, из масел извлекаются каротиноиды, а затем хлорофиллы [78; 79].

В ВНИИЖ установили, что наибольший эффект при освещении хлопкового масла дали каолинитовые, глаузитовые и опоквидные породы различных месторождений, подвергнутые термической активации, некоторые типы цеолитов, имеющие микропоры размером 4–9 нм не адсорбируют госсиполовые пигменты [80; 81].

3.3. Исследование предварительной очистки нерафинированных хлопковых масел с использованием модифицированных адсорбентов и особенностей щелочного рафинирования масел

Из-за нарушения процессов длительного хранения хлопковых семян, в семенах происходят ряд нежелательных процессов, которые оказывают существенное влияние на качество получаемого масла. Высокая влажность, инородные вещества в семенах хлопчатника,

свидетельствует о более низком выходе готового хлопкового масла, так как активизируют биохимические процессы. Происходит процесс гидролиза, увеличивается количество свободных жирных кислот, о чём свидетельствует рост кислотного числа масла в семенах [82; 83].

Повышение температуры семян при хранении, способствует усилению дыхания, а в совокупности с высокой влажностью приводит к их быстрой порче. Наличие доступа воздуха к семенной массе, в условиях высокой влажности и температуры, также ухудшает качество семян при хранении, приводит к самосогреванию семян, что ещё быстрее приводит к их порче [25].

В данной работе изучена рафинируемость отобранных хлопковых масел, в лабораторных условиях стандартным методом [84].

Исходя из вышеизложенных материалов, для эффективности рафинирования хлопкового масла, полученного из семян хлопчатника и хранившегося различные промежутки времени, применён модифицированный адсорбент М.А. № 1 и № 3. Показатели степени очистки сырого нерафинированного хлопкового масла по месяцам даны в таблице № 3.9.

Таблица № 3.9.

Показатели степени очистки сырого нерафинированного хлопкового масла по месяцам

Месяцы	Обозначение модифицированного адсорбента	Количество введённого адсорбента, % от массы масла	Цветность хлопкового масла до адсорбционной очистки, красных единиц	Цветность хлопкового масла после адсорбционной очистки, красных единиц	Цветность хлопкового масла после щелочного рафинирования, красных единиц
1	2	3	4	5	6
Сентябрь	М.А. № 1	0,5	32	25	5
Октябрь	М.А. № 1	0,5	32	25	5
Ноябрь	М.А. № 1	0,7	32	24	5

1	2	3	4	5	6
Декабрь	М.А. № 1	1	32	24	5
Январь	М.А. № 1	2	34	25	5
Февраль	М.А. № 1	2	34	29	9
Февраль	М.А. № 3	2	34	30	11
Март	М.А. № 3	2	30	26	11
Апрель	М.А. № 3	2,5	30	26	11
Май	М.А. № 3	2,5	30	26	11
Июнь	М.А. № 3	3	30	27	11

Из таблицы № 3.9. можем делать вывод, что применение модифицированного адсорбента М.А. № 1, положительно повлияло на степень очистки сырого хлопкового масла с сентября по январь, при увеличении введённого в масло количества адсорбента М.А. № 1. С февраля месяца средние показатели хлопкового масла, после адсорбционной очистки и щелочного рафинирования свидетельствуют о незавершённом процессе, что требуется двухстадийная адсорбционная очистка. При адсорбционной очистке полученным модифицированным адсорбентом М.А. № 3, тоже получены показатели по степени очистки, не соответствующие требованиям стандарта.

Так как двухстадийная адсорбционная очистка не требует особых технологических процессов и дополнительной покупки технологического оборудования, автором опробировано получение конкурентоспособного, отвечающего требованиям гигиены хлопкового масла.

С февраля месяца по июль изменения в химическом составе хлопковых семян при их хранении, потребовали очистку хлопкового масла двумя полученными модифицированными адсорбентами, с целью получения хлопкового масла, обеспечивающего гигиену питания населения [85]. Показатели степени очистки хлопкового масла модифицированным адсорбентом М.А. № 1, после щелочного рафинирования, представлены в таблице № 3.10.

Таблица № 3.10.

Показатели степени очистки хлопкового масла
модифицированным адсорбентом М.А. № 1 после
щелочного рафинирования по месяцам

Месяцы	Обозначение модифицированного адсорбента	Количество введённого модифицированного адсорбента, %	Цветность хлопкового масла после щелочного рафинирования, красных единиц	Цветность хлопкового масла после двухстадийной адсорбционной очистки, красных единиц
Февраль	М.А. № 1	1	11	4
Март	М.А. № 1	1	11	4
Апрель	М.А. № 1	1,5	11	4
Май	М.А. № 1	1,5	11	4
Июнь	М.А. № 1	2	11	5

Из таблицы № 3.10. можем сделать вывод, что повторное применение модифицированного адсорбента после щелочного рафинирования, положительно повлияло на степень очистки хлопкового масла с февраля по июнь месяцы, при увеличении введённого в масло количества модифицированного адсорбента М.А. № 1, с получением качественного безопасного хлопкового масла, о чём свидетельствуют показатели таблицы № 3.10. [86; 87].

При хранении масличных семян необходимо учитывать жизнедеятельность микроорганизмов, которые всегда присутствуют на поверхности семян. Если семена содержат большое количество микроорганизмов, то при высокой влажности и температуре они активно развиваются, в первую очередь микроскопические грибы (плесени). Поскольку при интенсификации процесса дыхания семян и активизации действия микроорганизмов выделяется теплота, то может произойти самосогревание семян, что ещё быстрее приводит к их порче [25].

Для иницирования цепных процессов окисления, снижения качества и устойчивости хлопкового масла, содержащегося в семенах, достаточно очень малого количества железа 0,3 мг/кг или меди 0,01–0,03 мг/кг при хранении.

В литературных источниках показана эффективность применения композиции адсорбентов из местных глин, при очистке хлопковых масел [88].

Исходя из вышесказанного, для эффективности адсорбционной очистки сырого нерафинированного хлопкового масла, полученного из семян хлопчатника, хранившегося длительное время, составлена композиция из полученных модифицированных адсорбентов. Показатели степени очистки сырого нерафинированного масла по месяцам, даны в таблице № 3.11.

Таблица № 3.11.

Показатели степени очистки сырого нерафинированного хлопкового масла по месяцам

Месяцы	Обозначение модифицированного адсорбента или композиции	Количество введенного модифицированного адсорбента, %	Цветность хлопкового масла до адсорбционной очистки, красных единиц	Цветность хлопкового масла после адсорбционной очистки, красных единиц	Цветность хлопкового масла после щелочного рафинирования, красных единиц
Сентябрь	М.А. № 2	0,5	32	24	6
Октябрь	М.А. № 2	0,5	32	24	6
Ноябрь	М.А. № 2	1	32	24	7
Декабрь	М.А. № 2	2	32	24	7
Январь	М.А. № 2	2	34	29	9
Январь	М.А. № 3	2	34	30	11
Январь	К.А.-1	4	34	26	6
Февраль	К.А.-2	4	34	26	6
Март	К.А.-2	6	34	28	7
Апрель	К.А.-3	6	34	28	7
Май	К.А.-3	8	36	28	7
Июнь	К.А.-3	8	36	28	7

Из таблицы № 3.11. можем сделать вывод, что применение модифицированного адсорбента М.А. № 2, положительно повлияло на степень очистки сырого нерафинированного хлопкового масла

с сентября по декабрь, при увеличении введённого в масло количества адсорбента М.А. № 2. Так как семена хлопчатника хранились длительное время, составлены композиции адсорбентов из полученных модифицированных адсорбентов, для эффективной адсорбционной очистки сырого хлопкового масла, которые в свою очередь дали положительные показатели по степени осветления. В январе месяце составлены композиции из модифицированных адсорбентов. Данные адсорбенты М.А. № 2 и М.А. № 3 по отдельности не дали требуемых показателей по степени осветления, о чём свидетельствуют показатели таблицы № 3.11. [89; 90].

Условные обозначения: К.А.-композиция адсорбентов. К.А.-1 (М.А. № 2. 2%+М.А. № 3. 2% от массы сырого хлопкового масла). К.А.-2 (М.А. № 2. 2%+М.А. № 3. 4% от массы сырого хлопкового масла). К.А.-3 (М.А. № 2. 2%+М.А. № 3. 6% от массы сырого хлопкового масла).

Таблица № 3.12.

Показатели степени очистки мисцеллы хлопкового масла модифицированным адсорбентом М.А. № 3 по месяцам

Месяцы	Обозначение модифицированного адсорбента	Количество введённого адсорбента, %	Цветность мисцеллы до адсорбционной очистки, красных единиц	Цветность мисцеллы после адсорбционной очистки, красных единиц	Цветность мисцеллы после щелочного рафинирования, красных единиц
Сентябрь-июнь	М.А. № 3	1–8	10	6	5
Сентябрь-июнь	М.А. № 3	1–8	32	28	5

Автором определены показатели степени очистки мисцеллы хлопкового масла, прошедшие адсорбционную очистку модифицированным адсорбентом М.А. № 3 и щелочное рафинирование по месяцам, показатели которых даны в таблице № 3.12.

Из таблицы № 3.12. можно сделать вывод, что адсорбционная очистка модифицированным адсорбентом М.А. № 3, эффективно по-

влияла на уменьшение цветного числа мисцеллы хлопкового масла и на дальнейший процесс щелочного рафинирования.

В таблице № 3.12. показатели цветности, различных образцов мисцеллы хлопкового масла с сентября по июнь месяцы [91].

Следует отметить, что адсорбционная очистка мисцеллы с концентрацией 40% и 60% масла, имеет одинаковые показатели по степени очистки.

Определено количество испарившегося экстракционного бензина, в образцах мисцеллы хлопкового масла. Данная диаграмма приведена на рисунке № 3. 5.

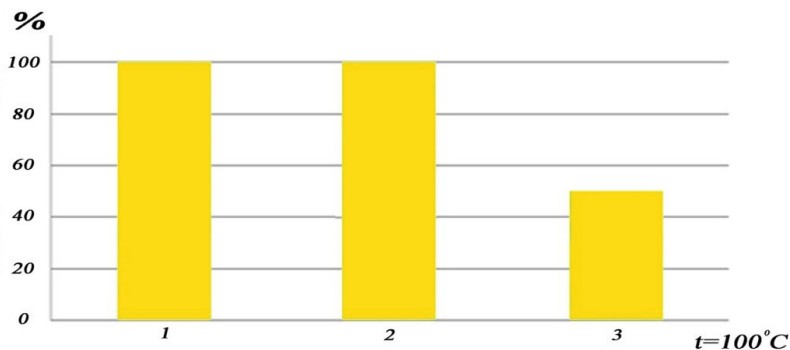


Рисунок № 3.5. Диаграмма испарения экстракционного бензина в образцах мисцеллы хлопкового масла

По вертикали дано количество испарившегося бензина в%. По горизонтали дана температура нагревания мисцеллы до 100 °С.

1) Показатель испарения бензина мисцеллы хлопкового масла, без адсорбционной очистки; 2) Показатель испарения бензина мисцеллы хлопкового масла, прошедший адсорбционную очистку модифицированным адсорбентом М.А. № 3; 3) Показатель испарения бензина мисцеллы хлопкового масла, прошедший адсорбционную очистку контрольным адсорбентом.

Из рисунка № 3.5. можно сделать вывод, что адсорбционная очистка полученным модифицированным адсорбентом М.А. № 3, положительно повлияла и на интенсивность испарения экстракционного бензина из мисцеллы опытной группы.

В настоящее время, на масложировых предприятиях страны, используют эмульсионный метод щелочного рафинирования хлопковых масел [92]. Как уже отмечалось в предыдущих разделах, хлопковые масла содержат госсипол, хлорофилл и их производные, а также механические примеси (отстой), которые целесообразно удалить до щелочной рафинации.

Адсорбционная рафинация объединила ряд важнейших технологических процессов рафинирования, в сторону эффективности ведения дальнейших технологических процессов. Исследована эффективность адсорбционной очистки масла до щелочного рафинирования, на дальнейшее щелочное рафинирование (разделение), показатели которых даны в таблице № 3.13.

Таблица № 3.13.

Показатели процесса разделения при щелочном рафинировании

№	Наименование введённого адсорбента	Количество введённого адсорбента при очистке, %	Процесс разделения при введении в масло щёлочи в количестве 5% от массы масла	Процесс разделения при введении в масло щёлочи в количестве 10% от массы масла	Процесс разделения при введении в масло щёлочи в количестве 15% от массы масла
1	2	3	4	5	6
1.	Модифицированный адсорбент М.А. № 1	0,5	Мгновенное	Мгновенное	Мгновенное
2.	Модифицированный адсорбент М.А. № 2	0,5	Мгновенное	Мгновенное	Мгновенное
3.	Модифицированный адсорбент М.А. № 3	1	Мгновенное	Мгновенное	Мгновенное

1	2	3	4	5	6
4.	Контрольный адсорбент	0,5	Мгновенное	Мгновенное	Мгновенное
5.	Масло без адсорбционной очистки	–	Мгновенное	Мгновенное	Мгновенное

Из таблицы № 3.13. можно сделать вывод, что адсорбционная очистка предлагаемыми модифицированными адсорбентами, положительно повлияла на дальнейший процесс разделения при щелочном рафинировании, которое происходит мгновенной реакцией [93].

Также изучен выход (количество) соапстока мисцеллы хлопкового масла, прошедший адсорбционную очистку модифицированным адсорбентом М.А. № 3, показатели которого даны в таблице № 3.14.

Таблица № 3.14.

Показатели количества соапстока в мисцелле хлопкового масла

№	Концентрация мисцеллы, %	Количество соапстока мисцеллы не прошедший адсорбционную очистку, %	Количество соапстока мисцеллы прошедший адсорбционную очистку модифицированным адсорбентом М.А. № 3, %	Количество соапстока мисцеллы прошедший адсорбционную очистку контрольным адсорбентом, %
1.	40	5,2–8,5	1,8–3,6	3,4–7,2
2.	60	5,2–8,5	1,8–3,6	3,4–7,2

Из таблицы № 3.14. можно сделать вывод, что адсорбционная очистка модифицированным адсорбентом М.А. № 3, повлияла и на количество (выход) получаемого масла и соапстока. Адсорбционно очищенная мисцелла предлагаемым модифицированным адсорбентом М.А. № 3, имеет меньшее количество соапстока по сравнению с контрольным и с мисцеллой произведённой адсорбционную очистку. Разница в количестве соапстока от 1,8 до 3,6%, зависит от сорта и методов хранения семян хлопчатника до переработки. Увеличение

количества получаемого масла до 5%, даёт повышение производительности, соответственно дополнительную прибыль производству.

Внедрение технологии модификации, до сегодняшнего дня не применённого на производстве природного каолина Султан-Увайс приведёт к сохранению валюты республики Узбекистан, так как предлагаемая технология разработана с целью импортозамещения. Полученный модифицированный адсорбент М.А. № 3, из природного каолина Султан-Увайс целесообразно применять при очистке хлопкового масла в мисцелле, на масложировых предприятиях.

Глава IV. ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АДсорбЕНТОВ КАОЛИНА СУЛТАН-УВАЙС

4.1. Изучение методом инфракрасной спектроскопии полученных образцов адсорбентов каолина Султан-Увайс

Задачей данной работы является, внедрение современных новых методов, позволяющих активировать и модифицировать, природные минеральные сорбенты Узбекистана в частности каолина Султан-Увайс.

О минералогическом составе каолина Султан-Увайс можем сказать, что каолин – глина белого цвета, состоящая из минерала каолинита, образованного при разрушении гранитов, гнейсов и других горных пород, содержащих полевые шпаты. Структура каолинита состоит из слоев, или листов тетраэдрического, построенного из тетраэдров SiO_4 и октаэдрического AlO_6 [94].

В целях эффективной адсорбционной очистки хлопкового масла, природный каолин Султан-Увайс, активирован и модифицирован различными вышеуказанными методами, а также, изучены свойства различных образцов каолина.

