

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
14.07.2016.Т.08.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

АБДУРАҲИМОВ АҲРОР АНВАРОВИЧ

**ПАХТА МОЙИ МИСЦЕЛЛАСИНИ РАФИНАЦИЯЛАШ ЖАРАЁНИНИ
ЭЛЕКТРОФИЗИК ЖАДАЛЛАШТИРИШНИНГ ИЛМИЙ-
ТЕХНИКАВИЙ АСОСЛАРИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

**02.00.17-«Қишлоқ хўжалик ва озиқ-овқат маҳсулотларига ишлов бериш,
сақлаш ҳамда қайта ишлаш технологиялари ва биотехнологиялари»
(техника фанлари)**

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент шаҳри - 2016 йил

Докторлик диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата докторской диссертации
Content of the abstract of doctoral dissertation

Абдурахимов Ахрор Анварович

Пахта мойи мисцелласини рафинациялаш жараёнини электрофизик
жадаллаштиришнинг илмий-техникавий асосларини
такомиллаштириш..... 3

Абдурахимов Ахрор Анварович

Совершенствование научно-технических основ электрофизической
интенсификации процесса рафинации хлопковой мисцеллы..... 31

Abdurakhimov Akhror Anvarovich

Scientific and technical fundamentals advancement of electrophysical
intensification of cotton micella refinement process..... 59

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works..... 84

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
14.07.2016.Т.08.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

АБДУРАҲИМОВ АҲРОР АНВАРОВИЧ

**ПАХТА МОЙИ МИСЦЕЛЛАСИНИ РАФИНАЦИЯЛАШ ЖАРАЁНИНИ
ЭЛЕКТРОФИЗИК ЖАДАЛЛАШТИРИШНИНГ ИЛМИЙ-
ТЕХНИКАВИЙ АСОСЛАРИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

**02.00.17-«Қишлоқ хўжалик ва озиқ-овқат маҳсулотларига ишлов бериш,
сақлаш ҳамда қайта ишлаш технологиялари ва биотехнологиялари»
(техника фанлари)**

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент шаҳри - 2016 йил

Докторлик диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида 18.11.2015/В2015.3-4.Т555 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Тошкент кимё-технология институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз) веб-саҳифанинг www.tkti.uz ҳамда «ZIYONET» ахборот-таълим портали www.ziyonet.uz манзилига жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:

Кадилов Юлдашхон
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий
оппонентлар:**

Қурбонов Жамшид Маджидович
техника фанлари доктори, профессор

Маҳсумов Абдуҳамид Гафурович
кимё фанлари доктори, профессор

Исабаев Исмаил Бабаджанович
техника фанлари доктори

Етакчи ташкилот:

«Тошкент ёғ-мой комбинати» АЖ

Диссертация ҳимояси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги 14.07.2016.Т.08.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2016 йил «___» _____ соат ___ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент шаҳар Шайхонтоҳур тумани, А.Навоий кўч., 32. Тел: (99871) 244-79-20, факс (99871) 244-79-17, e-mail: tkti_info@edu.uz).

Докторлик диссертацияси билан Тошкент кимё-технология институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (___ рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100011, Тошкент шаҳар Шайхонтоҳур тумани, А.Навоий кўч., 32. Тел: (99871) 244-79-20).

Диссертация автореферати 2016 йил «___» _____ куни тарқатилди.

(2016 йил «___» _____ даги _____ рақамли реестр баённомаси).

С.М.Туробжонов

Фан доктори илмий даражасини берувчи илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

А.С.Ибодуллаев

Фан доктори илмий даражасини берувчи илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.д., профессор

Қ.О.Додаев

Фан доктори илмий даражасини берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (докторлик диссертацияси анноацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда пахта мойини ишлаб чиқариш ва қайта ишлашга алоҳида эътибор берилиб, ўсимлик мойлари (пальма, соя, кунгабоқар, пахта, рапс ва х.к.) ишлаб чиқариш бугунги кунга келиб, йилига 35 млн. тоннадан кўпроқни ташкил этмоқда. Пахта мойининг бошқа мойларга қараганда унинг таркибидаги тўйинган ёғ кислоталари ($C_{16:0}+C_{18:0}$) миқдорининг кўплиги ва ўзига хос компонент госсипол ва унинг ҳосилалари борлигидир ҳамда мавжуд госсиполни фармацевтикада янги дори воситаларини ишлаб чиқаришда қўлланилиши ҳисобланади.¹

Республикамиз мустақиллик йилларида ёғ-мой саноати корхоналарини қайта жихозлаш, маҳаллий ўсимлик хом-ашёларидан олинадиган мойларни турини кенгайтириш ва сифатини ошириш, уларни тозалаш жараёнида самарали ишқор реагентларидан фойдаланиш, уларни фармацевтика саноатида қўлланилишини кенгайтириш борасида кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилди.

Жаҳон миқёсида пахта мойи сифатини ошириш ва ундан самарали фойдаланиш юзасидан сирт фаолликка эга фосфолипидларни пахта мойи таркибидан гидратациялаш жараёнини қўллаш орқали ажратиб олишнинг самарали усулини ишлаб чиқиш, пахта мойи таркибидаги госсипол, хлорофилл ва уларнинг ҳосилаларини ажратиб олишнинг мақбул шарт-шароитларини ишлаб чиқиш, пахта мойини гидратациялаш ва ишқорий нейтралациялаш жараёнларини жадаллаштиришда самарали ишқорий реагент ва ноанъанвий электрофизик усуллардан фойдаланиш, пахта мойни мисцеллада узлуксиз гидратациялаш ва ишқорий нейтралациялашнинг самарали технологияларини ишлаб чиқиш, экологик талаблардан келиб чиққан ҳолда, пахта мойини анъанавий 3-4 карра ювиш усулини 1 мартага ўтказиш шарт-шароитларини яратиш каби долзарб йўналишларида илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2011 йил 31 октябрдаги ПҚ-1633-сон «Республика озиқ-овқат саноатини бошқаришни ташкил этишни янада такомиллаштириш ва ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2010 йил 15 декабрдаги ПҚ-1442-сон «2011-2015 йилларда Ўзбекистон Республика саноатини ривожлантиришнинг устувор йўналишлари тўғрисида»ги қарорлари ва 2015 йил 4 мартдаги ПФ-4707-сон «2015-2019 йилларда ишлаб чиқаришни таркибий ўзгартириш, модернизация ва диверсификация қилишни таъминлаш бўйича чора-тадбирлар дастури тўғрисида»ги фармони ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

¹ Канеш К. Раджа Жиры в пищевой промышленности / Киев Издательство Профессия, 2016 – 646с.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимё технология ва нанотехнология» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи.² Ўсимлик мойларини мисцеллада комплекс рафинациялаш жараёнларини илмий-техникавий асосларини жадаллаштиришга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан, Palm Oil Research Intitute (Малайзия), Бутунроссия ёғлар илмий-тадқиқот институти, Кубан давлат технология университети, Москва давлат озиқ-овқат саноати университети (Россия), Славян техник университети (Чехия), Jiangnan University, Henan University of Technology, Wuhan Polytechnic University, South China University of Technology (Хитой), Cornell University, Iowa State University, Georgia State University (АҚШ), (Россия), Рига техника университети (Латвия), Словакия техника университети (Словакия), Aarhus University (Дания), Тошкент кимё-технология институти, Бухоро мухандислик-технология институтида (Ўзбекистон) олиб борилмоқда.

Жаҳонда олиб борилган ушбу йўналишдаги тадқиқотлар натижасида қатор илмий натижалар олинган, жумладан, оч рангли мойларни (кунгабоқар ва соя) рафинациялашни электрофизик усуллар билан такомиллаштирилган (Кубан давлат технология университети, Россия); кунгабоқар мойини ишқорий нейтраллашда, соапстокда нейтрал мойни миқдори кескин камайиши аниқланган (Бутунроссия ёғлар илмий-тадқиқот институти, Россия); пальма мойи таркибидаги каротин моддасини ажратиб, сўнгра ишқорий рафинация қилиш йўли билан оч рангли пальма мойи ишлаб чиқариш технологияси такомиллаштирилган (Palm Oil Research Intitute, Малайзия); соя мойи таркибидаги фосфолипидларни гидратациялаш орқали сирт фаол моддалар мой таркибида камайтирилиб, ишқорий нейтраллаш жараёнида олинаётган мойнинг чиқиш миқдори ошиши технологик кўрсаткичлари яратилган (University of Technology, Хитой).

Дунёда пахта мойини гидратациялаш ва рафинациялаш технологияларини такомиллаштириш борасда бир қатор, жумладан, қуйидаги устивор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: юқориинтенсив технологик жараёнлар учун ноанъанавий электрофизик усулларни, хусусан электромагнит таъсирида ўсимлик мойларни физик-кимёвий хусусиятларини ўзгартириш; технологик жараёнларда янги ишқорий реагентлар қўллаш орқали уларни самарадорлиғни ошириш; ўсимлик мойларини гидратациялаш ва ишқорий рафинациялашнинг оптимал шарт-шароитларини ишлаб чиқиш.