Вещества из которых состоит каолин, обуславливают его физико-химические и минералогические свойства. Адсорбирующие свойства природного каолина незначительны, поэтому в данной работе произведена активация, модификация природного каолина. Адсорбируя красящие сопутствующие вещества нерафинированного хлопкового масла, полученный модифицированный адсорбент из каолина выводится из хлопкового масла фильтрованием [95].

Адсорбционная очистка хлопкового масла – процесс извлечения красящих сопутствующих веществ путём их обработки введением в масло модифицированного адсорбента при температуре 70°C в течении 60 минут. Эти нейтральные модифицированные адсорбенты имеют вещества аморфного строения. Для усиления адсорбционного

эффекта очистки хлопкового масла, природный каолин активируется или модифицируется.

Также к основным свойствам каолинового адсорбента относятся размер и форма частиц, пористость, поверхность контакта, сорбционные свойства [96; 97].

Целью данной работы является: получение и изучение минералогических свойств, полученных образцов модифицированного адсорбента из природного каолина Султан-Увайс. Изучение свойств, полученных образцов каолина, необходимо чтобы охарактеризовать полученные образцы различными методами активации и модификации. Для изучения применены нижеследующие образцы:

1. Каолин природный;
2. М.А. № 1.;
3. М.А. № 2.;
4. М.А. № 3.;
5. Каолин активированный щёлочью;
6. Отбельная глина привозная (контроль).

Все подобранные образцы адсорбентов полученных из каолинов Султан-Увайс, являются оптимальными при адсорбционной очистке хлопкового масла, они дали положительные показатели при адсорбционной очистке хлопкового масла, при этом адсорбенты не дали нежелательных свойств на дальнейшие технологические процессы.

Образцы каолина Султан-Увайс изучены методом инфракрасной спектроскопии и установлены их структурные особенности. Анализ инфракрасной спектроскопии образцов каолина, позволил установить разновидность адсорбционных свойств образцов, которые оказывают существенное влияние на технологические свойства каолинового адсорбента при адсорбционной очистке хлопкового масла [98].

Так как в методе инфракрасной спектроскопии, наиболее широкое распространение получило исследование спектров поглощения, возникающих при прохождении инфракрасного излучения через адсорбент, каждый адсорбент показал свой колебательный спектр. При этом число полос поглощения в спектре, ширина, форма, интенсивность определяются структурой и химическим составом адсорбента. Это дало возможность по инфракрасным спектрам, проводить каче-

ственный и количественный анализ образцов адсорбента. Фотографии полученных адсорбентов и их спектры инфракрасной спектроскопии даны в рисунке № 4.1.

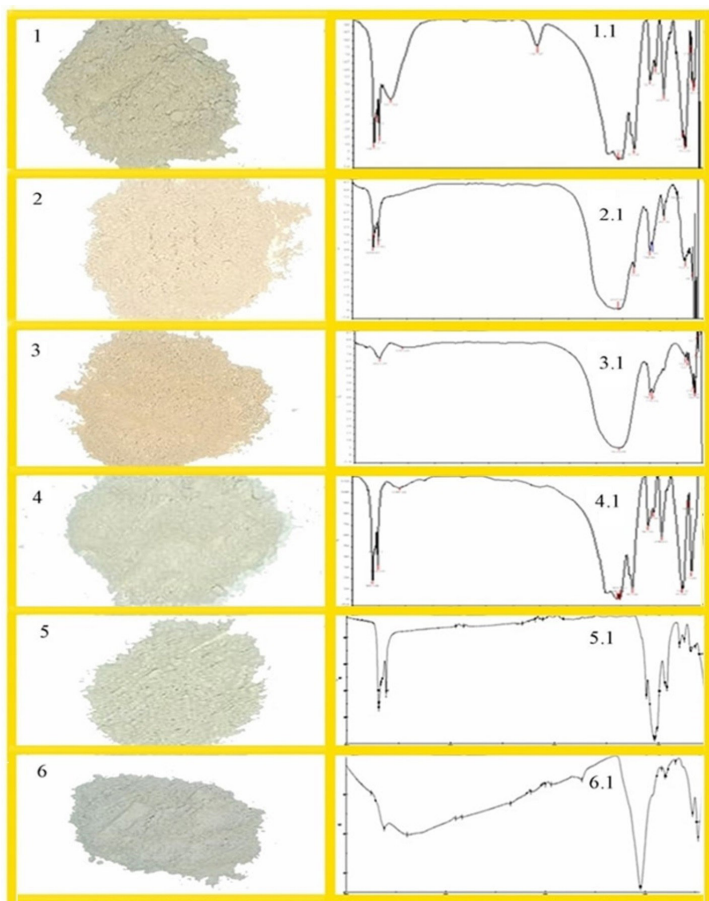


Рисунок № 4.1. Фотографии и спектры инфракрасной спектроскопии различных образцов каолина Султан-Увайс

1 – фото природного каолина; 1.1 – ИК спектр природного каолина; 2 – фото М.А. № 1; 2.1 – ИК спектр М.А. № 1; 3 – фото М.А. № 2; 3.1 – ИК спектр М.А. № 2; 4 – фото М.А. № 3, 4.1. ИК спектр М.А. № 3. 5 – фото каолина активированного щёлочью; 5.1 – ИК спектр каолина активированного щёлочью; 6 – фото отбеленной глины привозной (контроль); 6.1 – ИК спектр привозной отбеленной глины (контроль)

Из рисунка № 4.1. следует вывод, что методы активации и модификации природного каолина различны, соответственно различны цвета и ИК спектры адсорбентов. Сравнивая ИК спектры природного образца адсорбента с модифицированными, активированным образцами можно сказать, что чётко выявлено изменение структурных особенностей адсорбентов. Этот вывод подтверждается и анализом рентгенограмм, всех используемых образцов адсорбентов, которые лимитируются методами и режимами активации или модификации.

4.2. Изучение методом рентгеноструктурного анализа полученных образцов адсорбентов каолина Султан-Увайс

Автором произведён рентгеноструктурный анализ адсорбентов, так как метод является одним из дифракционных методов исследования структуры и состава адсорбента. В основе данного метода лежит явление дифракции рентгеновских лучей на трехмерной кристаллической решётке каолина. При этом методе определена атомная структура каждого адсорбента, включающая в себя пространственную группу [99].

Рентгеновские лучи при облучении каолина и столкновении полиморфными телами, дали возможность различить отдельные модификации свойственные данному каолину. Установлено, что каолин имеет определённый химический состав в результате воздействия активации или модификации. Большей частью это обуславливается изменением кристаллической структуры, это фазовое превращение или искажение этой структуры. Дифракционный метод позволил выявить даже малейшие изменения в состоянии атомной решетки каолина, не улавливаемые другими методами.

Так как рентгеноструктурный анализ, на сегодняшний день является основным методом определения структуры вещества, в силу его простоты проведён анализ полученных образцов каолина, показатели которых даны в таблице № 4.1. В работе для всех образцов применена длина волны $1,540600 \text{ \AA}$.

Таблица № 4.1.

Показатели рентгеноструктурного анализа
полученных образцов каолина

№	Наименование образцов каолина Султан-Увайс	Дифракционные пики, %	Степень кристалличности, %	Аморфное содержание, %
1.	Каолин природный	42,65	42,65	57,35
2.	Адсорбент М.А. № 1	22,56	22,56	77,44
3.	Адсорбент М.А. № 2	20,94	20,94	79,06
4.	Адсорбент М.А. № 3	39,58	39,58	60,42
5.	Каолин активированный щёлочью	96,69	96,69	63,86
6.	Отбельная глина привозная (контроль)	98,78	98,78	81,89

Из таблицы № 4.1. можно сделать вывод, что дифракционные пики, степень кристалличности, аморфное содержание образцов различны, которые сказываются на структурах полученных образцов каолина [100]. Каолины после активации и модификации не содержат в себе связанной воды. Минералогические свойства изменены, адсорбционные свойства лучшие по сравнению с природным образцом.

В сфере переработки хлопковых масел, полученные образцы адсорбентов каолина находят своё место, так как они имеют положительные технологические свойства: высокая адсорбционная способность, дисперсность, наличие в достаточном количестве пор, химическая неактивность с маслом, нет трудностей при отделении от хлопкового масла фильтрованием [101].

Структура каолина – это особенности её строения, определяемые формой, размерами и взаимоотношением слагающих его частиц. Структура каолина зависит от морфологических особенностей отдельных составных частей и характера их сочетания. Характерными признаками любого полученного адсорбента является не только минеральный состав, но и особенности строения, обусловленные формой, размером слагающих её частиц, их взаимоотношениями в объёме адсорбента. Размер и форма твёрдых структурных элементов и пор во многом определяют особенности структуры.

Изучением инфракрасной спектроскопии, рентгенограммы образцов каолина Султан-Увайс, определили изменения в структуре, минералогических и технологических свойств полученных образцов, назначенных для адсорбционной очистки видов хлопкового масла.

4.3. Изучение удельного веса полученных образцов адсорбентов каолина Султан-Увайс

Как мы знаем, что удельный вес каолина – это отношение массы к его объёму. Автором изучен удельный вес, который зависит от атомной массы элементов составляющих минерал каолин, и от плотности структуры, созданной этими атомами. Установлено, что образцы каолина прошедшие различные виды активации или модификации при одинаковом объёме имеют различный вес. Обработка каолина с дальнейшим измельчением, улучшила её физико-механические свойства и способствовало стабилизации свойств в процессе применения при адсорбционной очистке хлопкового масла. Определение удельного веса образцов каолина Султан-Увайс, проведена в лабораторных условиях на стандартной посуде габаритными размерами: высота 10 мм, ширина 10 мм, длина 10 мм. Образцы каолинов измельчены и просеяны через сито диаметрами решёток 0,2 мм. Удельный вес различных образцов каолина Султан-Увайс даны в таблице № 4.2.

Таблица № 4.2.

Удельный вес различных образцов
адсорбентов каолина Султан-Увайс

№	Наименование образцов каолина Султан-Увайс	Объём образца, мм ³	Средняя масса образца в заданном объёме, гр	Средний удельный вес, гр мм/м ³
1.	Каолин природный	1000	0,738	0,000738
2.	Адсорбент М.А. № 1	1000	0,405	0,000405
3.	Адсорбент М.А. № 2	1000	0,711	0,000711
4.	Адсорбент М.А. № 3	1000	0,435	0,000435
5.	Каолин активированный щёлочью	1000	0,387	0,000387
6.	Отбельная глина при-возная (контроль)	1000	0,566	0,000566

Из таблицы № 4.2. можно сделать вывод, что средняя масса и средний удельный вес образцов, при одинаковом объёме различны, так как методы активации или модификации образцов различны, различны также и реактивы, которые оказывают существенное влияние на поверхность адсорбента. Чем меньше средняя масса в заданном объёме и средний удельный вес образцов по сравнению с природным каолином, тем больше очищены поры, которые играют большую роль при перемешивании хлопкового масла, в процессе адсорбционной очистки.

4.4. Изучение пористости и удельной поверхности полученных образцов адсорбентов каолина Султан-Увайс

Как мы знаем, что пористость – доля объёма пор в общем объёме пористого материала. Внутри пор может быть вакуум, также поры могут быть заполнены газом или жидкостью. Величина пористости не зависит от истинной плотности материала, а зависит только от геометрии пор.

В различных областях науки и промышленности, широко применяются разнообразные дисперсные материалы адсорбенты. Определение удельной поверхности и других характеристик пористой структуры этих дисперсных систем, имеет первостепенное значение, поскольку именно эти характеристики определяют многие свойства, а следовательно, и области применения таких материалов. Методы определения удельной поверхности и других характеристик пористой структуры очень разнообразны. Особое место среди них занимает метод низкотемпературной адсорбции. Данный метод отличается высокой точностью, относительной простотой аппаратного оформления и хорошей воспроизводимостью результатов. В данной работе рассмотрены основы анализа и обработки адсорбционных данных.

Величина удельной поверхности, обратно пропорциональна размеру частиц. Чем меньше их размер, тем выше величина удельной поверхности. Высокой удельной поверхностью могут обладать пористые материалы, адсорбенты в объёме которых имеются полости, каналы или пустоты. Для описания свойств пористых минералов,

помимо удельной поверхности, часто используют такие параметры как пористость и удельный объём пор [102].

Классификация пор по размерам была предложена М. М. Дубининым, а затем официально принята Международным союзом по теоретической и прикладной химии IUPAC. Согласно данной классификации все поры подразделяются на три класса: макро-, мезо- и микропоры [103]. Каждому классу пор адсорбента соответствует свой механизм адсорбции.

Макропоры – поры, размеры которых больше 50 нм. Удельная поверхность данного класса адсорбентов составляет от 120 до 150 м²/гр. В данном случае размеры пор значительно больше, пренебречь кривизной поверхности не представляется возможным.

Мезопоры – поры, размеры которых лежат в интервале от 2 до 50 нм. Удельная поверхность данного класса адсорбентов составляет от 10 до 500 м²/гр. В данном случае размеры пор значительно меньше.

Микропоры – поры, размеры которых меньше 2 нм. Удельная поверхность таких адсорбентов может достигать 1000–2000 м²/гр. Из-за столь малых размеров пор при адсорбции наблюдается усиленное взаимодействие адсорбат-адсорбент. Адсорбция протекает во всём объёме микропор без образования адсорбционной плёнки на стенках пор.

Адсорбция протекает на поверхности адсорбента. Для описания адсорбции на макропористых адсорбентах могут быть использованы теории Ленгмюра или БЭТ. Как правило, основной характеристикой данного класса адсорбента является удельная поверхность.

Микропорам адсорбентов используется теория объёмного заполнения микропор – теория Дубинина. В этом случае в качестве основных характеристик, выступают размер и объём микропор.

Определены показатели пор, полученных образцов адсорбента из каолина Султан-Увайс, которые даны в таблице № 4.3.

Из таблицы № 4.3. можно сделать вывод, что микропоры, мезопоры, радиус пор у разных образцов адсорбентов различен, так как произведены различные методы модификации и активация.

Удельная поверхность частиц – усреднённая характеристика размеров внутренних полостей каналов пор адсорбента. Удельная поверхность частиц, размер частиц, соотношение между размером ча-

стиц и площадью поверхности. Удельная поверхность увеличивается при уменьшении размера частиц адсорбента, а также увеличивается при наличии пор. От величины удельной поверхности, зависит погло-
тительная способность адсорбентов.

Таблица № 4.3.

Показатели пор полученных образцов
адсорбентов каолина Султан-Увайс

№	Наименование образцов каолина Султан-Увайс	Микро поры, нм	Мезо поры, нм	Радиус пор, нм
1.	Каолин природный	0,0095876	0,01	4,28
2.	Адсорбент М.А. № 1	0,0096764	0,02	13,04
3.	Адсорбент М.А. № 2	0,0105587	0,01	3,68
4.	Адсорбент М.А. № 3	0,0147881	0,01	2,51
5.	Каолин активированный щёлочью	0,0378802	0,02	2,80
6.	Отбельная глина привозная (контроль)	0,2042264	0,15	2,79

Удельная поверхность частиц образцов каолина Султан-Увайс дана в таблице № 4.4.

Таблица № 4.4.

Удельная поверхность частиц образцов
адсорбентов каолина Султан-Увайс

№	Наименование образцов каолина Султан-Увайс	Удельная поверхность частиц, м ² /гр
1.	Каолин природный	8,54
2.	Адсорбент М.А. № 1	4,43
3.	Адсорбент М.А. № 2	10,02
4.	Адсорбент М.А. № 3	19,71
5.	Каолин активированный щёлочью	39,79
6.	Отбельная глина привозная (контроль)	38,95

Из таблицы № 4.4. можно сделать вывод, что удельная поверхность частиц адсорбентов разных образцов различны, в соответствии проведённых методов активации, модификации и воздействия на адсорбент реактивов.

Глава V. ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАФИНИРОВАНИЯ, ДЕЗОДОРИРОВАНИЯ ХЛОПКОВОГО МАСЛА

5.1. Разработка инновационной технологии рафинирования, дезодорирования хлопкового масла, полученного прессовым методом

В отличие от традиционной технологии получения прессового хлопкового масла, осуществляется процесс очистки сырых нерафинированных хлопковых масел, с использованием модифицированного адсорбента [47, 104].

Опираясь на традиционные технологии рафинирования хлопкового масла, разработана инновационная технология рафинирования и дезодорирования хлопковых масел. При этом, для линии по рафинированию масла, используются предлагаемые передовые технологии и действующие технологические оборудования. Технологическая линия рафинирования и дезодорирования масла, является важной частью на заводах по производству хлопкового масла, которая включает в себя ряд последовательных технологических процессов.

Актуальность и обоснованность выбора темы исследования заключается в том, что в настоящее время качество и безопасность потребления жировых продуктов питания, является первоочередной задачей для инновационного развития масложировой промышленности. Поэтому особую актуальность приобретают комплексные исследования, направленные на совершенствование и оптимизацию технологических процессов рафинирования и дезодорирования. Основным направлением является, улучшение физико-химических показателей хлопковых масел, максимальное сохранение в рафинированных маслах биологически активных веществ, способствующих повышению стабильности их качества и длительному сохранению качественных, количественных свойств. Решения данной проблемы, не требующие значительных

капиталовложений, особенно актуальны для предприятий малого и среднего бизнеса.

Высококачественные рафинированные хлопковые масла, являются основой для получения эмульсионных продуктов питания с рациональными свойствами, способствующими сохранению здоровья и оптимизации жирового рациона питания населения, что так же обосновывает необходимость, актуальность проведенного исследования по разработке инновационной технологии.

Адсорбционное рафинирование в частности очистка, является важнейшей стадией рафинирования хлопковых масел от сопутствующих веществ, а также остаточного количества фосфолипидов, солей жирных кислот, остающихся в маслах после предшествующих стадий рафинирования.

В качестве адсорбентов, используют специальные активированные бентонитовые отбельные земли, завозимых из-за рубежа в Узбекистан, обладающие селективностью по отношению к сопутствующим веществам хлопкового масла. При этом использование завозимых бентонитовых отбельных земель, не всегда обеспечивает получение хлопковых масел желаемого качества.

В связи с вышеизложенным, совершенствование технологии рафинирования и дезодорирования, в частности адсорбционное рафинирование хлопковых масел, с использованием отечественных природных минералов в модифицированном виде, на основе каолина Султан-Увайс является актуальным.

Одной из основных стадий рафинирования является стадия нейтрализации, осуществляемая с целью выведения свободных жирных кислот, от которой во многом зависит качество конечного продукта рафинированного, дезодорированного хлопкового масла. Основными технологическими факторами, определяющими эффективность процесса нейтрализации, являются концентрация и количество нейтрализующего реагента гидроксида натрия, которые определяются содержанием свободных жирных кислот в маслах, направляемых на нейтрализацию.

Обеспечить эффективную дозировку нейтрализующей щёлочи, с получением требуемого качества партий хлопковых масел, возмож-

но лишь при оперативном контроле в них содержания сопутствующих пигментов и свободных жирных кислот. Однако, до настоящего времени адсорбционная очистка далее щелочное рафинирование отсутствовало.

Таким образом, для получения рафинированных, дезодорированных хлопковых масел стабильного высокого качества, необходима разработка способа оперативного контроля содержания сопутствующих пигментов и свободных жирных кислот, с целью совершенствования технологии их рафинирования.

Предлагаемая инновационная технология, это комплекс новых методов и материалов направленных на совершенствование процессов рафинирования хлопковых масел, которые являются нововведением в рассматриваемой технологии.

Инновационная технология рассматривает совершенствование технологии рафинирования и дезодорирование хлопковых масел, обеспечение эффективной производственной системы, использование достижений науки, использование местных дешёвых природных ресурсов, повышение качества готового продукта.

Хлопковые масла, как и любые другие масла, получаемые из растительного сырья в процессе отжима или экстракции, содержат немало сопутствующих веществ. В состав примесей масла входят взвеси твёрдых частиц, фосфатиды, углеводы, белки, азотистые соединения, свободные жирные кислоты, пигменты и целый комплекс высокомолекулярных органических веществ, влияющих на вкус и аромат продукта. Все эти компоненты ухудшают потребительские характеристики хлопкового масла и снижают срок его хранения, а потому подлежат удалению для приведения продукта к требованиям стандарта.

Традиционные способы химического рафинирования, подразумевают применение реактивов щелочей в сравнительно больших количествах, что в свою очередь приводит к образованию большого количества отходов в виде соапстока и промывной воды, что усложняет и удорожает технологию очистки. Хотя метод химической рафинации, имеет свои неоспоримые преимущества, стремление уменьшить потери нейтрального жира толкает производителей к всё более активному применению химической адсорбции.

По данным литературных источников, модифицированный адсорбент при взаимодействии с маслом может проявлять способность образовывать соединения со свободными жирными кислотами, их натриевыми или другими солями, вступать во взаимодействие со свободным госсиполом с образованием оснований Шиффа, взаимодействовать с некоторыми темноокрашенными изменёнными формами госсипола и таким путём давать возможность для удаления их из состава масла [105].

Предлагаемые автором технологии, являются более экономичными, особенно для масел с высоким кислотным числом, так как позволяют снизить потери масла.

Автором разработано эффективная инновационная технология рафинирования, дезодорирования хлопкового масла, полученного прессовым методом, которая дано в рисунке № 5.1.



Рисунок № 5.1. Инновационная технологическая схема рафинирования, дезодорирования хлопкового масла, полученного методом прессования

1 – приёмный бак хранения сырого хлопкового масла; 2, 5, 8 – фильтр-пресс. 3 – нейтрализатор. 4 – вакуум-промывной аппарат; 6 – дезодоратор; 7 – охладитель; 9 – аппарат фасовки готового безопасного хлопкового масла

Технологические процессы совершенствования рафинирования, дезодорирования хлопкового масла, полученного прессовым методом нижеследующие: приёмка сырого нерафинированного хлопкового масла, адсорбционная очистка предлагаемым модифицированным адсорбентом М.А. № 1 или М.А. № 2 без перемешивания масла при температуре 70–80°C в течении 1 часа, фильтрование масла для отделения отстоя и отработанного адсорбента, далее щелочное рафинирование масла раствором гидроксида натрия при температуре 45–50°C для осаждения соапстока, промывка и сушка масла, адсорбционная очистка, фильтрование масла, дезодорация масла при температуре 220–230°C, охлаждение масла до температуры 70°C, фильтрование масла бельтингом, фасовка в тару готового отвечающего требованиям стандарта хлопкового масла.

В данной технологии применяется предлагаемый модифицированный адсорбент М.А. № 1 или 2, который даёт больше положительных показателей по степени очистки с получением безопасного в питании населением хлопкового масла.

5.2. Разработка инновационной технологии рафинирования, дезодорирования хлопкового масла, полученного экстракционным методом

Предлагаемая инновационная технология, является одним из наиболее современных и эффективных технологий рафинирования, который объединяет преимущества очистки хлопкового масла, увеличение выхода готового продукта. Такой подход к рафинированию оказался наиболее экономичным по сравнению с традиционным химическими и физическими процессами. Она оптимально подходит для переработки хлопковых масел в мисцелле с концентрацией 40% и 60%, масла в высоком кислотным числом переработка которых обычными методами довольно затратна.

Данная технология позволяет заметно снизить технологические потери масла, при минимальном расходе реагентов и значительно сокращённых промежутков времени рафинирования и экономии энергоресурсов.

Внедрением предлагаемой инновационной технологии, масложировые производства получают надежность и удобство в эксплуатации оборудования, более высокое качество продукции, меньшие потери и затраты, минимизацию отходов. Всё это способствует повышению доходов масложирового производства.

Автором разработано эффективная инновационная технология совершенствования рафинирования и дезодорирования хлопкового масла, полученного экстракционным методом, которая дана в рисунке № 5.2.

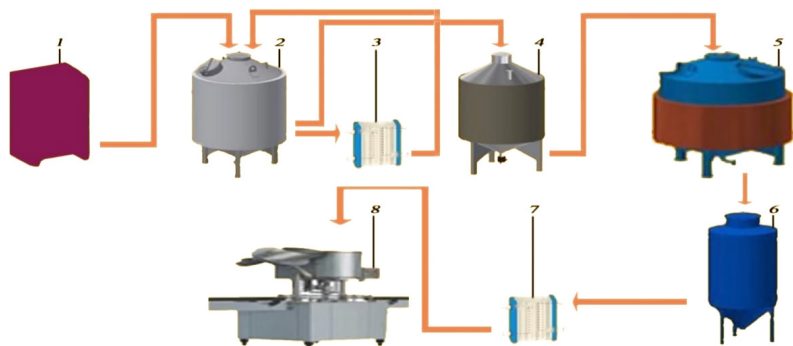


Рисунок № 5.2. Инновационная технологическая схема рафинирования, дезодорирования хлопкового масла, полученного методом экстракции

1 – бак для мисцеллы; 2 – отбеливатель-разделитель; 3, 7 – фильтр-пресс; 4 – дистиллятор; 5 – дезодоратор; 6 – охладитель масла; 8 – фасовочный аппарат

Технологические процессы совершенствования рафинирования и дезодорирования хлопкового масла, полученного экстракционным методом нижеследующие: приёмка мисцеллы хлопкового масла, адсорбционная очистка предлагаемым модифицированным адсорбентом М.А. № 3 без перемешивания при температуре 45–50°C в течении 1 часа, масло фильтруется для отделения отстоя и отработанного адсорбента, щелочное рафинирование мисцеллы раствором гидроксида натрия при температуре 45–50°C до осаждения соапстока, дистилляция мисцеллы при температуре 100°C в течении 1 часа, промывка

и дезодорация масла при температуре 220–230°C, охлаждение масла до температуры 70°C, фильтрование масла бельтингом, фасовка в тару готового отвечающего требованиям стандарта хлопкового масла.

В данной инновационной технологии совершенствования рафинирования, дезодорирования, адсорбционное рафинирование применена для мисцеллы полученная по традиционной технологии с концентрацией 40% хлопкового масла, а также предлагается для мисцеллы с концентрацией 60% для экономии времени, энергоресурсов и увеличения производительности производства, которые соответственно повышают прибыль масложирового производства. При адсорбционной очистке предлагаемым модифицированным адсорбентом М.А. № 3, адсорбент вводится в количестве 1–8% от массы мисцеллы.

5.3. Органолептические и физико-химические показатели хлопковых масел, полученных по инновационным технологиям.

Хлопковое масло-это один из самых высококалорийных продуктов питания, её калорийность составляет 850–900 ккал. Оно является источником витамина Е (токоферола) и незаменимых жирных кислот для организма человека, не содержит холестерина в отличие от жиров животного происхождения.

Качество хлопкового масла нормируется стандартом ГОСТ 816:2015. Органолептические показатели хлопкового масла – это прозрачность, цвет, запах. Рафинированное, дезодорированное хлопковое масло должно быть полностью прозрачным, без осадка, желтого цвета. Прозрачность-показатель, характеризующий отсутствие в хлопковом масле при температуре +20°C мути или взвешенных частиц, видимых невооруженным глазом, которые ухудшают товарный вид масла, снижают сорт.

Запах и вкус должны быть свойственными свежему хлопковому маслу без постороннего запаха, привкуса и горечи [106].

Вкус и запах хлопкового масла зависят от вида и качества перерабатываемого сырья, от метода производства (прессование и экстрагирование) и технологических режимов работы оборудования.

Вкус и запах хлопкового масла становится менее выраженными после рафинации, дезодорации. Они изменяются также в процессе хранения. По вкусу и запаху можно установить вид масла, в определённой степени доброкачественность.

Цвет хлопкового масла обуславливается присутствием в их составе сопутствующих веществ (пигментов), таких как каротиноиды, хлорофилл, госсипол и их производные.

При оценке качества хлопкового масла применяется методы определения физико-химических показателей. Для большей части растительных масел, а также хлопкового масла в стандарты включены следующие характеристики: содержание влаги и летучих веществ, кислотное число, цветное число, содержание нежировых примесей, неомыляемых веществ, проба на мыло.

Органолептические и физико-химические показатели хлопкового масла полученного прессовым методом рафинированный, дезодорированный по предлагаемой инновационной технологии, даны в таблице № 5.1. и 5.2.

Таблица № 5.1.

Органолептические показатели хлопкового масла полученного прессовым методом рафинированный, дезодорированный по предлагаемой инновационной технологии

№	Наименование показателей	Показатели для хлопкового масла рафинированного, дезодорированного высшего сорта, норма по ГОСТу	Показатели хлопкового масла полученная по предлагаемой технологии
1.	Запах	Без запаха	Без запаха
2.	Вкус	Без вкуса	Без вкуса
3.	Прозрачность	Прозрачный	Прозрачный

Из таблицы № 5.1. можно сделать вывод, что применение предлагаемой инновационной технологии рафинирования, дезодорирования хлопкового масла, полученного прессовым методом, получены положительные показатели по органолептическим показателям соответствующие требованиям ГОСТа.

Таблица № 5.2.

Физико-химические показатели хлопкового масла полученного
прессовым методом рафинированный, дезодорированный
по предлагаемой инновационной технологии

№	Наименование показателей	Показатели для хлопкового масла высшего сорта, норма по ГОСТу	Показатели хлопкового масла полученная по предлагаемой технологии
1.	Цветность, красных единиц не более, при 35 жёлтых единиц	5	4–5
2.	Кислотность, мг КОН/гр, не более	0,2	0,17
3.	Влага и летучие вещества,%, не более	0,1	0,1
4.	Массовая доля нежировых веществ, (отстой по массе)%, не более	Отсутствует	Отсутствует
5.	Мыло (качественные показатели)	Отсутствует	Отсутствует
6.	Неомыляемые вещества, % не более	1,0	0,8
7.	Перекисное число, ммоль/ кг, $\frac{1}{2}$ "О", не более	10	4,6

Из таблицы № 5.2. можем делать вывод, что с применением предлагаемой инновационной технологии рафинирования, дезодорирования хлопкового масла, полученного прессовым методом, получены положительные показатели хлопкового масла по всем физико-химическим показателям, которые соответствуют требованиям ГОСТа [106; 107; 108].

Органолептические и физико-химические показатели хлопкового масла, полученного экстракционным методом рафинированный, дезодорированный предлагаемой технологией даны в таблице № 5.3. и 5.4.

Таблица № 5.3.

Органолептические показатели хлопкового масла полученного экстракционным методом рафинированный, дезодорированный по предлагаемой инновационной технологии

№	Наименование показателей	Показатели для хлопкового масла рафинированного, дезодорированного высшего сорта, норма по ГОСТу	Показатели хлопкового масла полученная по предлагаемой технологии
1.	Запах	Без запаха	Без запаха
2.	Вкус	Без вкуса	Без вкуса
3.	Прозрачность	Прозрачный	Прозрачный

Из таблицы № 5.3. можно сделать вывод, что с применением предлагаемой инновационной технологии рафинирования, дезодорирования хлопкового масла, полученного экстракционным методом, получены положительные показатели по органолептическим показателям соответствующие требованиям ГОСТа.

Таблица № 5.4.

Физико-химические показатели хлопкового масла, полученного экстракционным методом рафинированный, дезодорированный по предлагаемой инновационной технологии

№	Наименование показателей	Показатели для хлопкового масла высшего сорта, норма по ГОСТу	Показатели хлопкового масла полученная по предлагаемой технологии
1	2	3	4
1.	Цветность, красных единиц не более, при 35 жёлтых единиц	5	4–5
2.	Кислотность, мг КОН/гр, не более	0,2	0,15
3.	Влага и летучие вещества, %, не более	0,1	0,08

1	2	3	4
4.	Массовая доля нежировых веществ, (отстой по массе)%, не более	Отсутствует	Отсутствует
5.	Мыло (качественные показатели)	Отсутствует	Отсутствует
6.	Неомыляемые вещества, % не более	1,0	0,7
7.	Перекисное число, ммоль/ кг, $\frac{1}{2}$ "О", не более	10	4,5
8.	Температура вспышки, °С не более	Отсутствует	Отсутствует
9.	Определение растворителя (бензина) в масле	Отсутствует	Отсутствует

Из таблицы № 5.4. можно сделать вывод, что с применением предлагаемой инновационной технологии рафинирования, дезодорирования хлопкового масла, полученного экстракционным методом, получены положительные показатели хлопкового масла по всем физико-химическим показателям, которые соответствуют требованиям ГОСТа [108; 109; 110].