Муаммонинг ўрганганлик даражаси. Б.Н. Тютюнников, А.М. Гольдовский, Н.И. Козинь, В.А. Масликов, П.В. Науменко, А.Г. Сергеев, В.В. Ключкин, А.А. Шмидт, Н.К. Надиров, А.П. Нечаев,

² Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи <https://en.wikipedia.org>; www.vniifats.ru; www.nsche.org; www.gsj.jp; www.reaserchgate.net; www.iwu.edu; <https://www.inu.edu.pr>; www.tkti.uz; www.bmti.uz; www.qatmi.uz ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

Н.С. Арутюнян, В.М. Копейковский, В.Г. Шербаков, И.В. Гавриленко, В.В. Белобородов, Е.П. Корнена, А.Н. Лисицин, Г.В. Зарембо-Рацеевич, Н.Л. Меламуд, Р.Л. Перкель, Е.П. Константинов, Е.П. Кошевой, Д.В. Сокольский, К.А. Жубанов, А.Л. Маркман, П.А. Артомонов, А.И. Глушенкова, А.У. Умаров, С.Д. Гусакова, Й.Қ. Қодиров, Р.М. Мирзакаримов, А.Х. Атауллаев, М.А. Рахимджонов, А.Т. Ильясов, С.А. Абдурахимов, К.Х. Маджидов, Ж.М. Қурбонов, И.Б. Исабаев ва бошқалар томонидан ўсимлик мойларини ишлаб чиқариш, қайта ишлаш ва улар асосида озик-овқат маҳсулотларини ишлаб чиқариш бўйича илмий изланишлар олиб борилган.

Олиб борилган илмий тадқиқотлар натижасида ўсимлик мойларини ўндан ортиқ турларидан озикавий мойлар ишлаб чиқариш ва қайта ишлаш технологиялари яратилган, шу жумладан, кунгабоқар ва соя уруғларидан фосфатид концентратларини саноат миқёсида ишлаб чиқилиб, озик-овқат саноатининг турли тармоқларида (кондитер ва нон ишлаб чиқариш соҳаларида) қўллаш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган. Н.С. Арутюнян ва Е.П. Корнена томонидан кунгабоқар мойини рафинациялаш технологияси такомиллаштирилиб, унга гидратация жараёнини электрофизик жадаллаштириш усули киритилган. Натижада, фосфатид концентратини ишлаб чиқариш жараёнига сарф бўладиган вақтни 3-4 тўрт марта қисқартиришга эришилган. А.А. Шмидт, В.П. Паронян ва А.И. Аскинази томонидан термик фаоллантирилган Ангрен каолинини қўллаш орқали пахта мойини рангини оқлаш сифатини оширишга эришилган. Р.М. Мирзакаримов, А.Т. Ильясов ва Қ.П. Серкаевлар томонидан пахта мойини рафинациялаш жараёнида карбамид эритмасини қўллаш тавсия этилиб, бунинг натижасида олинаётган мой таркибидаги госсипол миқдорини кескин камайишига эришилган.

Пахта мойини мисцеллада гидратациялаш ва ишқорий нейтраллаш мураккаб жараёнлар бўлиб, улар қуйидаги босқичларни ўз ичига олади: мой таркибидаги биологик фаол бўлган фосфолипидларни сув ёрдамида ажратиб олиш; мой таркибидаги эркин ёғ кислоталари, госсипол, хлорофилл ва уларнинг ҳосилаларини самарали ишқор реагенти ёрдамида нейтраллаш ва ажратиб олиш. Ушбу технологияда юқоридаги босқичларнинг ўзаро боғлиқлигини ҳисобга олган ҳолда, пахта мойини мисцеллада гидратациялаш ва ишқорий нейтраллаш жараёнларини янада такомиллаштириш долзарб илмий аҳамиятга эга.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишларига боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология институти илмий-тадқиқот режасига мувофиқ ИТД-5-065 «Кимё ва озик-овқат маҳсулотлари учун ресурс сақловчи, эколо-гик хавфсиз технологиялар ишлаб чиқариш» (2005-2007), И-2012-7 «Юқори оқсилли пахта уни ва озикавий сифати оширилган шелуха олиш технологиясини жорий қилиш» (2012-2013), ИТД-9-22 «Мойли хом-ошё кунжараси ва гуруч кепегидан соғин сут ўрнини босувчи маҳсулотлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш» (2012-2014) ва ИТД-12-34 «Ўсимлик

мойли хом-ашёдан пресслаш ва экстракцион усуллари билан ёғ олишнинг бир босқичли технологиясини ишлаб чиқиш» (2012-2014) лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади пахта мойи мисцелласини гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш технологияларини электрофизик жадаллаштиришни илмий-техникавий асосларини такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқот вазифалари:

электромагнит кучларидан фойдаланиб, пахта мойи мисцелласини гидратациялаш жараёнини жадаллаштириш;

экстракция усули билан олинадиган пахта мойини ўзига хос таркибини ва хусусиятларини аниқлаш;

пахта мойи мисцелласини электромагнит кучлари ёрдамида кутбланувчи компонентларини рафинациялашга таъсирини аниқлаш;

пахта мойини мисцелласини ишқорий рафинациялашга ҳамда ҳосил бўлган маҳсулотларга гидратация жараёни таъсирини баҳолаш;

пахта мойини мисцеллада рафинациялаш учун самарали ишқор реагентини танлаш;

ЭМТ ва натрий силикат эритмасидан фойдаланиб, пахта мойи мисцелласини комбинацион рафинациялаш технологиясини ишлаб чиқиш;

пахта мойини мисцелласини комбинацион рафинация технологиясини оптималлаштириш;

ёғ-мой саноатининг экстракция усули билан ишлаб чиқариладиган пахта мойи мисцелласини юқори жадаллаштирилган рафинация технологиясини тадбиқ этишдан кутилаётганган иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш.

Тадқиқот объекти экстракция усули билан олинган хом гидратацияланган ва рафинацияланган пахта мойлари, гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш натижасида ҳосил бўлган фосфолипид чўкмалари ва соапстоклари.

Тадқиқот предмети пахта мойини мисцеллада гидратациялаш ва силикат натрий эритмаси ёрдамида ишқорий рафинациялаш жараёнларини электромагнит таъсирида жадаллаштириш ва қонуниятларини аниқлаш.

Тадқиқот усуллари. Диссертация ишини бажаришда УБ-, ИҚ- ва ¹H ЯМР-спектроскопия, дифференциал термик, масс-хроматография ва элемент таҳлиллари усуллари билан фойдаланилган.

Тадқиқотининг илмий янгилиги қўйидагилардан иборат:

гидратациялаш усули билан пахта мойи мисцелласидан фосфолипид чўкмасини ажратиб олиш натижасида, нейтраллаш жараёнида рафинацияланган мойда сирт-фаол моддалар, фосфолипидлар (лецитин, кефалин ва бошқалар) миқдорини камайиши аниқланган.

пахта мойи мисцелласини гидратациялаш жараёнини жадаллаштириш учун 0,5–0,6 Тл 10–15 дақиқа электромагнит таъсирида ишлов бериш етарли эканлиги исботланган;

электромагнит таъсир этириш билан бир қаторда пахта мойи мисцелласини ишқорий нейтраллаш жараёнида ишлатиладиган анъанавий

натрий гидроксид эритмаси ўрнига натрий силикат сувли эритмасини қўллаш афзаллиги аниқланган;

пахта мойи мисцелласини силикат натрий эритмаси билан рафинациялаш жараёнида ҳосил бўладиган поликремний гели госсипол ва унинг ҳосилаларини самарали сорбциялаши ва шунинг ҳисобига мойнинг қизил ранги пасайиши аниқланган;

пресшлаш ва экстракциялаш усули билан олинадиган хом пахта мойи триглицеридларига йўлдош бўлган моддаларнинг ассоциацияларини парчалашда ўзгарувчан электромагнит кучларининг таъсири аниқланган;

ЭМТни ва силикат натрий эритмасини қўллаш орқали юқори интенсивликдаги пахта мойини мисцеллада гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш технологиялари яратилган;

саноат-синов тажрибаларида ўз тасдиғини топган пахта мойини мисцеллада гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш жараёнларини математик модели ва оптимал шарт-шароит режимлари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижаси:

пахта мойи мисцелласини гидратация жараёни учун 0,5-0,6 Тл индукцияли ЭМТни 10-15 дақиқа мобайнида қўлланилиши, гидратланувчи фосфолипидларни мой таркибидан максимал ажралишини ҳамда рафинациялаш мобайнида мисцеллада мойнинг эмульсияланиш хусусиятини пасайиришини таъминлаши кўрсатилган;

пахта мойидан ажратилган фосфолипидлар таркибида госсипол ва унинг ҳосилалари мавжудлиги аниқланиб, уларни техник мақсадларда (лок-бўёқ, резина-техник ва бошқа) қўллаш тавсия қилинган;

пахта мойи мисцелласини рафинациялашда натрий силикат эритмаси ва ЭМТ қўлланилган юқори жадалликка эга технология ишлаб чиқилган;

пахта мойи мисцелласи таркибидаги совун қолдиқларини ҳамда мойни ювиш босқичларини максимал қисқартириш учун доимий электромагнит майдонида 0,5-0,6 Тл индукцияси билан 10-15 дақиқа давомида ишлов берилган фаоллантирилган сувни ишлатиш таклиф этилган;

пахта мойини 0,5-0,6 Тл индукцияли ЭМ таъсирида фаоллантирилган сув ёрдамида ювиш орқали, уни 3-4 каррадан 1 мартага туширишга эришилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги мисцелладаги бошланғич гидратланган ва рафинацияланган пахта мойини таҳлилида замонавий тадқиқот усуллари (ГСХ, ЮҚХ, УФ, ИҚ ва масс-спектроскопия) қўлланилганлиги ва лаборатория шароитида олинган эксперимент синов натижалари саноат-тажриба синовларида ўз тасдиғини топганлиги билан исботланди.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти пахта мойи мисцелласини гидратациялаш ва ишқорий нейтраллаш жараёнларида электромагнит таъсири кучларини учацилглицеридларга хамроҳ бўлган моддалар (госсипол, хлорофилл ва уларнинг ҳосилалари, эркин ёғ кислоталари ва бошқалар) ИҚ-спектрлари бир

турдаги молекула кўринишида механизмларини ишлаб чиқилганлиги билан белгиланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий ахамияти: рафинацияланган мойнинг чиқишини 2-3 % ошишини таъминловчи, ишқорий реагентнинг солиштирма сарфини 20-25 % га ҳамда соапсток ва ювувчи сувдаги мойнинг йўқотилишини 20 ва 10 % га камайишини таъминловчи пахта мойини мисцеллада рафинациялаш жараёнини юқори жадаллаштирилган технологиясини яратилиш имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. пахта мойи мисцелласини гидратациялаш ва ишқорий нейтраллаш жараёнлари «Ўзпахтасаноатэкспорт» холдинг компаниясининг «Урганч ёғ-мой» ва «Кўкон ёғ-мой» акциядорлик жамиятлари корхоналарида ишлаб чиқаришга жорий қилинган («Ўзпахтасаноатэкспорт» холдинг компаниясининг 2016 йил 14 ноябрдаги ВД-Ё/1447-сон маълумотномаси). Илмий натижаларнинг ёғ-мой саноати корхоналарида жорий қилиниши рафинацияланган пахта мойи ишлаб чиқариш технологик линияларини такомиллаштиришга, амалда қўлланилаётган жараёнларни бир неча марта жадаллаштиришга, янги импорт ўрнини босувчи фосфолипидли сирт-фаол моддаларни маҳаллий хомашё асосида ишлаб чиқаришга, ажратиб олинadиган соапстокда қимматли нейтрал мой миқдорини ва ускуналардаги энергия сарфларини камайтиришга ҳамда мойни нейтраллаш жараёнида янги ишқорий реагент ва электромагнит ишловини биргаликда қўллаш орқали олинаётган мой сифатини ва чиқиш миқдорини оширишга имкон беради.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 16 га яқин, жумладан: Х-Кимёвий табиий бирикмалар Ҳалқаро симпозиумда (Бухоро-2013); «Озиқ-овқат инновациялари ва биотехнологиялар» (Кемерово-2013); «Озиқ-овқат саноат техника ва технология муаммолари» XV-Ҳалқаро анжуманида (Барнаул-2014); «Техника ва кимёвий технологиялар» 78-илмий-техник анжуман (Минск-2014); «Ишлаб чиқаришдаги долзарб муаммоларни ечишда инновацион технологиялар ахамияти» Республика илмий-техник анжумани (Карши-2013); «Таълим ва ишлаб чиқаришдаги инновацион ғоялар» Республика илмий-амалий анжумани (Бухоро-2014); «Кимё ва нефть-кимё саноатидаги ресурстежамкор ва энергоэффектив технологиялар» Д.И. Менделеев номи Россия кимёгарлар жамияти Ҳалқаро илмий-амалий III Ҳалқаро анжумани (Москва-2011); «Умидли кимёгарлар» Ҳалқаро илмий-амалий анжумани (Тошкент-2013, 2014, 2015); «Қорақалпоғистон Республикасида кимё, илмий технологик ва таълим ривожланиши долзарб муаммолари» анжумани (Нукус-2011); «Техник ва ижтимоий-иқтисодий фанлар соҳаларининг муҳим масалалари» Республика анжумани (Тошкент-2011); Марказий Осиё регионал ҳалқаро кимё технология бўйича анжуман «ХТ-12» (Москва-2012); «Замонавий техника ва технология долзарб муаммолари» Ҳалқаро анжумани (Липецк-2012); «Озиқ-овқат, нефть-газ ва кимё саноатини инновацион ривожланишининг долзарб муаммолари» Ҳалқаро илмий-техник анжумани (Ташкент-2016) мавзуларидаги ҳалқаро ва республика илмий-техникавий

анжуманларда маъруза кўринишида баён этилди ҳамда апробациядан ўтказилди.

Диссертация иши Тошкент кимё-технология институтининг «Озиқ-овқат маҳсулотлари технологияси» факультети кафедралараро семинарида (2016), Тошкент кимё-технология институти хузуридаги 14.07.2016.Т.08.01 рақамли фан доктори илмий даражасини берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар йиғилишида муҳокама қилинди (2016).

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 28 та илмий иши чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этган илмий нашрларда 10 та, жумладан, 6 та республика ва 4 та хорижий журналларда мақола нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, умумий хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 177 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация тадқиқотининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари ҳамда объект ва предметлари тавсифланган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияси тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқот илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг назарий ва амалий ахамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини жорий қилиш рўйхати, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«Пахта мойи ва унинг мисцелласини гидратациялаш ва рафинациялаш жараёнларини жадаллаштириш усуллари ва технологияларининг тахлили»** деб номланган биринчи бобида мисцеллада рафинацияланган пахта мойини олиш технологиясининг жадаллаштириш муаммолари ҳолати ва тенденциялари ҳақида умумий маълумотлар келтирилган. Экстракция усули билан олинган пахта мойини гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш жараёнининг танқидий назардаги ҳолат тахлили ўтказилган. Пахта мойининг гидратация жарёнида ҳосил бўладиган фосфолипидлар турли шакллариининг тузилиши тўғрисида маълумотлар келтирилган. Ўсимлик мойларини гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш жараёнининг маълум қонуниятлар ёритилган. Умум маълум ишларнинг тахлили шуни кўрсатадики, мавжуд бўлган гидратация ва ишқорий рафинация жараёнлари етарлича мукамал эмас, бу эса ўз навбатида сезиларли даражада мойнинг, фосфолипидларнинг ва бошқа биологик компонентларнинг йўқотилишига олиб келади. Шундан келиб чиққан ҳолда, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган.

Диссертациянинг **«Пахта мойи мисцелласини рафинациялаш технологик тизимининг фаолиятига асосий омилларнинг таъсир этиши тадқиқоти»** деб номланган иккинчи бобида пахта мойи мисцелласини

гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш жараёнининг тизимли тадқиқоти услубий асослари шаклланган ҳамда хом-ашё ва олинадиган маҳсулотлар таҳлили услублари келтирилган.

Пахта мойи мисцелласини рафинациялаш технологик тизими жараёнларини жадаллаштириш ва таснифий таҳлил услубияти. Ёғ-мой саноатининг ривожланиш замонавий поғонасида асосий эътибор ўсимлик мойининг чиқиш миқдорига ва унинг сифатига қаратилган. Шу жиҳатдан экстракцияланган пахта мойини мисцеллада рафинациялаш технологияси илғор ҳисобланади, сабаби, ЁЭК билан бир қаторда узлуксиз оқимда амалга оширилади.

Ҳозирги кунда пахта мисцелласини рафинациялаш технологияси «Қўқон ёғ-мой» ва «Урганч ёғ-мой» АЖларида қўлланилиб, турли навдаги пахта чигитини қайта ишлаш қуйидаги схема асосида: «пресслаш-экстракциялаш-пахта мисцелласини рафинациялаш, рафинацияланган мисцеллани дистилляциялаш» ишлатишмоқда.

Пахта мисцелласини рафинациялаш бўйича кўп йиллик тажриба мавжудлигига қарамай мойнинг чиқиш миқдори ва сифати паст, соапстокда мойнинг сезиларли даражада йўқотилиши, бензин ва х.к. каби муаммолар мавжуд. Зеро, «Технология бўйича қўлланма...»даги технологик шарт-шароитлар рафинацияланган мисцелланинг чиқиши ва сифати, охиридаги олинадиган мойнинг кутилаётган натижасига ҳар доим ҳам эришиш қийин масала ҳисобланади.

Пахта мойи мисцелласини рафинациялаш жараёни технологик тизимида мисцелладан соапстокни ажратиш муаммолари туфайли, технологик жараёнларни ва қурилмаларни такомиллаштириш талаб қилинади.

Пахта мойини мисцеллада рафинациялаш жараёни технологик тизимини такомиллаштиришнинг тизимли ёндошуви, ёнма-ён жараён ва қурилмаларнинг ўзаро алоқасига ҳамда олинадиган маҳсулотнинг чиқиш миқдорига ва сифатига бўлган таъсирига боғлиқдир. Шундай ёндашиш туфайли жараён ва қурилмаларнинг оптимал технологик шарт-шароитларини аниқлаш билан бир қаторда, мукамаллаштиришга мухтож технологик тизимнинг «тор» жабҳалари аниқланади.

Шундай мураккаб технологик тизимнинг такомиллаштириш ИТИдаги турли иерархияларида тадқиқотнинг мақсад ва вазифаларини аниқлайдиган жараённи жадаллаштиришни илмий услубиятини яратишга талабгордир.

Қуйидаги 1-расмда пахта мойи мисцелласини рафинациялаш жараёни технологик тизимини такомиллаштиришга амал қилувчи қуйидаги блок-схема ишлаб чиқилган.