Органолептические и физико-химические показатели хлопкового масла, полученного прессовым методом, рафинированный, дезодорированный по традиционной технологии с применением при адсорбционной очистке предлагаемого активированного адсорбента даны в таблице № 5.5. и 5.6.

Таблица № 5.5.

Органолептические показатели хлопкового масла, полученного прессовым методом

№	Наименование показателей	Показатели для хлопкового масла рафинированного, дезодорированного высшего сорта, норма по ГОСТу	Показатели хлопкового масла очищенного активированным адсорбентом, далее дезодорированное
1	2	3	4
1.	Запах	Без запаха	Без запаха

1	2	3	4
2.	Вкус	Без вкуса	Без вкуса
3.	Прозрачность	Прозрачный	Прозрачный

Из таблицы № 5.5. можно сделать вывод, что при применении предлагаемого активированного адсорбента при адсорбционной очистке хлопкового масла, полученного прессовым методом, получены положительные показатели по органолептическим показателям соответствующие требованиям ГОСТа.

Таблица № 5.6.

Физико-химические показатели хлопкового
масла полученного прессовым методом

№	Наименование показателей	Показатели для хлопкового масла первого сорта, норма по ГОСТу	Показатели хлопкового масла полученная прессовым методом
1.	Цветность, красных единиц не более, при 35 жёлтых единиц	8	7
2.	Кислотность, мг КОН/гр, не более	0,2	0,14
3.	Влага и летучие вещества, %, не более	0,1	0,07
4.	Массовая доля нежировых веществ, (отстой по массе) %, не более	Отсутствует	Отсутствует
5.	Мыло (качественные показатели)	Отсутствует	Отсутствует
6.	Неомыляемые вещества, % не более	1,0	0,6
7.	Перекисное число, ммоль/кг, 1/2 "О", не более	10	9,51

Из таблицы № 5.6. можно сделать вывод, что с применением предлагаемого активированного адсорбента в количестве 2% от массы масла, получены положительные показатели хлопкового масла по

всем физико-химическим показателям, которые соответствуют требованиям ГОСТа [108; 109; 110].

5.4. Биологическая роль хлопкового масла

Хлопковое масло занимают особое место в жизни человечества, с давних времён. Его употребляют непосредственно в пищу и используют для приготовления многих продуктов питания. Хлопковое масло является источником высококалорийных жиров с биологической ценностью, жирных кислот, фосфолипидов, каротиноидов, природных антиоксидантов и других физиологически активных веществ. Поскольку хлопковое масло содержит витамины, фосфолипиды и стерины в большем количестве, чем животные жиры, употребление их в пищу способствует перевариванию пищи и правильному обмену веществ в организме человека [25, 111].

Базовым критерием пищевой ценности хлопкового масла, является её жирнокислотный состав. Особое место в питании человека занимают полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), это самое ценное в хлопковом масле. Эти кислоты не образуются в организме, а поступают в него только с пищей. Они обладают уникальным спектром лечебно-профилактических эффектов. ПНЖК необходимы для роста клеток, нормального состояния кожи, обмена холестерина, предотвращают развитие воспалительных процессов и другие. У полиненасыщенных жирных кислот в организме множество различных функций. Они используются для образования жира, который покрывает и защищает внутренние органы. Расщепляясь, жирные кислоты выделяют энергию. Чтобы контролировать многие жизненные функции, организм синтезирует специфические соединения из жирных кислот [25, 112].

Не все жирные кислоты могут быть синтезированы в организме. Основным источником поступления их в организм являются липиды растений. К несинтезируемым в организме кислотам относятся линолевая и линоленовая, называемые незаменимыми. Имеются сведения, что использование этой кислоты в питании предотвращает развитие злокачественных новообразований, блокируя рост сосудов, питающих опухоль [25, 113, 114].

Установлено, что дефицит линоленовой кислоты резко проявляется в младенческом возрасте и в старости. Отсутствие или пониженный уровень её метаболита (докозагексаеновой кислоты) в липидах мозга и сетчатке глаз влечёт необратимые нарушения, ухудшение остроты зрения. Дефицит этих кислот может быть частично восполнен за счёт ввода в рацион жиров рыб и морских животных. Приведённые данные свидетельствуют о необходимости коррекции недостаточности ПНЖК в рационе питания. С этой целью целесообразно включать в питание не только больных, но и здоровых людей с профилактической целью дополнительные количества хлопкового масла, содержащего достаточное количество ПНЖК. Вместе с тем избыточное потребление полиненасыщенных жирных кислот отрицательно влияет на интенсивность окислительных процессов в организме, приводя к накоплению продуктов перекисного окисления липидов [25, 115].

Сырое хлопковое масло пахнет очень сильно из-за очень высокого содержания неглициридных компонентов, которые придают ему характерный темноватый красно-коричневый оттенок. Но после рафинирования продукт делается светлым, теряет свой аромат. Именно рафинированное, дезодорированное хлопковое масло можно употреблять в пищу.

Калорийность масла хлопкового составляет 899 ккал на 100 грамм продукта.

Масло из хлопка используется при приготовлении овощных и мясных консервов, также при производстве майонеза, маргарина.

Масло из хлопчатника применяется в химической и косметической промышленности. На основе нерафинированного масла изготавливают олифу. Также его используют как осветительное, в местах где есть ламповое масляное освещение. Ещё из него производят растительный стеарин.

В косметологии хлопковое масло используют для омоложения и выравнивания кожи, не только лица и шеи, но и рук.

Глава VI. РЕГЕНЕРАЦИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННОГО АДсорбЕНТА

6.1. Регенерация отработанного адсорбента

Регенерация отработанного адсорбента, предполагает удаление из его пор молекул поглощённого вещества адсорбата, процесс называется десорбцией. Десорбцию можно осуществить следующими методами:

1. нагревание адсорбента до температуры выше температуры кипения адсорбата;
2. вакуумирование, если при нагревании адсорбента начинается разложение адсорбата;
3. вытеснение адсорбата водяным паром или другим веществом;
4. комбинация названных способов.

В настоящее время на практике регенерацию отработанного адсорбента не проводят. В любом случае адсорбент надо разделять, так как адсорбат имеет материальную ценность. Поэтому отработанный адсорбент не следует вывозить на свалку.

Адсорбция относится к обратимому процессу, при котором поглощённое адсорбентом сопутствующие вещества, могут переходить обратно в раствор. Скорость протекания процесса адсорбции и обратного процесса десорбции, зависят от концентрации сопутствующих веществ в растворителе и на поверхности адсорбента. По мере того, как растёт концентрация вещества на поверхности адсорбента, растёт и количество молекул, переходящих обратно из адсорбента в растворитель.

Для регенерации адсорбента может быть использован метод экстракции растворителями. Растворитель после процесса десорбции конденсируют, и поглощённые сопутствующие вещества выделяют из растворителя.

Органические растворители-экстракционный бензин, метанол, бензол, толуол, дихлорэтан-используются для регенерации в нагретом состоянии или без нагревания.

Существует методы для эффективной регенерации адсорбированных веществ, путём химической реакции, при этом адсорбат переводят в другое вещество.

Термическая регенерация проводится в бескислородной атмосфере при температуре 700–800 °С. Но при регенерации часть адсорбента до 15–20% теряется.

Имеются опытные разработки для биологической регенерации активированных углей, при которых происходит биохимическое окисление адсорбированных веществ. Биологическая регенерация позволит существенно удлинить срок службы адсорбента.

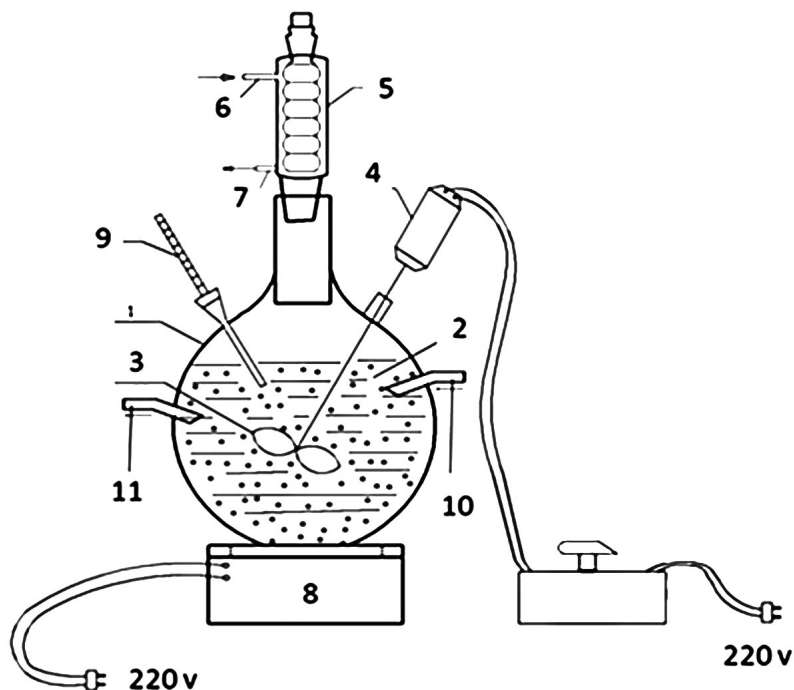


Рисунок № 6.1. Лабораторная установка регенерации отработанного адсорбента

1 – колба; 2 – отработанный адсорбент с экстракционным бензином; 3 – мешалка; 4 – электромотор; 5 – охладитель; 6 – вход холодной воды; 7 – выход тёплой воды; 8 – ультразвуковой аппарат; 9 – термометр; 10 – вход экстракционного бензина; 11 – выход смеси

В зависимости от того, каким образом и какие вещества удаляются при адсорбционной очистке, используют разные методы для регенерации или уничтожения адсорбента.

Для регенерации отработанного адсорбента, содержащего в своём составе масло и её сопутствующие вещества, в данной работе использована экстракция (жидкофазная десорбция) органическим, низкокипящим, легко перегоняющимся при нагревании растворителем. При регенерации растворителем экстракционным бензином, процесс проводят при нагревании.

Автором для многократного использования вспомогательных материалов, для экономии ресурсов и охраны окружающей среды проделана регенерация отработанного адсорбента, использованного при адсорбционной очистке хлопкового масла. Лабораторная установка регенерации отработанного адсорбента дано в рисунке № 6.1.

Технологические процессы регенерации отработанного адсорбента нижеследующие: В колбу наливается экстракционный бензин и погружают отработанный адсорбент в количестве 20% от объёма бензина, с помощью лабораторного ультразвукового аппарата в течении 30 минут перемешивается нагреванием при температуре 45–48 °С. Полученная мисцелла (смесь бензина, масла и сопутствующих веществ масла) собирается в сборник. Адсорбент проходит термическую прокалку при температуре 150 °С в течении 1 часа. Изучено что после регенерации восстановлено 80% активности адсорбента [116].

Разработано также оптимальные параметры регенерации отработанного адсорбента (глины с маслом), параметры которого даны в таблице № 6.1.

Таблица № 6.1.

Оптимальные параметры регенерации отработанного адсорбента

Наименование материала	Количество отработанного адсорбента в экстракционном бензине, %	Температура процесса регенерации, °С	Продолжительность процесса регенерации, минут
Отработанный адсорбент	20	45–48	30

Из таблицы № 6.1. можно сделать вывод, что при 20%-ном количестве отработанного адсорбента в экстракционном бензине, масло и сопутствующие вещества оптимально растворяются и снимаются с поверхности адсорбента и адсорбент очищается. При повышении температуры выше 50–60 °С бензин начинает испаряться максимально, а процесс регенерации прекращается. Продолжительность регенерации более 30 минут нецелесообразно так как приводит к излишним расходам энергоресурсов, который сказывается на себестоимость регенерированной продукции [41; 117; 118].

6.2. Применение отработанного адсорбента в выращивании водоросли хлореллы

Мы знаем, что Узбекистан аграрная страна, которая в основном выращивает хлопчатник. Каждый год из урожая хлопчатника производят более десяти видов продукции. Из хлопковых семян, выращенных в Узбекистане, получают хлопковое масло методом прессования и экстракции. Из полученного технического хлопкового масла при рафинировании удаляются сопутствующие вещества, образующие отстой, нежелательный цвет и запах, в конечном счёте получается качественное пищевое хлопковое масло. Проведено использование отработанных адсорбентов, при выращивании водоросли хлореллы, в качестве питательной среды.

Хлорелла-это водоросль, способная к быстрому росту, поэтому считается хорошим пищевым источником белка и витаминов. В составе водоросли имеются витамин А, В₂, В₃, а также железо, магний и цинк. Водоросль хлорелла имеет химический состав, который дано в таблице № 6.2.

Таблица № 6.2.

Химический состав водоросли хлореллы

№	Наименование веществ	Количество в клетке, %
1.	Белок	48–56
2.	Липиды	10–15
3.	Углеводы	24–32
4.	Витамины и микроэлементы	5–9

Из таблицы № 6.2. можно сделать вывод, что водоросль хлорелла имеет богатый химический состав, в связи с этим она имеет широкое применение на практике.

Известно, что полноценное кормление птиц, относится к числу важнейших условий, формирующих уровень продуктивности в птицеводстве. Однако полноценность рационов кормления зависит не только от наличия в них всех незаменимых веществ, но и степенью биологической доступности каждого из них. На сегодняшний день, в целях повышения биологической ценности кормов, в них добавляют искусственно синтезированные вещества, имеющие в основном низкую биологическую ценность для организма птиц.

Единственно реальным способом создания максимально полноценного кормления в птицеводстве, на сегодняшний день является дополнение существующих рационов продуктами на основе природного происхождения.

В целях рационального использования отходов производства адсорбционной очистки хлопкового масла, автором опробированы исследования по применению отработанных адсорбентов (отбельная глина с маслом) для питания водорослей хлореллы. Отработанные адсорбенты (отбельные глины) получены после адсорбционной очистки хлопкового масла прошедший щелочную рафинацию, а также отработанный адсорбент получен после предварительной очистки сырого нерафинированного прессового масла, полученного из различных сортов семян хлопчатника.

Эти образцы адсорбентов (отбельных глин), введены в образцы суспензии хлореллы в качестве питательной среды. Образцы каолина Султан-Увайс природного, отработанного адсорбента (отбельные глины) введены по отдельности на отдельные образцы суспензии хлореллы.

Результаты выявления роста продуктивности водоросли хлореллы, показаны в таблице № 6.3.

Из таблицы № 6.3. можно сделать вывод, что введением в образцы суспензии хлореллы в качестве питательной среды, отработанных активированного и М.А. № 1 адсорбентов, спустя несколько дней получены положительные результаты по росту продуктивности водорос-

ли хлореллы. В образцах суспензии хлореллы без питательной среды и с природным каолином Султан-Увайс, поздно выявлено развитие продуктивности водоросли, но следует отметить, что в них через несколько дней выявлено задержка (отсутствие) развития продуктивности хлореллы [19; 119].

Таблица № 6.3.
Результаты роста продуктивности водоросли хлореллы

№	Наименование добавленной питательной среды	Выявление роста продуктивности водоросли хлорелла, дни						
		1	2	3	4	5	6	7
1.	Суспензия хлореллы без питательной среды (контрольная)	–	–	–	–	–	–	+
2.	Каолин Султан-Увайс природный	–	–	–	–	–	–	+
3.	Активированный адсорбент, отработанный при адсорбционной очистке хлопкового масла прошедший щелочную рафинацию	–	–	–	+	+	+	+
4.	Модифицированный адсорбент М.А. № 1, отработанный при предварительной очистке нерафинированного прессового масла	–	–	–	+	+	+	+

* + выявление роста продуктивности водоросли хлорелла. – отсутствие роста продуктивности водоросли хлорелла

В рисунке № 6.2. дано диаграмма роста продуктивности водоросли хлореллы по суткам.

Из рисунка № 6.2. можно сделать вывод, что введением питательной среды отработанного адсорбента, в суспензию хлореллы, с каждым днём выявлено увеличение роста продуктивности водоросли хлореллы.