Ушбу тизимли таҳлилнинг схемаси тўрт қисмдан иборат иерархиянинг ҳар бир қисмида мақсадга мувофиқ тадқиқот масалалари аниқланади. Шу тарзда, иерархиянинг пахта мисцелласини рафинациялаш жараёнининг ходисаси, даражаси ва механизмининг ўрганиш мақсади бўлган тадқиқотнинг биринчи поғонасида пахта мисцелласи рафинациялаш жараёнининг кинетик параметрларини аниқлаш масаласи киради ёки иерархиянинг пахта мисцелласи рафинациялаш жараёнининг янги техник қаторини синтезлаш

мақсади бўлган тўртинчи поғонасида, пахта мисцелласи рафинация жараёнининг техник қатори параметрларини оптимал тарзда танлаш тадқиқотлари каби масалалар киради. Таъкидлаш лозимки, ушбу мақсадларнинг ўзаро алоқаси ва ўзаро тоъбелиги ҳам вертикал бўйича ҳам горизонтал бўйича бўлади.

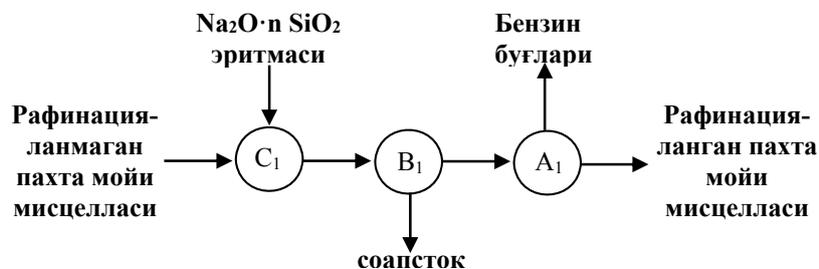


Расм. 1. Пахта мойи мисцелласининг рафинациялаш технологик линиясини тизимли тадқиқотлари схемаси.

Пахта мисцелласининг рафинациялаш технологиясида бир қатор оралик мақсадлар мавжуд, уларни 2-расмдаги блок-схема кўринишда тасвирлаш мумкин: А₁- рафинацияланган пахта мисцелласини олиш; В₁- нейтралланган мисцелладан соапстокни ажратиш; С₁- пахта мисцелласини нейтраллаш.

Юқорида кўрсатилган мақсадларга схематик эришиш учун қуйидаги операцияларнинг кетма-кет бажарилиши мақсадга мувофиқ:

Албатта, ҳар бир мақсадга (А₁, В₁, ва С₁) эришиш учун қатор технологик операциялар бажарилади. Бу ҳам технологик тизимни жадаллаштирилишига ва мукамаллаштирилишига қаратилган тизимли таҳлилнинг стратегияси ва услубиятини қўллаш заруратини яна бир бор таъкидлайди.



Расм. 2. Пахта мойи мисцелласини рафинациялаш технологик линиясидаги оралик босқичларнинг ўзаро алоқадорлик графиги

Пахта мойини мисцеллада рафинациялаш жараёнининг барқарорлигини ва технологик тизимнинг яхлитлигини тадқиқоти. Пахта мисцелласини рафинациялаш жараёнининг технологик тизимини яхлитлигини баҳолаш 2-расмда кўрсатилган бўлиб, қуйидаги тенглама ишлаб чиқилди:

$$Q_{C_1 B_1 A_1} = \eta_{C_1} + \eta_{B_1 / C_1} + \eta_{A_1 / C_1 B_1} - 2 \quad (1)$$

Бу ерда η_{C_1} - C_1 тизимостининг барқарорлиги кўрсаткичи; η_{B_1 / C_1} - B_1 тизимостининг барқарорлиги кўрсаткичи; η_{A_1 / B_1} - A_1 тизимостининг барқарорлиги кўрсаткичи;

Шунда, $Q_{C_1 B_1 A_1}$ кўрсаткичининг қиймати қуйидаги ораликда бўлади: $Q_{C_1 B_1 A_1} < 1,0$. Бундан, $Q_{C_1 B_1 A_1}$ нинг қиймати қанчалик бирга яқин бўлса, берилган технологик тизимнинг яхлитлиги шунчалик юқори бўлади, ва аксинча.

Биз томондан иккита ёғ-мой корхоналарида («Қўқон ёғ-мой» АЖ, «Урганч ёғ-мой» АЖ) пахта мисцелласини рафинациялаш технологик тизимининг барқарорлик ва яхлитлик кўрсаткичларини ўрганиб чиқилди.

Олинган натижалар 1-жадвалда тасвирланган.

1 жадвал

«Қўқон ёғ-мой» ва «Урганч ёғ-мой» АЖларда пахта мисцелласининг рафинациялаш технологик линиялари барқарорлик (η) ва яхлитлик (Q) кўрсаткичлари

Корхона номи	Барқарорлик кўрсаткичлари			Яхлитлик ($Q_{C_1 B_1 A_1}$)
	η_{C_1}	η_{B_1 / C_1}	$\eta_{A_1 / C_1 B_1}$	
«Урганч ёғ-мой» АЖ	0,94	0,71	0,62	0,27
«Қўқон ёғ-мой» АЖ	0,96	0,78	0,69	0,43

1-жадвалдан кўришиб турибдики, иккала корхона ҳам B_1 ва A_1 тизимостиларини барқарорлиги C_1 тизимостисига нисбатан паст. Масалан, «Қўқон ёғ-мой» АЖ даги A_1 кўрсаткичи 0,69 га тенг, B_1 эса 0,78 га тенг ($C_1=0,96$ га тенг бўлганда). «Урганч ёғ-мой» АЖ да эса $A_1=0,62$, $B_1=0,71$ ($C_1=0,94$ га тенг бўлганда).

Кўришиб турибдики, A_1 , B_1 ва C_1 тизимостилардаги барқарорлик кўрсаткичлари бир биридан фарқи катта, бу ўз навбатида пахта мисцелласини рафинациялаш технологик қаторидаги жараёнлар ва техник тизимнинг яхлитлигини пасайтирувчи қурилмаларнинг етарлича мукамал эмаслигидан далолат беради.

Пахта мойини мисцеллада рафинациялаш жараёнларини математик моделлаштириш. Биз томондан кўриб чиқилаётган объектни математик тарзда таърифлаш учун статистик усул танлаб олинди, ундаги жараёнлар эса «қора қути» шаклда тасвирланади.

Берилган жараёнларни математик тасвирга эга бўлиш учун статистик моделлаштиришнинг пасив усули танланди. Шунда, тажрибавий маълумотлар кўриб чиқилаётган тизимнинг нормал ҳолатидаги ишлаш шароитида йиғилган бўлиб, ўзгартиришларга учрагани йўқ.

Кўриб чиқилаётган технологик мажмуанинг олинган математик модели қуйидаги кўринишга эга:

$$Y_1 = 87,7455 + 35,1386 X_1 + 1,0482 X_2 + 5,232 X_3 - 5,563 X_4 - 8,583 X_5 - 12,0718 X_6 + 1,8084 X_7 + 2,7138 X_8 - 0,6689 X_9, \dots \quad (2)$$

$$Y_2 = 229,309 - 4,269 X_1 + 4,8028 X_2 + 3,4707 X_3 + 3,6352 X_4 - 1,9935 X_5 - 7,1684 X_6 + 0,4142 X_7 + 3,484 X_8 + 13,8413 X_9, \dots \quad (3)$$

$$Y_3 = 0,3076 X_1 + 0,1401 X_2 + 0,0173 X_3 + 0,1171 X_4 - 0,1233 X_5 - 0,3915 X_6 + 0,2934 X_7 + 0,251 X_8 + 0,0822 X_9, \dots \quad (4)$$

$$Y_4 = 15,2727 X_1 + 21,196 X_2 + 2,1837 X_3 + 0,4603 X_4 + 8,9475 X_5 - 10,1617 X_6 - 10,9185 X_7 + 13,2055 X_8 + 8,8086 X_9 + 11,7442 X_{10}, \dots \quad (5)$$

Шундай экан, ўрганилган X_1 - X_9 ўзгарувчилари пахта мойини мисцеллада рафинациясига кучли таъсирга эга, бу эса берилган жараённинг қўшимча оптималлаштириш имкониятларини, олиб ташланадиган қўшимча моддалардаги ассоциатларнинг бузилиш ва шаклланиш ходисаси босқичидан бошлаб излаш зарурлигини билдиради. Пахта мойини мисцеллада рафинациялаш жараёнининг компьютер модели ёрдамида ўтказилган таҳлил шуни кўрсатадики, олинандиган мойнинг сифати ва миқдор кўрсаткичлари айнан шу жараёнларда шаклланади.

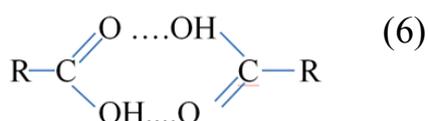
Диссертациянинг «Пахта мойини мисцеллада гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш жараёнини жадаллаштирилиш тадқиқоти» деб номланган учинчи бобида, пахта мойини мисцеллада гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш жараёнини жадаллаштириш тадқиқоти бўйича маълумотлар келтирилган.

Пахта мойини мисцеллада ишқорий рафинациялаш жараёнидаги ассоциатларнинг аҳамияти. Назарий томондан пахта мойини мисцеллада ишқорий рафинациялаш нейтралзациянинг умум маълум формуласи орқали ифода этилади, амалий томондан эса унинг кўп компонентли тузилиши, эркин ёғ кислоталари, госсипол ва унинг ҳосилалари, хлорофилл ҳамда фосфолипидларнинг гидратланувчи ва гидратланмайдиган шакллари билан ўзаро таъсирланади.