Лабораторная установка совершенствования технологии выращивания водоросли хлореллы, с применением питательной среды отработанного адсорбента изображена на рисунке № 6.3. и 6.4.

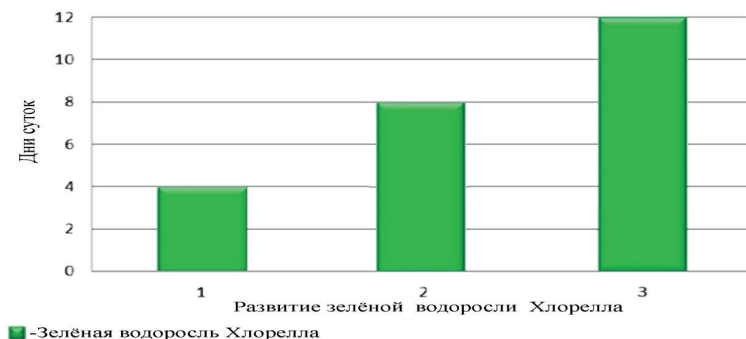


Рисунок № 6.2. Диаграмма роста продуктивности водоросли хлореллы

1 – диаграмма с первого по четвёртый день; 2 – диаграмма с первого по восьмой день; 3 – диаграмма с первого по двенадцатый день

Технологические процессы, совершенствования технологии выращивания водоросли хлореллы нижеследующие: приготовленная суспензия хлореллы помещается в лабораторную стеклянную ёмкость объёмом 1000 мл, на протяжении 12 дней выращивания хлореллы. продувается атмосферным воздухом каждые 12 часов, при котором с помощью атмосферного воздуха осуществляется также перемешивание суспензии в течение 12–15 минут каждый раз.

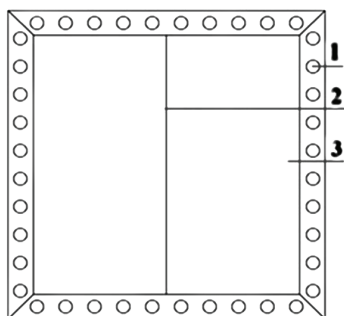


Рисунок № 6.3. Стеклянный удержатель воздуха. Вид сверху

1 – отверстие для прохода воздуха; 2 – верхняя часть удержателя; 3 – нижняя часть удержателя

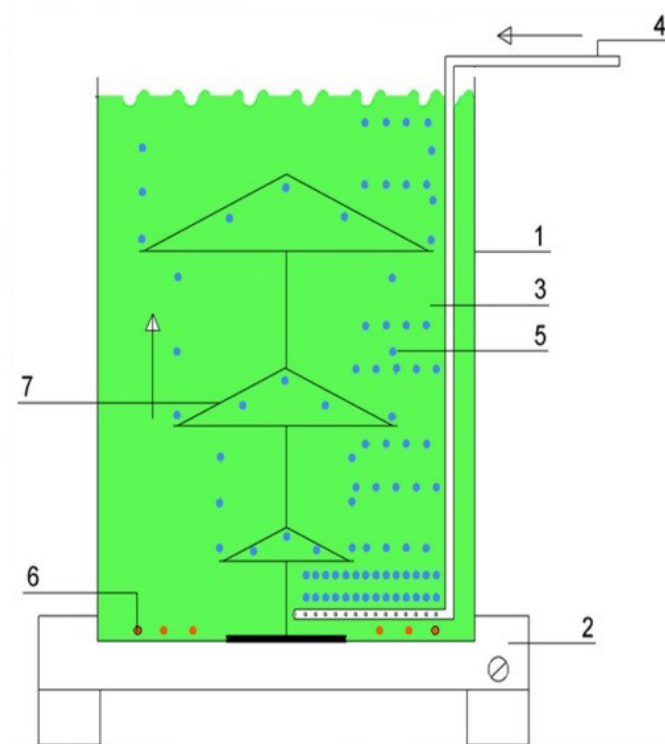


Рисунок № 6.4. Лабораторная установка совершенствования технологии выращивания водоросли хлореллы

1 – стеклянная ёмкость; 2 – электрическая печь с регулятором; 3 – суспензия водоросли хлореллы; 4 – линия подачи атмосферного воздуха; 5 – атмосферный воздух; 6 – отработанный адсорбент; 7 – стеклянный трёхступенчатый удержатель воздуха

При этом питательная среда отработанный адсорбент добавляется 1 раз в количестве 1 граммов на 1000 мл суспензии хлореллы. Стеклянный трёхступенчатый удержатель воздуха, даёт возможность прохода солнечных лучей в суспензию, также определённое время удерживает воздух в суспензии, это сказывается на обогащении суспензии углекислым газом.

На рисунке № 6.5. даны фотографии образцов суспензии хлореллы до и после введения питательной среды.

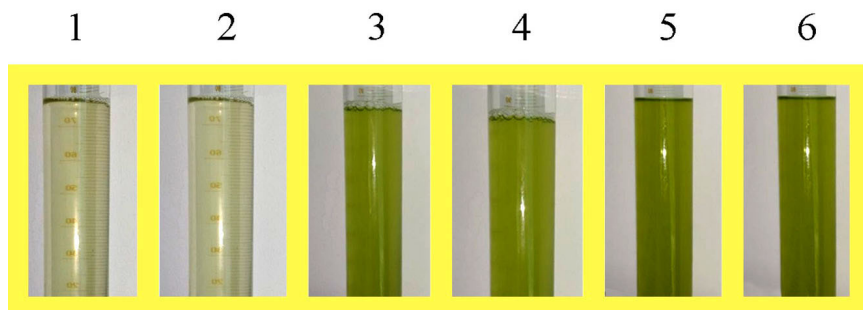


Рисунок № 6.5. Образцы суспензии хлореллы до и после введения питательной среды

Из рисунка № 6.5. можем делать вывод, что в период введения питательной среды в суспензии хлореллы, с каждым днём выявлено увеличение роста продуктивности водоросли хлореллы, которые сказываются на цвете образцов. Образцы № 1 и 2 суспензии хлореллы, полученные без питательной среды, имеют светлую окраску, образцы № 3 и 4 суспензии хлореллы, полученные введением питательной среды отработанного активированного адсорбента, имеют зелёную окраску, образцы № 5 и 6 суспензии хлореллы, полученные введением питательной среды отработанного М.А. № 1, тоже имеют зелёную окраску.

Автором проведена наблюдение под микроскопом образцов суспензии хлореллы, которые даны в рисунках № 6.6, 6.7, 6.8.

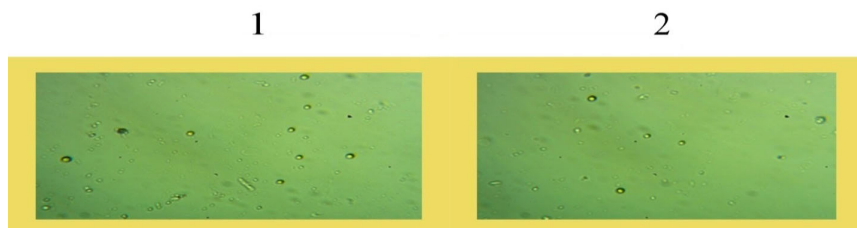


Рисунок № 6.6. Образцы суспензий хлореллы, полученные без питательной среды

Из рисунка № 6.6. номерами 1 и 2 можно сделать вывод, что суспензия хлореллы содержит небольшое количество водоросли хлорелла.

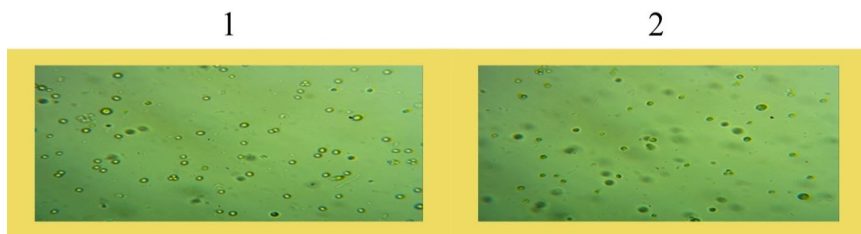


Рисунок № 6.7. Образцы суспензий хлореллы, выращенные введением питательной среды отработанного активированного адсорбента

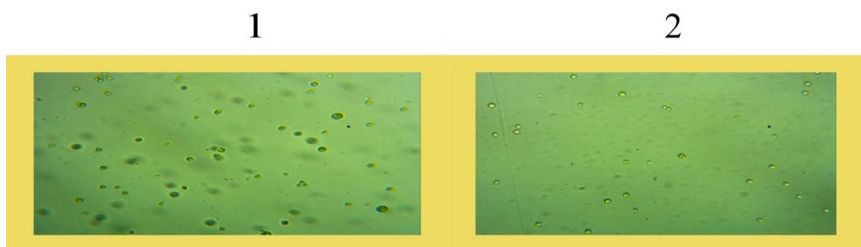


Рисунок № 6.8. Образцы суспензий хлореллы, выращенные введением отработанного М.А. № 1

Из рисунка № 6.7. номерами 1 и 2 можно сделать вывод, что суспензия при сопоставлении с рисунком № 6.6. номерами 1 и 2 имеет большое количество водоросли хлорелла.

Из рисунка № 6.8. номерами 1 и 2 можем делать вывод, что суспензия при сопоставлении с рисунком № 6.6. номерами 1 и 2, имеет большое количество водоросли хлорелла, но меньшее количество водоросли хлореллы, при сопоставлении с суспензией хлореллы рисунка № 6.7. номерами 1 и 2.

Определены массы полученных различных образцов суспензий хлореллы и высушенных образцов хлореллы, которые даны в таблице № 6.4.

Таблица № 6.4.

Массы полученных различных образцов хлореллы

№ образца суспензии	Наименование добавленной питательной среды	Количество суспензии хлореллы, мл	Средняя масса суспензии хлореллы, гр	Средняя масса полученных высушенных образцов хлореллы, гр
1.	Суспензия хлореллы без питательной среды (контрольная)	1000	943,4	—
2.	Суспензия хлореллы полученная введением питательной среды природный каолин Султан-Увайс	1000	952,6	—
3.	Суспензия хлореллы полученная введением питательной среды отработанного активированного адсорбента	1000	946,2	2,3
4.	Суспензия хлореллы полученная введением отработанного М.А. № 1	1000	944,9	1,6

Из таблицы № 6.4. можно сделать вывод, что введением в суспензии хлореллы в качестве питательной среды природного каолина и отработанных адсорбентов, получены результаты развития продуктивности водоросли хлореллы, в образцах с питательной средой отработанными адсорбентами, содержащими сопутствующие вещества хлопкового масла и самого масла.

Изучены органолептические показатели полученных образцов суспензий водоросли хлореллы, которые даны в таблице № 6.5.

Из таблицы № 6.5. можно сделать вывод, что органолептические показатели полученных образцов суспензий хлореллы, соответствуют с требуемыми показателями.

Таблица № 6.5.

Органолептические показатели полученных
образцов суспензий водоросли хлореллы

Наименование показателей	Норма (контроль)	Хлорелла полученная введением питательной среды отработанного активированного адсорбента	Хлорелла полученная введением отработанного М.А. № 1
Внешний вид	Непрозрачная жидкость	Непрозрачная жидкость	Непрозрачная жидкость
Цвет	Тёмно-зелёного цвета	Тёмно-зелёного цвета	Тёмно-зелёного цвета
Запах	Без запаха	Без запаха	Без запаха

Автором для изучения свойств суспензий, определены электропроводность и водородный показатель полученных образцов суспензий хлореллы, показатели которых даны в таблице № 6.6. и 6.7.

Таблица № 6.6.

Показатели электропроводности образцов суспензий хлореллы

№	Наименование добавленной питательной среды	Средний показатель электропроводности образцов, см/м
1.	Суспензия хлореллы полученная без питательной среды	84,8
2.	Суспензия хлореллы полученная введением питательной среды природный каолин Султан-Увайс	83,1
3.	Суспензия хлореллы полученная введением питательной среды отработанного активированного адсорбента	77,1
4.	Суспензия хлореллы полученная введением отработанного М.А. № 1	74,9

Из таблицы № 6.6. можно сделать вывод, что электропроводность суспензии понизилась с увеличением количества продуктивности водоросли хлореллы.

Таблица № 6.7.

Водородный показатель образцов суспензий хлореллы

№	Наименование добавленной питательной среды	Средний водородный показатель, pH
1.	Суспензия хлореллы полученная без питательной среды	4,7
2.	Суспензия хлореллы полученная введением питательной среды природный каолин Султан-Увайс	4,5
3.	Суспензия хлореллы полученная введением питательной среды отработанного активированного адсорбента	5,9
4.	Суспензия хлореллы полученная введением отработанного М.А. № 1	6,1

Из таблицы № 6.7. можно сделать вывод, что водородный показатель у суспензий хлореллы полученный введением питательной среды, отработанных адсорбентов больше по сравнению с суспензией без питательной среды и с питательной средой природным каолином. Чем больше водоросли хлореллы в суспензии, тем больше водородный показатель.

Данная работа направлена на увеличение продуктивности водоросли хлореллы, с целью обеспечения птицеводства эффективной кормовой смесью в состав которой вводится высушенные водоросли хлорелла.

Выращивание водоросли хлореллы с питательной средой, содержащий масло способствовало быстрому и эффективному решению основных проблем, в частности рационального использования отходов очистки хлопковых масел.

6.3. Применение отработанного адсорбента в получении кормовой смеси

Корма, витамины, премиксы для сельхозптиц на сегодняшний день в Узбекистан, привозят в основном из-за рубежа. Отработанные адсорбенты, использованные при адсорбционной очистке триглицеридов, в частности хлопкового масла, на сегодняшний день добавляется в соапсток, далее используются при производстве жиркислот, хозяйственного мыла.

Хорошим кормовым источником являются отработанные адсорбенты (отбельные глины с маслом), которые содержат 30–50% триглицериды. В отработанных адсорбентах содержатся также адсорбированные стеролы, свободные жирные кислоты, хлорофиллы, каротиноиды и витамин Е. Отбельные адсорбенты-это природные минеральные сорбенты, прошедшие модификацию или активацию. Они используются при адсорбционной очистке триглицеридов, так как имеют адсорбирующую способность [120; 121].

В химический состав отбельных адсорбентов, входят в основном оксиды металлов. Оксиды металлов при добавлении в состав корма, обеспечивают потребность организма сельскохозяйственных в макро и микроэлементах.

Макроэлементы, содержащиеся в кормах, в значительном количестве обеспечивают их минеральными элементами. К макроэлементам относятся кальций, калий, натрий, магний и другие. В связи с этим макроэлементы также создают в кормах определенную реакцию золы или кислотно-щелочное соотношение.

Макроэлементы выполняют в основном структурную функцию, входя в состав костной ткани. Почти весь кальций и большая часть фосфора и магния сконцентрированы в костной ткани. Остальные элементы в большей мере встречаются в мягких тканях организма животных. Макроэлементы принимают активное участие в обменных процессах, в организме сельскохозяйственных птиц [122].

К микроэлементам относятся железо, цинк, медь. На их долю приходится около 0,3–0,7 процента от общего количества минеральных элементов. В целом микроэлементы нужны для участия в обмене веществ организма животных. Они необходимы для нормальной работы внутренних органов животных, участвуют в нормализации клеточного обмена [41; 122].

Кальций в животном организме, служит материалом для построения костной ткани, он находится во всех живых клетках. При недостатке кальция у молодых животных задерживается рост, в крови падает содержание кальция, наблюдается воспаление кишечника, молодые птицы заболевают рахитом, взрослые остеопорозом, то есть размягчение костей. Целесообразным источником кальция является

отходы брекчия мрамора, который в основном состоит из кальцита, использующийся в основном в строительстве как камень для памятников, как штучный строительный камень для тротуаров и стен. Отходы брекчия мрамора на сегодняшний день, не нашли эффективного применения в производстве кормов для сельхозптиц [41].