Кўришиб турибдики, кўриб чиқаётган реакцияда, бир пайтнинг ўзида учацилглицеридларга ҳамроҳ моддаларнинг индивидуал, димерик ассоциатлар ва қуйи тартибли ассоциатлар мавжудлиги бўлиб ўтмоқда. Шунда, юқорида айтиб ўтилган асоциатларнинг шаклланиши кутбланмаган эритмаларда кўпроқ жадаллашган бўлиб ўтади.

Шундай экан, пахта мойини мисцеллада рафинация жараёни учацилглицеридларга ҳамроҳ моддалар, ассоциатлар қатнашуви билан ўтади. Бунда, айнан госсипол ва унинг ҳосилалари, хлорофилллардан вужудга келадиган ассоциатлар энг кўп қизиқиш уйғотади.

Ўсимик мойларида, жумладан пахта мойларида ассоциатлар карбоксилнинг карбонил ва гидроксил гуруҳлари қуйидаги схема бўйича водород алоқалари ҳисобидан ассоциатлар ҳосил бўлади:



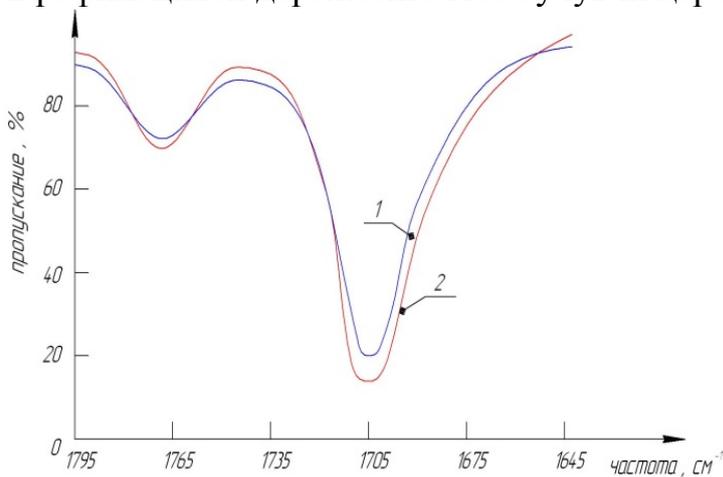
Маълумки, ўсимлик мойи (ёки мисцелласи) таркиби қанчалик мураккаб тузилишга эга бўлса, ассоциатлар кутбланиши ва молекула ҳажми сабабли ҳосил бўлиши (ёки бузилиши)

шунчалик мураккаб бўлади.

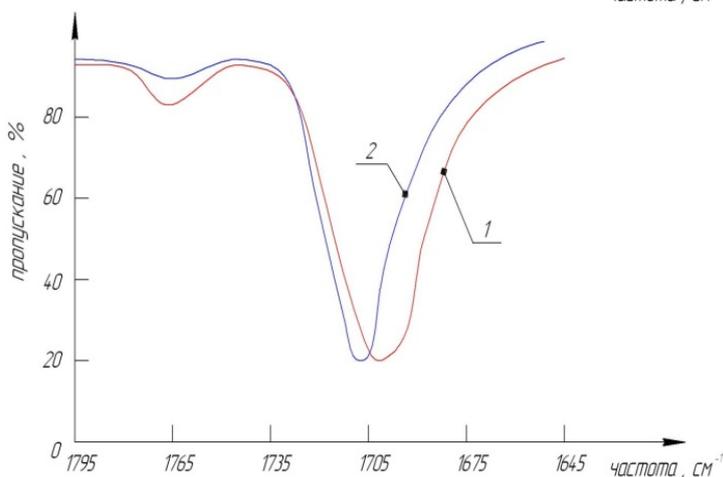
Учацилглицеридлага ҳамроҳ моддалар ассоциатларнинг таҳлили водород алоқалари аниқланадиган ИҚ-спектроскопия усули орқали амалга оширилади. Шунда спектрлар $1600-1800 \text{ см}^{-1}$ частота оралиғида олинади, унда ютиб олиш чизиғидаги ассоцияланган ва ноассоцияланган карбонил гуруҳларининг ($\text{C}=\text{O}$) валент тебранишларга мос равишда жадаллик ўзгариши

кўрсатилади. Бу ерда, ассоциация даражаси алоқа узунлиги билан аниқланади $C=O$, бу ўз навбатида мос равишдаги моддалар гуруҳининг тебраниш частотасини 1770 см^{-1} дан 1710 см^{-1} гача пасайиши билан белгиланади. ИҚ-таҳлил учун назорат мисолида тадқиқот майдонида ютиб олиш чизиғи (чегараси) мавжуд бўлмаган вазелин мойи ҳисобланади.

Пахта мисцелласини ҳамроҳ моддалар ассоциацияси ҳарорати $45\text{-}50^\circ\text{C}$, мой рафинацияси даражасига мос бўлувчи ҳароратда сақлаб турилди.



Расм. 3 Эркин ёғ кислоталари ва госсиполнинг пахта мойи мисцелласидаги ИК спектри:
 1 – эркин ёғ кислоталари;
 2 – госсипол ва унинг ҳосилалари



Расм. 4 Эркин ёғ кислоталари ва фосфолипидларни пахта мойи мисцелласидаги ИК спектри: 1 – эркин ёғ кислоталари;
 2 – фосфолипидлар

3 ва 4 расмларда пахта мисцелласини ҳамроҳ моддалар ассоциаланган (Да) ва индивидуал (Ди) $C=O$ гуруҳларини ифодалайдиган кенглик (полоса), оптик зичлик спектр қийматлари бўйича ҳисобланган кўринишда тақдим этилган. Бу ерда, $0,0 < \alpha < 1,0$ оралиғида ўзгарувчи мисцелладаги ҳамроҳ молекулалар (α) ассоциация даражалари тақдим этилган.

3 ва 4 расмлардан кўриниб турибдики, учацилглицеридларга ҳамроҳ моддалар кутбланмаган эритмаларда асосан ассоциатлар кўринишида мавжуд бўлади.

4-расмдан кўриниб турибдики, мисцелладаги фосфолипидларнинг мавжудлиги эркин ёғ кислоталарнинг ассоциация даражасини юқорига оширади, сабаби, улар куйи даражадаги мураккаб ассоциатларнинг шаклланишида қатнашмоқда. Аксинча, совунланмайдиган моддалар ва бошқалар ассоциатларнинг шаклланишига деярли таъсир қилмайдилар.

Биз томондан пахта мисцелласининг учацилглицеридларга ҳамроҳ моддаларининг ассоциация даражасига ҳароратнинг таъсири ўрганиб чиқилди.

Ҳароратнинг 20 дан 80 °С гача ўзгариши ассоциация (α) даражасини пасайишига олиб келиши аниқланди. Таъсир қилуви ҳароратнинг фарқланиши пахта мисцелласи таркибидаги бошқа ҳамроҳ моддаларнинг (госсипол ва унинг ҳосилалари, фосфолипид ва бошқалар) водород алоқаси орқали ассоциатларни ҳосил қилишидан ташқари, бошқа алоқа турдаги мураккаб ассоциатларни ҳосил қилувчи моддалар мавжудлиги билан тушунилади.

Пахта мисцелласи таркибида эркин ёғ кислоталарнинг триглицеридларга ҳамроҳ моддалар билан бирга мураккаб ассоциатларнинг мавжуд бўлиши, нейтраллаш тезлигини, индивидуал молекулаларга нисбатан ассоциатларнинг фазовий қийинчиликларга дуч келиши натижасидаги сезирларли даражада пасайишига сабабчи бўлади. Шунда фазалараро сиртда шаклланишида учацилглицеридлар қатнашувчи совунлар билан барқарорлаштирилувчи мураккаб, адсорбцион қатлам шаклланади. Айтиш лозимки, ассоциация жараёни кислотали кутбланишларда фазалараро сиртнинг ассоциатлар гуруҳларида кечади. Уларнинг натижавий гидрофил-линофил балансида гидрофоб хусусиятлар юзага келади. Натижада нейтрал мойнинг сублимацияси ва боғловчи эрувчанлиги ошади, яъни совунли мисцеллаларни шаклланирувчи молекулаларнинг гидрофоб қисмлари орасига учацилглицерин молекулаларининг кўшилиши деб тушунилади.

Шундай экан, кучли ассоциатларнинг парчаланиши кузатилаётган жараёнларни жадаллаштириш муҳим масала ҳисобланиб, ҳарорат ошиши ассоциатларнинг кутилаётган парчаланишини даражасини бера олмаслиги, хатто нейтрал мойнинг совунланишининг кўпайишига олиб келади.

Пахта мисцелласининг учацилглицеринларга ҳамроҳ моддаларнинг ассоциатларини электрофизик таъсирида парчаланиши. Пахта мисцелласининг учацилглицеридларга ҳамроҳ моддаларининг молекулалари реал шароитда, индивидуал ҳолатда ва оддий, мураккаб ассоциатлар кўринишда бўлади. Ассоциатлар тузилиши қанчалик мураккаб бўлса, уларни парчалари шунчалик қийин бўлади, бу ўз навбатида электрофизик усулнинг қўлланишини мажбур қилади.

Сўнгги йилларда электрофизик усуллардан электромагнит таъсирини турлича қўллаш орқали кимё-технология объектларида кенг қўлланилмоқда.

Аниқланишича, ассоциатларни парчаловчи учацилглицеридларга ҳамроҳ моддаларни аралаштириш ёки ҳарорат таъсир эттиришдан кўра электромагнит таъсири анча жадал омил ҳисобланади.