Качество скорлупы играет ключевую роль в экономике яичного птицеводства, поскольку на механический повреждённое яйцо, то есть бой яиц (брак) кур несушек приходится от 8 до 10% снесённых яиц. Скорлупа защищает яйцо от физических и микробных воздействий, со стороны внешней среды. Качество скорлупы является важным параметром качества яиц. Для оценки показателей качества скорлупы на практике обычно используют массу, толщину, прочность и удельную плотность скорлупы. На показатели качества скорлупы, оказывают влияние внешние и внутренние факторы. Качество скорлупы куриных яиц, можно улучшить путём оптимизации минерального питания несушек.

Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП-4015 от 13.11.2018 года выдвинуто расширение базы производство кормов, производство импортозамещающих кормов и витаминов, производя конкурентоспособную птицепродукцию и обеспечение населения птице продуктами бесперебойно, в приемлемых ценах, расширить экспортный потенциал птицепродуктов.

В целях выполнения поставленных задач, автором апробированы и получены положительные результаты введением в корм птиц отработанного адсорбента и брекчии мрамора. При этом получено увеличение яйценоскости, привеса, максимально обеспечено прекращение боя яиц (брак) кур несушек.

Предлагаемая технологическая схема измельчения отходов брекчии мрамора, показана на рисунке № 6.9.

Технологические процессы измельчения отходов брекчии нижеследующие: приёмка отходов брекчии мрамора, нагревание при температуре 650–700°C в течении 20–25 минут, охлаждение холодной водой, измельчение брекчии, просеивание через сито с диаметрами решёток 0,5 мм, далее фасовка в мешки.

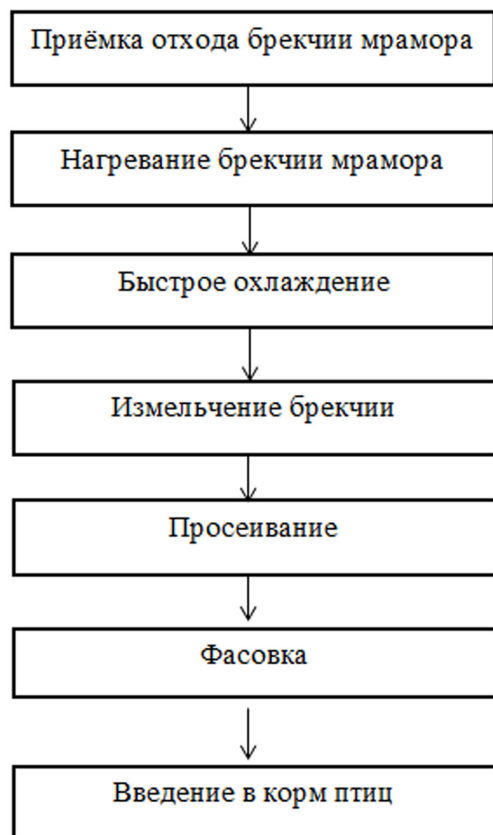


Рисунок № 6.9. Технологическая схема измельчения отходов брекчии мрамора

В последние годы фермеры Узбекистана, из-за проблем получения эффективных кормов, широко начали применять изготовление кормов по собственным рецептам, вводя непосредственно в корма птиц рафинированных растительных масел в количестве 2–3%, для обогащения кормов жирами. Это с экономической точки зрения, является нецелесообразным. В основном рецептуру составляет: отрубы пшеницы 70%, кукуруза 15%, шрот соевый 10%, премиксы 2%, витамины 1%, жир растительный 2%.

Рецептура кормовой смеси, составленная автором, для кур несушек нижеследующая: отрубы пшеницы 60%, кукуруза 25%, пшеница

10%, отработанный адсорбент 2%, измельчённый брекчий мрамора 2%, сущённая хлорелла 1%. При составлении рецептуры, соотношение сырья кормовой смеси регулируется целью кормления сельхозптиц [123, 132]. При приготовлении гранул из кормасмеси можно добавить суспензию хлореллы [19].

В настоящее время в Узбекистане держат в основном следующие породы кур несушек-Новоген, Хайлеон, Ломан Сенди, Ломан Браун. Автором приготовлено кормовая смесь для кур и цыплят и применено при кормлении. Начало эффекта выявлено на 9 день, при этом не выявлено никаких отрицательных признаков воздействия на здоровье кур и цыплят [124]. В таблице № 6.8. даны показатели яйценоскости кур несушек и бой яиц (брак), при кормлении предлагаемой кормовой смесью.

Таблица № 6.8.

Показатели яйценоскости кур несушек и бой яиц (брак)
при кормлении предлагаемой кормовой смесью

Название породы кур несушек	Суточная яйценоскость при кормлении обычным кормом, %	Суточная яйценоскость при кормлении предлагаемым кормом, %	Суточный бой яиц (брак) при кормлении обычным кормом, %	Суточный бой яиц (брак) при кормлении предлагаемым кормом, %
Ломан Браун	60	75	9	0

Из таблицы № 6.8. можем делать вывод, что суточная яйценоскость при кормлении предлагаемым кормом увеличилась до 75%, а суточный бой яиц (брак) уменьшилась до минимума [125; 126].

Рецептура кормовой смеси, составленная автором, для цыплят возрастом 3–4 месяцев породы Ломан Браун и Ломан Сенди нижеследующая: отрубь пшеницы 70–75%, кукуруза 12–15%, пшеница 6%, брекчий мрамора 2–3%, отработанный адсорбент 5%, хлорелла сущённая 1–2%.

В таблице № 6.9. даны показатели суточного привеса цыплят при кормлении предлагаемой кормовой смесью.

Таблица № 6.9.

Показатели привеса цыплят при кормлении предлагаемой
кормовой смесью

Наименование породы цыплят	Суточный привес при кормлении обычной кормовой смесью, грамм на живой вес (контроль)	Суточный привес при кормлении предлагаемой кормовой смесью, грамм на живой вес
Ломан Браун	10–12	12–14
Ломан Сенди	10–12	11–13

Из таблицы № 6.9. можем делать вывод, что привес цыплят при добавке 5% отработанного адсорбента (отбеленной глины), в их кормовую смесь увеличилась на 20–25%, по сравнению с контролем. К концу эксперимента, живой массой цыплята опытной группы, превосходили своих сверстников из контрольной группы по весу до 30%.

Автором выдвинуто важнейшая роль совершенствования рецептуры и технологии получения кормовой смеси, для цыплят которая обеспечивает более высокий и устойчивый темп производства птицепродуктов.

Так как сырьё, входящие в рецепт кормовой смеси, может изменяться в зависимости от производственных потребностей птицефермы до определённого количества, суточный привес цыплят тоже изменяется соответственно. Результаты увеличения привеса цыплят даны в рисунке № 6.10.

Из рисунка № 6.10. можно сделать вывод, что при кормлении предлагаемой кормовой смесью и при кормлении двухвидной кормовой смесью привес цыплят увеличивается с каждым днём. В целях более интенсивного увеличения мышечной массы у цыплят, может использоваться двухвидная кормовая смесь. В утренний рацион кормовой смеси отработанный адсорбент (отбеленная глина) добавляется в количестве 3%, в обеденный и ночной рацион в количестве 6–7%. При этом менее подвижный режим дня у цыплят, благотворно влияет к интенсивному росту мышечной массы цыплят опытной группы.

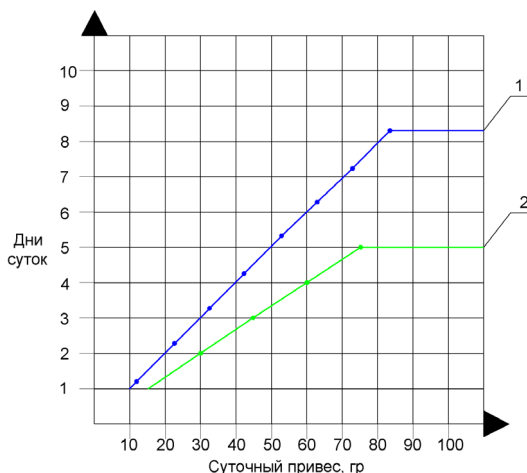


Рисунок № 6.10. Результаты увеличения привеса цыплят

Кривая 1 – показатель увеличения привеса цыплят при однородном кормлении предлагаемой кормовой смесью. Кривая 2 – показатель увеличения привеса цыплят при кормлении двухвидной кормовой смесью.

Таблица № 6.10.

Кислотность и количество соли полученной кормовой смеси

№	Наименование показателей	Требуемая норма	Количество в предлагаемой кормовой смеси
1.	Кислотность, °Н	до 5	3,8
2.	Количество соли, %	до 0,3	0,9
	для цыплят для кур	до 0,7	0,29

В целях обеспечения безопасности кормовой смеси, автором определены кислотность и количество соли в полученной кормовой смеси, показатели которых даны в таблице № 6.10.

Из таблицы № 6.10. можно сделать вывод, что кислотность и количество соли в предлагаемой кормовой смеси ниже нормы, предлагаемые кормовые смеси безопасны и пригодны для кормления цыплят и кур несушек.

В рационе цыплят самым ценным является α -токоферол витамин Е, который обладает сильным антиокислительным свойством. Вита-

мин Е сыграл особую роль в функции увеличения продуктивности цыплят, а также повлиял на правильное развитие цыплят.

Так как брекчия мрамора имеет твёрдую структуру, она способствовала также быстрому измельчению кормовой смеси в желудке цыплят и кур.

Использование хлореллы положительно повлияло на следующие показатели: уменьшение падежа цыплят и увеличение сохранности поголовья, увеличение суточного привеса, улучшение показателей конверсии, уменьшение использования витаминных добавок.

По обобщенным исследовательским данным, устранение дефицита жира, микроэлементов, макроэлементов и кальция в кормовых рационах птиц, обеспечено повышением мясной продуктивности, яйценоскости кур и суточного роста молодняка, а также полностью устранен бой яиц (брак) продуктов. Витамин Е, находящийся в составе отработанного адсорбента, тормозит всасывание из пищеварительного тракта птиц, перекисей жирных кислот, обладающих токсическим свойством. Введение витамина Е в рацион сельхозптиц, повысил их физическую способность и качество мяса увеличивая содержание в мясе витамина Е [127]. Недостаток этих компонентов приводит к задержке роста, расстройству воспроизводимых функций, к снижению продуктивности и ухудшению качества продукции и т.д. [128; 132].

Масложировая отрасль является потенциальным источником производства высококачественного кормового сырья, для различных видов животноводства, так как в составе маслосодержащего сырья отработанного адсорбента, имеются многие необходимые компоненты для питания животных в частности птиц. В процессе производства масложировой продукции, на различных стадиях помимо отработанного адсорбента, масла, жмыха или шрота образуются многочисленные побочные продукты и отходы, которые имеют высокую кормовую ценность для сельхозживотных [129; 130]. К ним следует отнести фосфати́ды и соапсток, отделяемые в процессе рафинирования триглицеридов [122; 131].

Предлагаемые кормовые смеси для сельхозптиц—это однородные смеси измельчённых до необходимой степени, составленные по

оптимальным практическим обоснованным рецептам, которые обеспечивают сбалансированные по всем элементам высококачественные корма. Основное назначение производства кормовых смесей, разработанных автором – оптимизация рационов по энергии, макро и микроэлементам, витаминам и другим биологически активным веществам в соответствии с нормами кормления. Предлагаемые автором кормовые смеси позволяют повышать продуктивность птиц на 25–30% минуя бой (брак) яиц в сравнении с небогащённым кормом.

Предлагается вырабатывать разработанные кормовые смеси в гранулированном виде с последующей расфасовкой [132].

В работе выдвинуто важнейшее направление интенсификации получения продуктов птицеводства, которое обеспечивает более высокие устойчивые темпы производства птицепродуктов, нормирование и полноценное кормление кур несушек и цыплят.

6.4. Ожидаемый экономический эффект, от внедрения разработанных инновационных технологий рафинирования, с применением при адсорбционной очистке хлопковых масел предлагаемых адсорбентов

При переработке различных сортов семян хлопчатника, цветность сырого нерафинированного хлопкового масла в производственных условиях получается практически непросматриваемой в кювете с толщиной в 10 мм цветомера Ловибонда. Это говорит о том, что в составе получаемых нерафинированных хлопковых масел содержится значительное количество сопутствующих веществ госсипола, хлорофилла и их производных, которые ухудшают качество масла.

По традиционной технологии получения сырого нерафинированного хлопкового масла, предварительная очистка от механических примесей осуществляется сперва на фузотанке, далее, на фильтр-прессе, где цветность масла снижается от исходного масла всего лишь на 2–3 красных единиц.

Конечно, это не даёт ощутимых результатов при получении рафинированных хлопковых масел. Поэтому совершенствование действующей традиционной технологии, с применением предварительной очистки сырых нерафинированных масел, получаемых из различных

сортосемян хлопчатника, с использованием предлагаемых модифицированных адсорбентов, считается необходимым.

Если учесть положительные действия модифицированных адсорбентов на цветность получаемого масла, то станет понятна необходимость модификации природного глинистого каолина, используемого для очистки последнего.

Использование разработанной технологии предварительной очистки сырого нерафинированного хлопкового масла с использованием модифицированных адсорбентов позволяет:

- снизить цветность сырого нерафинированного масла на 4–6 красных единиц относительно исходного;
- максимально снизить цветное число при щелочной рафинации масел;
- увеличить выход рафинированного хлопкового масла, полученного экстракционным методом до 5%, относительно традиционного способа рафинации;
- увеличить производительность, экономию времени и энергоресурсов.

Себестоимость 1 тн полученных адсорбентов следующая: М.А. № 1 170 000 сум, М.А. № 2 980 000 сум, М.А. № 3 92000 сум, активированный адсорбент 32000 сум. Стоимость привозного адсорбента 10500 000 сум.

На сегодняшний день количество получаемого масла, методом прессования составляет 70%, от общей массы получаемого хлопкового масла при силе тока 60 А на маслопрессах.

При применении полученного адсорбента М.А. № 1, в количестве 2,5% от массы масла в адсорбционной очистке нерафинированного хлопкового масла, рентабельность повышается от 5% до 7%. При этом 2% рентабельности составляет 258250 сум в 1 тонне, в год при переработке 50000 тонн хлопковых семян сумма составляет 1608 897500 сум дополнительной прибыли при оптовой цене рафинированного хлопкового масла 17835 360 сум. В год при масличности семян хлопчатника до 21%, добывается 7000 тн нерафинированного прессового масла, при рафинации из него получается 6230 тн рафинированного хлопкового масла.

Из 1 тн рафинированного хлопкового масла, ожидаемый экономический эффект, от внедрения предлагаемых технологий, в дату отчётного периода, можно рассчитывать по формуле [133].

$$\Xi = (C_1 - C_2) \Pi = (17835360 - 17577110) 6230 = 1608\,897\,500 \text{ сум}$$

где C_1 – себестоимость получения рафинированного хлопкового масла до внедрения предлагаемой технологии, сум/тн;

C_2 – себестоимость получения рафинированного хлопкового масла после внедрения предлагаемой технологии, сум/тн;

Π – количество годового получаемого рафинированного хлопкового масла, тн;

Следует отметить, что себестоимость получения модифицированных и активированного адсорбентов, из местного природного минерала (сырья) дешёвая, что приводит к увеличению экономического эффекта масложирового производства.

Так как получаем 2670 тн рафинированного экстракционного масла по традиционной технологии, увеличение количества выхода хлопкового масла в количестве 5% составляет 133,5 тн масла в год, при продаже которого дополнительная прибыль составляет 2381 020560 сум.

Учитывая, что маслопрессы на маслозаводах введены в строй более 40 лет назад, для устранения поломок деталей маслопрессов и уменьшения ремонтных дней, обеспечивается при уменьшении силы тока маслопрессов до 40А, при этом, получение масла на маслопрессах уменьшается и составляет 50% от общей массы получаемого хлопкового масла, соответственно увеличивается и количество получаемого экстракционного масла на 20%. Внедряя этот способ увеличим количество хлопкового масла, получаемого экстракционным методом, в итоге получим 4450 тн рафинированного экстракционного масла в год, увеличение количества выхода рафинированного хлопкового масла в количестве 5% составляет 222,5 тн масла в год, при продаже которого дополнительная прибыль составляет 3968 367600 сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведения комплекса научно-исследовательских работ по модификации, активации природного глинистого каолина Султан-Увайс, применение полученных адсорбентов при очистке нерафинированного хлопкового масла, а также масла в мисцелле, совершенствования технологии рафинации, дезодорации хлопковых масел, полученных методом прессования и экстракции сделаны следующие выводы:

1. На основе исследования физико-химических показателей сырых нерафинированных хлопковых масел, полученных из различных сортов семян хлопчатника установлено, что содержание в них механического отстоя, госсипола, хлорофилла и их производных значительно больше, что в настоящее время требуется совершенствование технологии их рафинирования.