Ўрганилиб чиқаётган омилларнинг камайиб бориш тартиби қуйидагича жойлашган: электромагнит таъсири > ҳарорат таъсири > гидродинамик таъсир. Шунда, ассоциатларнинг парчаланиши оптимал майдони 0,5-0,9 Тл электромагнит индукцияси оралиғида жойлашганлиги кузатилган (мойдаги ҳамроҳ модданинг тузилишига боғлиқ ҳолда).

Кўриниб турибдики, тузилиши бўйича мураккаб ассоциатлар қанчалик кўп бўлса, электромагнит индукцияси кўрсаткичи шунчалик ошади.

Электромагнит индукциянинг бундан юқори кўрсаткичлари ассоциатларнинг парчаланиш даражасини муҳим ўзгаришларга олиб келмайди.

Аввалги кўрилган механизмлар ҳамроҳ моддаларнинг ассоциация даражасини пасайишини етарлича таърифлай олмайди, сабаби деассоциация водород алоқасини назарда тутаяди, айтиш лозимки тизимга электромагнит таъсири орқали хабар берувчи энергиядан кўра водород алоқаси ўзилишидаги энергия сезиларли даражада афзалроқ. Бу ерда, пахта мисцелласига электромагнит таъсири остида кечадиган резонанс ҳодисаларининг самараларини инобатга олиш лозим.

Табиатдаги молекула ва уларнинг ассоциатлари энергетик даражалар мос келувчи узлуксиз тебраниш ҳаракатларини амалга оширишади. Бу, ўз навбатида, таъсир этувчи кучлар энергиясига нисбатан кўпроқ энергияга эга водород ва бошқа алоқаларни парчалаш ёки деформациялаш қобилиятига эга энергия квантларининг ажратиш билан резонанс пайдо бўлишига олиб келади.

Шундай экан, тасдиқлаш лозимки, пахта мисцелласининг 0,5-0,9 Тл ЭМ индукциясида қайта ишлаш жараёнини 1,3-1,5 маротаба жадаллаштириш имкониятига эга, бу ўз навбатида техник-иқтисодий кўрсаткичларини сезиларли даражада оширилишига олиб келади.

Электромагнит ишлов беришнинг рафинацияланган пахта мисцелласининг сифат кўрсаткичларига таъсирини тадқиқоти. Маълумки, пахта мойлари уларга ранг берувчи кўпгина учацилглицеридларга ҳамроҳ моддаларни ўз ичига олади. Пахта мойини мисцеллада ишқорий рафинациялаш жараёнида асосий эътибор олинандиган мойнинг очартиришга қаратилади, аммо ҳар доим ҳам исталган натижага эришиб бўлмайди.

Сабаби, қовурмага гидротермик ишлов бериш жараёнидан олинган мисцелланинг дистилляциясида ва бошқа жараёнларда госсипол ва хлорофилл каби моддаларининг янги ҳосилалари пайдо бўлишидир.

Сўнги пайтларда қатор технологик тизимларни жадаллаштириш ва олинандиган маҳсулотнинг сифатини ошириш учун ноъананавий усуллардан фойдаланилмоқда, ишлатиладиган реагентлар, электромагнит таъсирида мой таркибидаги компонентларини кутбланишини ўзгаришлари кабилар.

Рафинацияланувчи пахта мисцелласининг таркибида госсипол ва унинг ҳосилаларидан ташқари кутбланган липидлар (фосфолипидлар, совун ва х.к) мавжуд.

Пахта мисцелласини гидратациялаш ва ишқорий рафинациялашга аниқ бир кучланишли майдон билан электромагнит таъсирида ишлов бериш юқорида айтилган компонентларни, уларнинг ассоциатлари ва мицелла шаклланишини кутбланишини ўзгариши. Ундан ташқари, «мой-соапсток» фаза чегарасидаги фазалараро тортинувчанлик пасайиши, бу ўз навбатида рафинацияланган мойнинг чиқиш миқдорини оширишга имкон яратади.

Рафинацияланувчи пахта мисцелласини электромагнит таъсирида ишлов бериш натижасида гидратланмайдиган фосфолипидларга ижобий таъсир қилиб, уларнинг молекуласини координацион ёки водород алоқаларини

қутбланишини ўзгартириб, қисман узиш, кучсизлантириш ҳисобига уларни структурасини ўзгартиради.

Биз томондан қўйидаги шароитларда рафинацияланувчи пахта мисцелласига ишқор эритмаси билан электрмагнит таъсирида ишлов берилди: магнит индукцияси (В) 0,5 дан 0,9 Тл гача ўзгариб борилди ва ишлов бериш вақти (τ) 30 с айланма режимда. Шунда, пахта мисцелласини ишқор эритмаси билан аралаштириш 22-24 °С ҳароратда амалга оширилган, соапсток экспозицияси эса 45-50°С ҳароратда амалга оширилган.

«Пахта мисцелласи-ишқорий эритмаси» билан аралашмаси учун В=0,6 Тл магнит индукция ва $\tau=30$ с ишлов бериш вақти билан электрмагнит ишлов бериш оддий рафинация жараёнига нисбатан мисцелланинг қизил ранг бирлигининг 4,5 дан 3,3 қийматгача пасайиши, кўк бирлиги 3,2 дан 1,4 қийматгача пасайиши тадқиқ этилди. Шунда, мойнинг кислота сони 0,3 дан 0,1 мг КОН гача пасайди, совуннинг миқдори эса - 0,04 дан 0,01% гача пасайди. Магнит индукциянинг(В) 0,6 Тл дан ундан юқори 0,9 Тл гача бўлиши рафинацияланган мисцелланинг кўрсаткичларига деяли таъсир кўрсатгани йўқ.

Тадқиқотларимиз натижалари шуни кўрсатадики, электрмагнит кучларини қўлланилиши массакўчириш ва диффузия жараёнларини фаоллаштирди, яъни қатнашувчи реагентларнинг кимёвий ўзаро таъсири молекула ва уларнинг ассоциациясини шаклинишини ўзгартирди. Бу эса ўз навбатида, пахта мисцелласини қутбланувчи компонентларининг структуравий тузилишини бузлиши ва қутбланувчи липидларнинг мицелла коагуляциясини ижобий жадаллаштирди. Макромицелляр тузилмаларнинг сирт сингиш қатламининг қутбланиши ошиши ҳисобига уларнинг агрегатив барқарорлиги пасайиши натижасида пахта соапстокидаги нейтрал мойнинг сезиларги даражада камайишига эришилди.

Пахта мисцелласи билан ишқор эритмаси аралашмасига электрмагнит ишлов бериш, унинг ассоциатларига таъсир этиб, молекулаларини кучланганлик векторига мос тўғирлайди. Шунда, кучланганлик вектори ўзгариши ассоциатлардаги молекулаларнинг йўналишини ўзгартиради ҳамда уларнинг бошқа компонентларга нисбатан майдонда ўрнини ўзгартиради. Бу эса, пахта мисцелласидаги ассоциатларнинг молекулалар алоқаларини кучсизлантириб, хатто кучсизларини узишга имкон беради, яъни структуравий бузилиши намоён бўлади.

Шундай экан, пахта мисцелласининг ишқорий рафинациясидаги қутбланувчи компонентларнинг электрмагнит деструктуризацияси бўяш хусусиятига эга моддаларнинг (госсипол, хлорофилл ва унинг ҳосилалари) соапсток таркибига ўтишини кўпайишига ва соапстокдаги нейтрал мой миқдорини камайишига ёрдам беради. Айтиш лозимки, электрмагнит таъсирида ишлов беришдан энг юқори самара В=0,6 Тл индукция ва $\tau=10$ дақиқа вақт каби параметрларида эришилади, индукциянинг ундан юқори кўрсаткичларида пахта мисцелласининг ва ундан ажратилган соапсток кўрсаткичларини деярли ўзгартирмайди.

Пахта мойи мисцелласига гидратация жараёнини тадқиқоти. Сўнги йилларда ўсимлик мойларини электрофизик усуллар билан қайта ишлаш,

жумладан гидратация жараёнига электромагнит таъсирида ишлов бериш фосфатид ва бошқа учацилглицеридлардаги ҳамроҳ моддаларнинг чиқиш микдорини юқори бўлишида ўз самарасини кўрсатди.

Шундай технологияни амалга ошириш учун биз томондан экстракцион пахта мисцелласини анъанавий (назорат) ва ЭМТ ёрдамидаги гидратация жараёни бўйича қатор тажрибалар ўтказилди.

ЭМ таъсири ёрдамида экстракция пахта мисцелласини гидратацияси, фосфатидларни ажратиш анъанавий усулга (назорат) нисбатан самаралироқ эканлиги аниқланди. Шу тарзда, пахта мисцелласи магнит индукцияси $B=0,4$ Тл бўлган фосфатидларнинг қолдиқ таркиби ўртача 0,08-0,1% га пасаяди. Шунда, мойнинг ранг кўрсаткичи 1,1-1,5 қизил бирликка ва 0,2 кўк бирликка камаяди. Мойнинг кислота сони пасайиши 0,02 мг КОН/г ни ташкил қилади.

Магнит индукцияси кўрсаткичини $B=0,6$ Тл гача кўтарилиши пахта мисцелласини самарадорлигини оширади. Шунда мисцелланнинг 40%ли мойга нисбатан фосфатидларнинг қолдиғи 0,65% ни ташкил этади, мойнинг ранг кўрсаткичи 18 қизил бирликни ва 2,8 кўк бирликни, кислота сони эса 3,88 мг КОН/г ни ташкил этади.

Биз томондан экстракцияланган пахта мисцелласидан ажратилган фосфатидларнинг асосий физик-кимёвий кўрсаткичлари ўрганиб чиқилди.