2. Разработанные технологии модификации, активации природного глинистого каолина Султан-Увайс, дали возможность получения адсорбентов М.А. № 1, 2, 3 и активированного щёлочью с высокими адсорбционными свойствами, которые имеют целесообразность для масложировых предприятий.

3. Показано, что модифицированные адсорбенты М.А. № 1, 2, 3 благотворно повлияли на степень очистки сырых нерафинированных хлопковых масел, также благотворно повлияли и на последующую щелочную рафинацию хлопкового масла.

4. Показано, что предварительная очистка сырых нерафинированных хлопковых масел, с помощью модифицированных адсорбентов М.А. № 1, 2, 3 и очистка рафинированного хлопкового масла активированным адсорбентом позволили получать масло по органолептическим и физико-химическим показателям соответствующие требованиям ГОСТа.

5. Установлено, что предварительная очистка хлопкового масла в мисцелле с концентрациями мисцеллы 40 и 60%, при использова-

нии модифицированного адсорбента М.А. № 3, позволило повысить качество, также количество получаемого хлопкового масла методом экстракции до 5%.

6. Разработанные инновационные технологические схемы рафинации, дезодорации хлопковых масел, полученных методом прессования и экстракции, дали возможность получения хлопкового масла высокого качества без дополнительных затрат на технологические процессы.

7. Установлено, что регенерация отработанных адсорбентов возможна на предприятиях масложировой промышленности, регенерация которых не требует больших затрат на технологические процессы.

8. Установлено, что повышение роста продуктивности водоросли хлореллы, с применением питательной среды отработанного адсорбента, создание кормовой смеси с добавлением хлореллы, является новейшей инновационной технологией в сфере растениеводства и кормопроизводства.

9. Установлено, что разработанные новые технологии модификации, активации природного каолина Султан-Увайс, инновационные технологии рафинации, дезодорации хлопковых масел полученных прессовым и экстракционным методами, технология регенерации отработанного адсорбента, технология выращивания водоросли хлореллы с применением отработанных адсорбентов, технология получения кормовой смеси дадут введения новых технологических цехов, создание новых рабочих мест, также увеличение прибыли масложирового производства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каримов И. А. Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана. – Т.: Узбекистан, 2009. – С 48.
2. Щербаков В. Г. Биохимия и товароведение масличного сырья. – М.: Пищевая промышленность. 1969. – С 454.
3. Коростелев В. М., Мазняк И. Е. Итоги работы масложировой промышленности за 1985 год // Масложировая промышленность. Москва, 1986. – № 6. – С 16–22.
4. Holapek M., Jandera P., Zderadika P., Hrubá L. Characterization of triacylglycerol and diacylglycerol composition of plant oils using high-performance liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. *Journal of Chromatography* – A. 2. 2003. – P. 195–215.
5. Ходжаев А. А., Атауллаев А. Х. Повысить качество и уменьшить потери хлопковых семян // Масложировая промышленность. – Москва, 1986. – № 12. – С. 12–13.
6. Асилбекова Д. Т., Умаров А. У. Масло семян новых сортов хлопчатника // Масложировая промышленность. – Москва. 1981. – № 9. – С. 12–14.
7. Мгебришвили Т. В., Мартовщук В. И. Межфазная активность сопутствующих веществ хлопковых масел различной рафинируемости // Масложировая промышленность. – Москва. 1985. – № 7. – С. 21–23.
8. Тютюнников Б. Н. Химия жиров. Учебное пособие / Б. Н. Тютюнников. М.: Пищевая промышленность. 1965. – С. 632.
9. Стопский Н. А. Химия жиров и продуктов переработки жирового сырья. Учебное пособие. / Н. А. Стопский. – М. Колос. 1992. – С. 285.
10. Тюкавкина Н. А. Биоорганическая химия. Учебное пособие / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков. – М.: Медицина. 1991. – С. 543.

11. Bailey's. Industrial Oil and Fat Products. A primer on Oils Processing Technology. Wiley-Interscience. Sixth edition. – 5. 2005. – P. 572, 725. ISBN-10: 0471385514.
12. Przybylski R. Canola Oil, Physical and Chemical Properties. Canola Council of Canada. URL: <http://www.canola-council.org/PDF/Chemical-6.pdf>. 26.03.2007.
13. Медлер Д. Биохимия (пер.с англ.) – М. Мир. 1980. – С. 408.
14. Ржехин В. П. Исследование важнейших процессов при переработке масличных семян и некоторые решения в области улучшения использования масличного сырья и качества продукции. Доклад по совокупности выполненных работ на соискание учёной степени доктора техн. наук. – М. 1964. – С. 180.
15. Ржехин В. П., А. Б. Белова. Новые способы выведения госсипола из хлопковых семян масла и шрота. – М. ЦНИИТЭИ пищепром, 1961. – С. 66.
16. Ржехин В. П., Преображенская И. С. Взаимодействие фосфатидов с госсиполом в бензиновых и масляных средах // Масложировая промышленность. – Москва. 1961. – № 7. – С. 9–12.
17. Velisek J. Chemie potravin 1. Tabor. OSSIS, 2002. – P. 372. ISBN 80-86659-00-18. Vi-Thuy D., Gaspard C., Mayer M., Georges H., Suong N., Robert J.: Synthesis and cytotoxicity of gossypol related compounds. European Journal of Medicine Chemistry. 2000. – P. 805–813.
18. Chekky J. P., Cray M. S. A review of lecithin chemistry and glandless cotton seed as potential commercial source // J. Amer. Oil Chem. Soc., 1981. – Vol. 58. – № 10. – P. 903–913.
19. Голдовский А. М. Теоретические основы производства растительных масел. – М. Пищепромиздат. 1958. – С. 446.
20. Velisek J. Chemia potravin 2. Tabor. OSSIS. 2002. – P. 304. ISBN 80-86659-01-1.
21. Котлакова К. Г., Кюз Э. П. Стойкова В. Я. Определение афлатоксинов в семенах и шротах хлопчатника // Масложировая промышленность. – Москва. 1973. – № 9. – С. 11–12.
22. Gouveia L., Nobre P., Marcelo F., Mrejen S., Cardoso T., Palavra F., Mendes R. L. Functional food oil coloured by pigments extracted

- from microalgae with supercritical CO₂. Food Chemistry. – 2. 2007. – P. 717–723.
23. Химия и технология жиров / Под редакцией А. Г. Сергеева // Труды ВНИИЖ. 1971. – вып. 28. – С. 391.
 24. Kalliopi D., Rosaleen J., Anderson W., John L., David A. P., Michael D., Paul W. G. Synthesis of gossypol atropisomers and derivatives and evaluation of their antiproliferative and anti-oxidant activity. Bioorganic & Medicinal Chemistry. 2005. – P. 4228–4237.
 25. Бирбасова А. В. Теоретическое и экспериментальное обоснование рецептур купажированных масел функционального назначения. Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. – Краснодар. 2016. – С. 128.
 26. Техника и технологии производства и переработки растительных масел. Учебное пособие / С. А. Нагорнов, Д. С. Дворецкий, С. В. Романцова, В. П. Таров. Тамбов. Издательство ГОУ ВПО ТГТУ. 2010. – С. 53.
 27. Физическая и коллоидная химия. Учебное пособие / Д. П. Добычин Л. И. Каданер, В. В. Серпинский и др. – М. Просвещение. 1986. – С. 463.
 28. Закиров С. Г., Уринбаева Л. У. Исследование гидродинамики процесса рафинации хлопкового масла методом жидкостной экстракции // Вопросы кибернетики. – Москва. 1976. – Вып. 85. – С. 29–33.
 29. Маркман А. Л., Бурнашева С. Н. Рафинация хлопкового масла в ацетоновой мисцелле нашатырным спиртом // Масложировая промышленность. – Москва. 1965. – № 1. – С. 15–16.
 30. Koilash Chander, Seshadri J. R. A new method of isolation of pure gossypol. A study of its derivatives // J. Sci. Indians Res. 1958, – Vol. 17. – № 7 B. – P. 279–280.
 31. Ахуджанов А. И., Попова В. Н., Султанов А. С. и др. Прогрессивная технология в рафинационных цехах предприятий Среднеазиатских республик // Масложировая промышленность. – Москва. 1986. – № 2. – С. 1–3.
 32. Patent 3750520 USA. Gossypol isolation from cotton seeds / I. Robert, A. Noris frank (Swift & Co.) (USA). – Publ. 16.01.68.

33. Sullivan Frunk E. The refining of fats and oils // J.Amer. Oil Chem. Soc. 1968. – Vol. 45. – № 10. – P 564–615.
34. Prikrýl A., Hlavsa E. Důležitost odstranění glycerolu a jeho rozkladných produktů bavlníkového oleje před neutralizací // Průmysl Potravin, 1968. – T. 19. – № 7. – P 356–358.
35. Положительное решение от 1.04.87 г. На выдачу авторского свидетельства. по заявке № 4141556. Способ рафинации хлопковых масел / Н.С. Арутюнян, Т.В. Мгебришвили, В.И. Мартовшук и другие.
36. Белобородов В.В. Основные процессы производства растительных масел / В.В. Белобородов. – М. Пищевая промышленность. 1966. – С. 478.
37. Акаева Т.К. Основы химии и технологии получения и переработки жиров. Ч. 1: Технология получения растительных масел. Учебное пособие / Т.К. Акаева, С.Н. Петрова. Иваново. ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. 2007. – С. 124.
38. Файнберг Е.Е. Технологическое проектирование жировперерабатывающих предприятий (рафинация и гидрогенизация жиров) / Е.Е. Файнберг, И.М. Товбин, А.В. Луговой. – М. Лёгкая и пищевая промышленность. 1983. – С. 416.
39. Kheang L. S. Recovery and conversion of palm olein-derived used frying oil to methyl esters for biodiesel/ L. S. Kheang// Journal of Oil Palm Research. 2006. – Vol 18. – P. 247–252.
40. Васильва Г. Ф. Дезодорация масел и жиров / Г. Ф. Васильва. Спб.: ГИОРД. 2000. – С. 192.
41. Арутюнян Н. С. Рафинация масел и жиров/ Н. С. Арутюнян, Е. П. Корнена, Е. А. Нестерова. Спб. ГИОРД. 2004. – С. 288.
42. Материалы сайта: URL: [http:// www.oehmi-engineering.de](http://www.oehmi-engineering.de).
43. Таран Н.Г. Адсорбенты и иониты в пищевой промышленности / Н.Г. Таран // М. Легкая и пищевая промышленность. 1983. – С. 248.
44. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии./ А. Г. Касаткин – М.. Химия. 1973. С. 752.
45. ТУ 6461–92–95 Технические условия. Отбеливающий сорбент АК-3 из каолиновых глин Ангренского месторождения. – Ташкент. 1995. – С. 19.

46. Руководства по методом исследования, теххимическому контролю и учёту производства в масложировой промышленности. / Ред кол. В.П. Ржехин, А.Г. Сергеев-Л.ВНИИЖ. 1964. – Т. 3. – С. 493.
47. Ахмедов А. Н., Суванова Ф. У., Абдурахимов С. А., Серкаев К. П. Композиции модифицированных адсорбентов для осветления хлопковых масел // Композиционные материалы. – Ташкент. 2011. – № 2. – С. 52–56.
48. Руководства по методом исследования, теххимическому контролю и учёту производства в масложировой промышленности. / Под ред. В.П. Ржехина, А.Г. Сергеева-Л.: ВНИИЖ. 1967. – Т. 1. кн. I. – С. 585.
49. РСТ Уз 624–94. Масло хлопковое. Метод измерения цветности. – Ташкент. Госстандарт. 1994. – С. 7.
50. Хефтман Э. Хроматография. Практическое приложение метода. В 2-х частях. Мир.–М.: 1986. – С 336.
51. Государственный стандарт республики Узбекистан. Семена хлопчатника технические. Технические условия. – Ташкент. 2014 г.
52. Бахтияров С. Б. Изучение физико-химических показателей форпрессового сырого масла полученного из низкосортных семян хлопчатника. «Kimyo, oziq-ovqat hamda kimyoviy texnologiyaga mahsulotlarini qayta ishlashdagi dolzarb muammolarni yechishda innovatsion texnologiyalarning ahamiyati». Халқаро илмий амалий конференция. – Наманган. 2021. – С. 864–866.
53. Бахтияров С. Б. Совершенствование технологии получения активированных адсорбентов из местных глин. Дисс. канд. техн. наук. – Ташкент. 1998. – С. 102.
54. Закиров М. З. История исследования монтмориллонитовых (бентонитовых) глин Узбекистана // Бентониты Узбекистана. – Ташкент. 1963. – С. 8–25.
55. Баталова Ш. Б. Физико-химические основы получения и применения катализаторов и адсорбентов из бентонита. – Алма-Ата. Наука. 1986. – С. 168.
56. Арипов Э. А. Исследование адсорбции на природных минеральных сорбентах. Труды института химии АН Р. Уз. / Под ред. Салимова З. – Ташкент. Фан. 1993. – С. 76–93.

57. Арипов Э.А., Закиров М.З., Ахмедов К.С. Монтмориллонит – гидрослюдистые глины Узбекистана. – Ташкент. Фан. 1976. – С. 136.
58. Bentonитовые глины Узбекистан / отв. ред. Ахмедов К.С. – Ташкент. Фан. 1963. – С. 195.
59. Арипов Э.А. Природные минеральные сорбенты, их активирование и модифицирование. – Ташкент. 1970. – С. 183–184.
60. Маркман А.Л., Вишнепольская Ф.В. Отбельные земли, их активирование и применение. Масло-бойко жировое дело. 1981. – № 4–5. – С. 45–49.
61. Ахмедов А.Н., Суванова Ф.У., Абдурахимов С.А., Пардаев Г.Э. Эффективная технология переработки низкосортных семян хлопчатника. 2019 г. ФАН. – Ташкент. – С. 61–65, 76–83.
62. Бахтияров С.Б., Матмуратов Ш.А., Рахимова Ф.М., Озодов Ф.О. Совершенствование технологии получения гидроксида натрия из технической соли месторождения «БАРСА КЕЛМАС». Развитие науки и технологий. – Бухара. 2021. – № 6. – С. 41–46.
63. Мустафаев С.К., Смычагин Е.О. Перспективы применения инновационной технологии послеуборочной обработки семян в производстве растительных масел. 13-международная конференция «Масложировая индустрия-2013». Сборник материалов конференции. 23–24 октября 2013. – С 51–52.
64. Бахтияров С.Б. Сопоставление показателей рафинированного хлопкового масла в мисцелле. «Kimyo, oziq-ovqat hamda kimyoviy texnologiyaga mahsulotlarini qayta ishlashdagi dolzarb muammolarni yechishda innovatsion texnologiyalarning ahamiyati». Халқаро илмий амалий конференция. – Наманган. 2021. – С. 866–868.
65. Бахтияров С.Б., Курамбаев Ш.Р., Аллаберганова У.Б. Модификация каолина Султан-Увайс и применение полученного каолина при очистке хлопкового масла. Развитие науки и технологий. – Бухара. 2021. – № 6. – С. 211–216.
66. Усманов Б.С., Кадиров З.З., Ибрагимов Л.А. Способы использования высокочастотных лучей при длительном хранении сырья для производства растительных масел. Универсум Технические науки. 2021. – С. 93–96.