2 жадвал

Экстракция усули билан олинган пахта мойи мисцелласидан ажратилган фосфатидларни анъанавий ва ЭМ таъсири берилгандаги асосий физик-кимёвий кўрсаткичлари

Фосфатидларни ажратиш усулларнинг номи	Ловибонд бўйича ранги 35 сарик бир. 13,5 см қатламда		Фосфатидлардан ажратилган мойнинг кислота сони, мг КОН/г	Асосий компонентлар микдори, %		
	қиз. бир.	кўк бир.		фосфатидлар	мой	намлик ва учувчан моддалар
Анъанавий (назорат)	26,2	4,1	18,2	53,8	47,3	0,95
мисцеллани ЭМТ билан $B=0,4$ Тл	24,5	3,9	16,8	55,9	45,8	0,84
мисцеллани ЭМТ билан $B=0,6$ Тл	22,1	2,6	16,4	58,7	42,4	0,77
мисцеллани ЭМТ билан $B=0,8$ Тл	22,0	2,5	16,2	58,8	42,0	0,74

2-жадвалдан кўриниб турибдики, пахта мисцелласининг ЭМ таъсирини гидратация босқичида қўллаш, фосфатидларнинг чиқишини тахминан 5 % га ошириши ва нейтрал мойнинг йўқотилишини 5,3% га камайтириш имконини беради. Шунда, фосфатидларнинг сифат кўрсаткичлари яхшиланмоқда, уларнинг ранг кўрсаткичлари 4 қизил ва 1,4 кўк бирликларга пасаяди. Фосфатидлари ажратилган мойнинг кислота сони тахминан 2 мг КОН/г гача тушади.

Буни, пахта мисцелласининг ЭМ таъсирида кутбланувчи фосфолипидларнинг хусусиятлари ўзгариши, уларнинг коагуляцияси ва гидратацион чўкмадан ажралиши яхшиланиши билан изоҳласа бўлади.

Шу сабабли, пахта мойини гидратацияси натижаларига асосан электромагнит майдонида мисцеллага олдиндан ишлов берилиши,

фосфолипидларнинг чиқишини ошиши ва сифатини яхшилаши каби ҳулосаларни шакллантирса бўлади.

Пахта мойини мисцеллада электромагнит таъсири билан гидратациялашнинг кейинги рафинация жараёнига таъсирини баҳолаш. Маълумки, пахта мойи мисцелласининг таркибига шундай моддалар борки, уларнинг қутбланувчанлиги электромагнит ишлови таъсирида ўзгаради.

Шундай моддалар қаторига пахта мойининг ва унинг мисцелладаги фосфолипидлари киради. Маълумотлар бўйича электромагнит таъсирида ишлов бериш қутбланувчанлик, сирт таранглигини ва пахта мисцелласини бошқа коагуляциялаш жараёнларини ва фосфолипидлар зарраларини йириклашишини лимитлаштирувчи физик-кимёвий кўрсаткичларини ўзгартиради.

3-жадвалда гидратланган пахта мисцелласининг ва фосфолипид чўкмасининг физик-кимёвий таҳлили натижалари кўрсатилган.

3 жадвал

Гидратацияланган пахта мойи мисцелласи ва фосфолипид чўкмасининг электромагнит таъсири остидаги физик-кимёвий кўрсаткичлари

Модда номи	Физик-кимёвий кўрсаткичлари		
	Ранги қизил/ кўк бирликда ўзгармас 35 сарик бир.	Кислота сони, мг КОН/г	Фосфолипидлар миқдори, %
40 % концентрацияли ПММ	45/7	4,76	2,1
Мой массасига нисбатан 4 % дистилланган сув билан ЭМТ сиз гидратациялаш (назорат)			
Гидратацияланган ПММ	37/5	3,52	1,2
Гидратацияланган фосфолипид қолдиғи	31/5	4,14	-
Мой массасига нисбатан 4 % дистилланган сув билан гидратациялаш Н = 1000 эрстед			
Гидратацияланган ПММ	32/4	2,95	0,9
Гидратацияланган фосфолипид қолдиғи	29/3	4,05	-
Мой массасига нисбатан 4 % дистилланган сув билан гидратациялаш Н = 1250 эрстед			
Гидратацияланган ПММ	29/3	2,87	0,7
Гидратацияланган фосфолипид қолдиғи	27/2	3,94	-
Мой массасига нисбатан 4 % дистилланган сув билан гидратациялаш Н = 1500 эрстед			
Гидратацияланган ПММ	27/2	2,81	0,7
Гидратацияланган фосфолипид қолдиғи	26/1	3,85	-

3-жадвалдаги маълумотларнинг таҳлили пахта мисцелласига гидратацияни қўлланилиши натижасида унинг ранг кўрсаткичи ўзгармас 35 сарик бирликда 45 қиз.бир.дан 27-37 қиз. бирликгача пасаяди. Бунда, кислота сони 4,76 дан 2,81-3,52 мг КОН/г гача камаяди. Гидратация жараёнида ЭМ таъсирини қўллаш натижасида пахта мисцелладаги фосфолипидларнинг миқдори 0,7 % га камайиб, уларнинг бошланғич миқдоридан 33% ташкил қилади.

Шундан сўнг, гидратланган пахта мисцелласини ЭМ таъсири қўлланилган ишқорий рафинация жараёнини олиб бордик. (4 жадвал)

4-жадвалдан кўриниб турибдики, гидратацияланган пахта мисцелласини 1000-1500 эрстед кўрсаткичли ЭМ таъсири қўлланилганда, ишқорли рафинациялашни охириги маҳсулоти чиқиш миқдорини оширишни таъминлашга имкон яратади. Шунда, ранг кўрсаткичи ва кислота сони паст қийматларга эга эканлиги кузатилади. Буни бўяш қобилятига эга

моддаларнинг госсипол, хлорофилл ва уларнинг ҳосилалари электрмагнит ишлов бериш мобайнида кутбланувчанлигини ўзгариши билан тушунтирса бўлади.

4 жадвал

Электрмагнит таъсирида рафинацияланган пахта мойи мисцелласи ва соапстокини физик-кимёвий кўрсаткичлари

Модда номи	Физик-кимёвий кўрсаткичлари			
	Ранги кизил/ кўк бирликда ўзгармас 35 сариқ бирликда	Кислота сони, мг КОН/г	Совун миқдори, %	Маҳсулот чиқиш миқдори, %
Пахта мойи мисцелласини NaOH эритмаси билан рафинациялаш, концентрацияси 200 г/л, ортиқча ишқор миқдори 200 %, ЭМТ сиз (назорат)				
Рафинацияланган ПММ	20/1	0,41	0,06	84,5
Соапсток	оч жигарранг	-	-	15,5
Пахта мойи мисцелласини NaOH эритмаси билан рафинациялаш, концентрацияси 200 г/л, ортиқча ишқор миқдори 200 %, Н = 1000 эрстед				
Рафинацияланган ПММ	18/0	0,38	0,05	85,1
Соапсток	тўқ жигарранг	-	-	14,9
Пахта мойи мисцелласини NaOH эритмаси билан рафинациялаш, концентрацияси 200 г/л, ортиқча ишқор миқдори 200 %, Н = 1250 эрстед				
Рафинацияланган ПММ	16/0	0,35	0,04	85,7
Соапсток	тўқ жигарранг	-	-	14,3
Пахта мойи мисцелласини NaOH эритмаси билан рафинациялаш, концентрацияси 200 г/л, ортиқча ишқор миқдори 200 %, Н = 1500 эрстед				
Рафинацияланган ПММ	15/0	0,33	0,04	85,9
Соапсток	тўқ жигарранг	-	-	14,1

Соапсток зарраларининг йириклашиши, уларнинг чўкиш ва пахта мисцелласидан ажралиш жараёнини тезлаштиради.

Пахта мойини мисцеллада рафинациялаш учун самарали ишқор реагентни танлаш. Каустик сода (NaOH) қўлланишдаги пахта мисцелласини рафинациялаш, учглицеридларни совунланиши ва нордон совунларнинг шаклланиши, сўнг эриш жараёнини мойнинг катта миқдорларда йўқотилишига олиб келади. Нордон совунларни олиб ташлаш учун мойни бир неча маротаба иссиқ сув билан ювишга, сўнг вакуумда қуритишга тўғри келади, бу эса мой массасидан 0,4 % йўқотилишига олиб келади.

Бу камчиликлар пахта мисцелласини рафинациялаш учун янада яхшироқ танланган ишқор реагентини излашга бўлган талабни оширади. Бу жиҳатда оч рангли мойларнинг рафинациялашда ижобий натижа берган натрий силикат ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n \text{SiO}_2$) алоҳида эътиборга сазовордир.