67. Мустафаев С. К., Смычагин Е. О. Перспективы применения инновационной технологии послеуборочной обработки семян в производстве растительных масел. 13-международная конференция «Масложировая индустрия-2013». Сборник материалов конференции. 23–24 октября 2013. – С. 51–52.
68. Ахмедов А. Н., Суванова Ф. У. Экстракция пахта мойи мисцелласини рафинациялаш жараёнини такомиллаштириш. Инновацион технологиялар. 2021/2 (42). – С. 45.
69. Akhmedov A., Rakhmatov E, Rajabova D. Development of two-stage alkaline refining of oils obtained from low-grade cotton seeds using caustic soda, sodium silicate and microwave radiation. International Scientific Conference Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering (CONMECHYDRO 2021). Sweden. – P. 1–9.
70. Бахтияров С. Б. Совершенствование технологии получения активированных адсорбентов из местных глин. Диссертация на соискание учёной степени кандидат технических наук. ФАН. – Ташкент. 1998. – С. 65–69.
71. Бахтияров С. Б. и др. // Исследования физико-химических и адсорбционных свойств местных глин, используемых при отбелке хлопковых масел. Науч. тр. Республ. конф. «Научно-практические основы переработки сельхоз-сырья». – Бухара. 1997. – С. 232–234.
72. Викупова М. Ф. Электромикроскопическое исследование глин. – М. Госгеоиздат. 1952. – С. 20.
73. Баталова Ш. Б. Физико-химические основы получения и применения катализаторов и адсорбентов из бентонитов. – Алма-Ата. Наука. 1986. – С. 168.
74. Мирабишвили М. С. Адсорбенты, их получение, свойства и применение – А. Наука. 1971. – С. 121–125.
75. Быков В. Т. Сорбционные свойства и структура отбеливающих земель. – Владивосток. 1933. – С. 128–132.
76. Рафельсон А. Б., Койфман Т. Ш. О выведении пигментов группы хлорофилла из рапсового масла. Тр. ВНИИЖ. 1985. – С. 116–126.
77. Сабурова Н. П., Лепилин В. Н., Ключкин В. В. Механизм адсорбции каротина и избирательный характер его извлечения активными углями из подсолнечного масла // Проблемы масло-

- добывания, очистки и переработки жиров. А. ВНИИЖ. 1989. – С. 107–111.
78. Rev.Franc. Cops.Gras., 1980. – Т. 27,– № 3. – Р. 121–130.
79. Amer I. Oil. Chem Soc., 1981.– № 1. Т. 59. – Р. 199–200.
80. Турсунов М., Ризаев Н. У., Мирзакаримов Р. Применение ионообменных и молекулярных сорбентов для рафинации хлопкового масла // Масложировая промышленность. – Москва. 1969. – № 3. – С. 12–14.
81. Кислотные и осветляющие свойства глины Дурмен. Гафуров Р. Г., Курбанбаева Г., Саломов Х. Т. и др. // Изв. вузов. Пищевая технология. 1981. – № 3. – С. 36–39.
82. Усманов Б. С., Кадилов З. З., Ибрагимов А. А. Способы использования высокочастотных лучей при длительном хранении сырья для производства растительных масел. 2021. Универсум. Технические науки. – С. 93–96.
83. Голдовский А. М. К вопросу состояния масла в клетках семян. // Масложировая промышленность. 1971. – С. 395.
84. Леонтевский К. Е. Переработка семян хлопчатника. – М. Пищепромиздат, 1953. – С. 145.
85. Бахтияров С. Б. и др. Подбор адсорбентов для облагораживания растительных масел и жиров. Тез. докл. Узбекско-Малазийского симпозиума. – Ташкент. 1997. – С. 160–161.
86. Akhmedov A., Rakhmatov E, Rajabova D. Development of two-stage alkaline refining of oils obtained from low-grade cotton seeds using caustic soda, sodium silicate and microwave radiation. International Scientific Conference Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering (CONMECHYDRO 2021). – Sweden. – Р. 1–9.
87. Бахтияров С. Б. Совершенствование технологии получения активированных адсорбентов из местных глин. Диссертация на соискание учёной степени кандидат технических наук. ФАН. – Ташкент. 1998. – С. 65–69.
88. Технология переработки жиров / Под ред. проф. Арутюняна Н. С., М.: Агропромиздат, 1985. – С. 366.
89. Бахтияров С. Б. Совершенствование технологии получения активированных адсорбентов из местных глин. Диссертация на

- соискание учёной степени кандидат технических наук. ФАН. – Ташкент. 1998. – С. 65–69.
90. Akhmedov U.K., Kurambaev Sh.R., Bakhtiyarov S.B. Matmura-tov Sh.A. Obtain effective compositions of Sultan-Uvays kaolin ad-sorbents for adsorption purification of crude cotton oil. Scientific and Technical Journal Namangan institute of Engineering and Technol-ogy. Namangan. 2022. – № 2. – P. 152–157.
 91. Абдурахимов С.А., Бахтияров С.Б., Салимов З.С. и др. Оценка степени осветления масла и избирательности адсорбента сопут-ствующим триацилглицеридам веществ // Узб.хим.журн.,– Таш-кент, 1998. – № 1. – С. 66–69.
 92. Технология переработки жиров /Под ред. Н.С. Арутюнян–М.: Агропромиздат. 1985. – С. 368.
 93. Akhmedov U.K., Kurambaev Sh. R., Bakhtiyarov S.B., Atajano-va M.Z. Optimization of the process of kaoline refining of cottonseed oil. Eurasian scientific discussions. Proceedings of V International Sci-entific and Practical Conference. – Barcelona. 2022. – P. 252–257.
 94. Жуманов Ю.К. Физико-химическое исследование каолинов За-рафшанского региона // Universum: технические науки: элек-тронный научный журнал. 2018. – № 10 (55). – С. 28–33.
 95. Бурункова Ю.Э., Успенская М.В., Самуйлова Е.О. Растительные масла, свойства, технологии получения и хранения, окислитель-ная стабильность. – Санкт-Петербург. ТИМО. 2020. – С. 18–19.
 96. Михайлов Г.Г., Лонзингер Т.М., Морозова А.Г., Скотников В.А., Лонзингер А.В., Кутуев А.А. Влияние состава и структуры при-родных алюмосиликатных материалов Челябинской области на сорбционные свойства. Челябинск // Вестник ЮУрГУ. Серия металлургия. – № 4. 2015. – С. 42–50.
 97. Павлова И.А., Земляной К.Г., Фарафонтова Е.П. Основы техноло-гии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Ека-теринбург. Издательство Уральского университета. 2020. – С. 6–7.
 98. Дятлова Е.М., Бобкова Н.М., Сергиевич О.А. ИК-спектро-скопическое исследования каолинового сырья Белорусских ме-сторождений. Екатеринбург // Проблемы недропользования. 2019. – № 2. – С. 143–149.

99. Дринц В. А., Сахаров Б. А. Рентгеноструктурный анализ смешанно-слоистых минералов. – Москва. Наука. 1976. Труды. – Выпуск 295. – С. 137–150.
100. Косьянов П. М. Рентгенофизический анализ неорганических веществ сложного химического состава. – Тюмень. ТИУ. 2016. – С. 58–62.
101. Жияякова Е. Т., Новиков О. О., Бондарев А. В., Фролов Г. В. Определение технологических и адсорбционных показателей медицинских глин // Научные ведомости. Серия Медицина, фармация. 2013. – № 18 (161). – С. 229–234.
102. Плаченев Т. Г., Колосенцев С. Д. Порометрия. – Л.: Химия, 1988. – С. 176.
103. IUPAC Compendium of Chemical Terminology. Version 2.3.2. 2012. – 08–19. – Р. 124.
104. Ахмедов А. Н., Абдурахимов С. А., Суванова Ф. У. Исследование предварительного осветления сырых масел, получаемых из низкосортных семян хлопчатника // Узбекский химический журнал. – Ташкент. 2011. – № 2. – С. 53–56.
105. Серкаев К. П., Ильясов А. Т., Еркариев А. Ж., Салихов Ш. И., Джамалов А. Б., Шарипов Н. Ш. Карбамид в переработке семян хлопчатника // Масложировая промышленность. – Москва. 2001. – № 4. – С. 32–33.
106. Ўзбекистон республикаси давлат стандарти. О'з DSt 816:2015. Масло хлопковое рафинированное. Технические условия. – Ташкент. 2015. – С. 5–6.
107. Мустафаев С. К., Смычагин Е. О. Перспективы применения инновационной технологии послеуборочной обработки семян в производстве растительных масел. 13-международная конференция «Масложировая индустрия-2013». Сборник материалов конференции. 23–24 октября. 2013. – С. 51–52.
108. Бахтияров С. Б. Совершенствование технологии получения активированных адсорбентов из местных глин. Диссертация на соискание учёной степени кандидат технических наук. ФАН. – Ташкент. 1998. – С. 65–69.

109. Akhmedov U.K., Kurambaev Sh. R., Bakhtiyarov S. B. Cotton oil production technology complying with the requirements of the standart. Innovations and prospects of word science. Proceedings of X International Scientific and Practical Conference. – Vancouver. 2022. – P. 179–185.
110. Ўзбекистон республикаси давлат стандарти. О'з DSt 816:2015. Масло хлопковое рафинированное. Технические условия. – Ташкент. 2015. – С. 5–6.
111. Стерины и фосфолипиды, их роль в питании и здоровье человека Электронный ресурс. За здоровье. Режим доступа: URL: <http://zazdorovye.ru/steriny-i-fosfolipidy-ix-rol-v-pitanii-i-zdorovecheloveka>
112. Кулакова С. Н. Растительные масла нового поколения и их роль в питании / Кулакова С. Н., Викторова Е. В. // Масла и жиры. 2006. – № 9(67). – С. 1–5.
113. Древаль А. В. Эссенциальные жирные кислоты в профилактике и лечении сосудистых осложнений сахарного диабета / А. В. Древаль, В. Б. Покровский // Вопросы питания. 1992. – № 4. – С 6–14.
114. Полиненасыщенные жирные кислоты и их роль в мозговом кровообращении [Электронный ресурс]. Камышинское масло. Режим доступа: <http://www.kmaslo.ru/index039c.php?cnt=articles&item=11>.
115. Полиненасыщенные жирные кислоты и их роль в мозговом кровообращении [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kmaslo.ru/index0311c.php?cnt=articles&item=11>.
116. Зайцева Л. В., Нечаев А. П. Жиры и масла современные подходы к модернизации традиционных технологий. Учебное пособие. – М. Де Ли плюс. 2013. – С. 152.
117. Арутюнян И. С., Корнена Е. П., Янова А. И. и др. Технология переработки жиров. Учебник. 2е изд. – М. Пищепромиздат. 1998. – С. 451.
118. Bakhtiyarov S. B. Modification of the adsorbent. Scientific achievements of modern society. Abstracts of IX International Scientific and Practical Conference. – Liverpool. 2020. – P. 53–58.
119. Akhmedov U. K., Kurambaev Sh. R., Bakhtiyarov S. B. Improvement of technology for growing chlorella algae with the application of oily

- percolation clay. Actual problems of modern science, education and training. Urgench. 2022. – № 3. – P. 45–50.
120. Бутковский В. А., Мерко А. И., Мельников Е. М. Технологии зерноперерабатывающих производств. – М.: Интеграф сервис. 1999. – С. 72.
121. Файенберг Е. Е. Технологическое проектирование жироперерабатывающих предприятий. – Воронеж. ТМО. 2005. – С. 148.
122. Малин Н. И. Технология хранения зерна. – М. Колос. 2005. – С. 280.
123. Шалыго Н. В., Мананкина Е. Е., Ромашко А. К., Ерошевич В. С. Рекомендации по использованию биологически активной кормовой добавки на основе водорослей (суспензии хлореллы) в птицеводстве. – Минск. 2012. – С. 125.
124. Богданов Н. И. Суспензия хлореллы в рационе сельхоз животных. – Волгоград. 2007. – С. 96.
125. Ахмедов У. К., Курамбаев Ш. Р., Бахтияров С. Б. Жирная отбельная глина в составе кормовой смеси для цыплят. Инновационная технологиялар. Карши. 2022. – № 1/45. – С. 81–84.
126. Бахтияров С. Б. Обогащение корма с применением жирной отбельной глины использованной при адсорбционной очистке триацилглицеридов. Универсум. Химия и биология. – Москва. 2022. – № 4/70. – С. 40–44.
127. Лешенко Н. Ф. Исследование и разработка технологий адсорбционной очистки дистиллированного глицерина и отделение адсорбента. Дисс. на соис. уч. степ. канд. техн. наук. – Краснодар. – С. 125.
128. Тумановская Н. Б. Технология хранения зерна. Учебно-практическое пособие. – М. МГУТУ. 2004. – С. 118.
129. Qadirov Yu. Yog' moy maxsulotlarini ishlab chiqarish texnologiyasi. SHarq. – Toshkent. 2007. – B. 240.
130. Qadirov Yu. Ruzibaev A. Yog'larni qayta ishlash texnologiyasi. Fan va texnologiya. – Toshkent. 2014. – B. 320.
131. Бутковский В. А., Мерко А. И., Мельников Е. М. Технологии зерноперерабатывающих производств. – М.: Интеграф сервис. 1999. – С. 472.

132. Щербаков О. Е. Технология комбикормов. Учебно-практическое пособие. – М. МГУТУ. 2004. – С. 135.
133. Методика расчёта экономической эффективности от внедрения рацпредложения и новой техники и технологии в пищевой промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – С. 24.

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
ВВЕДЕНИЕ	5
Глава I. СОПУТСТВУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА, ИЗВЛЕКАЕМЫЕ С МАСЛОМ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАФИНИРОВАНИЯ ХЛОПКОВЫХ МАСЕЛ.....	8
1.1. Сопутствующие вещества, извлекаемые с маслом из семян хлопчатника.....	8
1.2. Коллоидная структура хлопкового масла	13
1.3. Современные процессы рафинирования хлопкового масла.....	15
1.4. Технология адсорбционного рафинирования хлопкового масла.....	18
Глава II. МЕТОДИКА ПОСТАНОВКИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ	20
2.1. Описание лабораторных установок и методики рафинирования хлопкового масла.....	20
2.2. Методы анализа хлопкового масла до и после его адсорбционной очистки	24
Глава III. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ НЕРАФИНИРОВАННЫХ ХЛОПКОВЫХ МАСЕЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ АДсорбЕНТОВ.....	26
3.1. Физико-химические показатели нерафинированного хлопкового масла	26
3.2. Получение и применение модифицированного, активированного адсорбента для очистки нерафинированных и рафинированных хлопковых масел.....	29
3.3. Исследование предварительной очистки нерафинированных хлопковых масел с использованием модифицированных адсорбентов и особенностей щелочного рафинирования масел	40

Глава IV. ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АДсорбЕНТОВ КАОЛИНА СУЛТАН-УВАЙС	50
4.1. Изучение методом инфракрасной спектроскопии полученных образцов адсорбентов каолина Султан-Увайс.	50
4.2. Изучение методом рентгеноструктурного анализа полученных образцов адсорбентов каолина Султан-Увайс.	53
4.3. Изучение удельного веса полученных образцов адсорбентов каолина Султан-Увайс.	55
4.4. Изучение пористости и удельной поверхности полученных образцов адсорбентов каолина Султан-Увайс. . .	56
Глава V. ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАФИНИРОВАНИЯ, ДЕЗОДОРИРОВАНИЯ ХЛОПКОВОГО МАСЛА	59
5.1. Разработка инновационной технологии рафинирования, дезодорирования хлопкового масла, полученного прессовым методом.	59
5.2. Разработка инновационной технологии рафинирования, дезодорирования хлопкового масла, полученного экстракционным методом.	63
5.3. Органолептические и физико-химические показатели хлопковых масел, полученных по инновационным технологиям.	65
5.4. Биологическая роль хлопкового масла.	71
Глава VI. РЕГЕНЕРАЦИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННОГО АДсорбЕНТА	73
6.1. Регенерация отработанного адсорбента.	73
6.2. Применение отработанного адсорбента в выращивании водоросли хлореллы.	76
6.3. Применение отработанного адсорбента в получении кормовой смеси.	85
6.4. Ожидаемый экономический эффект, от внедрения разработанных инновационных технологий рафи- нирования, с применением при адсорбционной очистке хлопковых масел предлагаемых адсорбентов.	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.	96
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	98