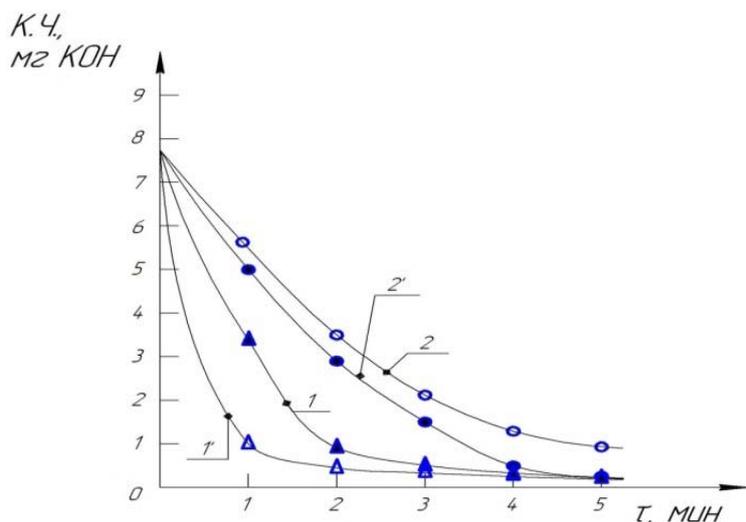
Унинг асосий афзаллиги учглицеридларни деярли совунланишини олдини олади, эркин ёғ кислоталар билан селектив ўзаро таъсири ва кўп маротаба ювиш, мойни қуритиш жараёнларини қискартиришга, мойда эрийдиган нордон совунларнинг деяли бўлмаслигидан далолат беради. Натрий силикат эркин ёғ кислоталари билан кимёвий ўзаро таъсири кўйидаги реакция орқали кечади:



Бу ерда – силикат модули (бу мисолда $n = 2,4$).

Анъанавий натрий гидроксиддан бу реакциянинг ўзига хос хусусияти шундаки, унда рафинацияланувчи мойдаги ўзига ютиш хусусиятларини кўрсатувчи поликемний кислоталарнинг ҳосил бўлишидир.

Биз томондан пахта мисцелласининг рафинациялаш жараёни анъанавий 200 г/л концентрацияга эга каустик сода ва таклиф қилинаётган 160 г/л концентрацияга эга натрий силикат ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n \cdot \text{SiO}_2$) эритмаси билан 20°C ҳароратда синов ўтказилди. Пахта мисцеллаларининг аралаштириш жадаллиги 3 айл/с тезликда бўлди. (5 расм)



Расм. 5. Пахта мойи мисцелласини каустик сода (1-чизиқ) ва силикат натрий (2-чизиқ) ёрдамида рафинациялаш жараёнини кинетики (1^1 ва 2^1 эгри чизиқлар) электромагнит таъсиридаги мисцелла

5-расмдан кўришиб турибдики, пахта мисцелласини рафинациялаш жараёни камроқ фаол бўлган натрий силикатга нисбатан каустик сода эритмасида жадалроқ ўтмоқда. Электромагнит таъсирни қўлланилиши рафинация тезлигини жадаллаштирилишидан кўришиб турибди.

Пахта мисцелласининг натрий силикат эритмаси билан рафинациялаш мобайнида, рафинадлардаги фосфатидларни миқдори сақланиб уларнинг озик-овқатда ишлатиладиган мой олишида муҳим бўлган сезиларли даражадаги совунланиши кузатилмайди. Рафинациянинг карралиги ошиши билан таркибида эркин ишқор мавжуд бўлиши ошади, бу эса натрий силикатнинг меъерий аниқликлигини талаб қилади.

Пахта мойини мисцеллада рафинациялашнинг комбинацион усули. Пахта мойини мисцеллада рафинациялаш жараёнида натрий силикат эритмасини ва электромагнит таъсирни қўллашнинг афзаллигини инобатга олган ҳолда, биз томондан уларнинг қўлланишини комбинацион усулини тадқиқ этилди.

Комбинацион усулдан фойдаланиш натрий силикат фаоллиги бўйича натрий гидроксиддан пастлиги билан тушунилади. Бу эса, жадаллаштиришни ошириш мақсадида кўшимча усуллардан фойдаланишни талаб этади. Шундай бирлашган усулни қўллаш учун шароитларни аниқлаш ушбу ишнинг бош мақсади ҳисобланади.

5-жадвалда пахта мисцелласини рафинациялаш ҳароратининг олинadиган мойнинг кўрсаткичларига таъсири тақдим этилган.

5-жадвалдаги маълумотлардан кўришиб турибдики, пахта мисцелласининг рафинациялаш учун қўлланиладиган натрий силикат анъанавий усулда олиб борилганда, кислота сони, ранг кўрсаткичларининг ва

рафанацияланган мойнинг чиқишини ошишига олиб келади. Ҳароратнинг 40 дан 50 °С гача ошиши ушбу кўрсаткичларнинг ўувчи натрийни ҳам, натрий силикатни ҳам қўлланилганда пасайишига олиб келади.

5 жадвал

Пахта мойи мисцелласининг кислота сони, ранги ва чиқиш миқдорларига ҳарорат ва рафинациялаш усулларини таъсири

Ҳарорат, °С	Анъанавий усул			Комбинацион усул		
	Кислота сони, мг КОН/г	Ранги, қизил бир. 35 сариқ бирликда	Маҳсулот чиқиш миқдори, %	Кислота сони, мг КОН/г	Ранги, қизил бир. 35 сариқ бирликда	Маҳсулот чиқиш миқдори, %
NaOH эритмаси ёрдамида рафинациялаш (назорат)						
40	0,21	18,5	87,3	0,19	17,1	88,4
50	0,18	18,0	87,2	0,17	16,3	88,2
Na₂O·n SiO₂ эритмаси ёрдамида рафинациялаш						
40	0,25	20,8	89,5	0,18	14,8	90,9
50	0,22	19,6	89,3	0,16	14,3	90,7

Ушбу жадвалдаги пахта мисцелласини комбинацион усулда рафинациялаш маълумоларнинг таҳлил қилишда белгиланган кўрсаткичлар натрий силикатда фойдаланилганда ҳам, NaOH фойдаланилганда ҳам сезиларли даражада яхшиланилиши кўрсатилган.

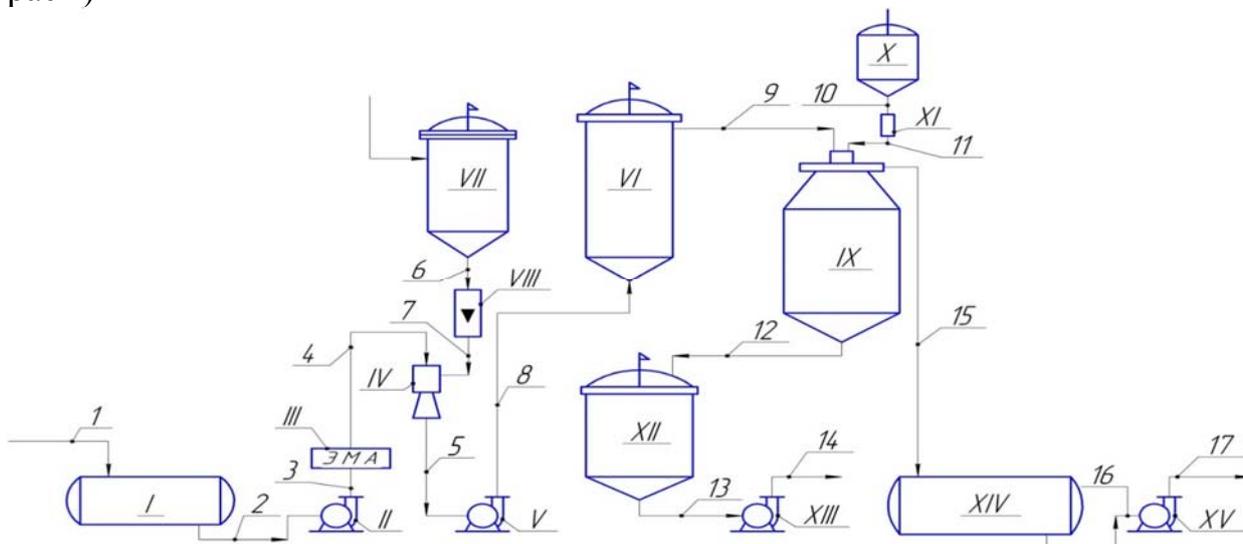
Олинган натижалар шуни кўрсатадики, пахта мисцелласи натрий силикат ва мисцелла аралашмасига ишқорий реагент билан ЭМ таъсирида ишлов беришнинг комбинацион усулини қўлланилиши сифатли маҳсулотни олиш ва чиқиш миқдорини ошиш имконини беради.

Диссертациянинг «**Пахта мойини мисцеллада гидратациялаш ва ишқорий рафинациялашнинг юқори жаддалликка эга технологиясини яратиш**» деб номланган тўртинчи бобда, пахта мойини мисцеллада гидратациялаш ва рафинациялашнинг мой олишда жадаллаштирилган технологияларига бағишланган.

Пахта мойи мисцелласини электромагнит таъсирни қўллаган ҳолда гидратация технологиясининг яратиш. Технологик нуқтаи назардан пахта мойини мисцеллада гидратациялаш мураккат жараён ҳисобланади, унинг тезлигини ошириш учун ноанъанавий электромагнит таъсирни қўллалаш талаб этилади. Пахта мисцелласига шундай ишлов беришда ассоциатлардаги қутбланган хамроҳ компонентларнинг (фосфолипидлар, эркин ёғ кислоталари ва бошқалари) парчаланиши кузатилади. Лаборатория тадқиқотларини инобатга олган ҳолда, биз томондан пахта мойи мисцелласини ЭМ таъсирида ишлов берилган гидратациялаш технологик схемаси яратилди ва 6 расмда тақдим этилди.

Ушбу технологик схема қўйидагича фаолият кўрсатади: линия 1 орқали маҳсулот цистернага I га тушади, сўнг 2 линиядан II насос ва линия 3 орқали электромагнит активатор (ЭМА) га тушади. ЭМА дан (III) фаоллашган мисцелла линия 4 дан эжекцион аралаштиргич – турбулизатор IV га берилади, у ерда V сифимдан тушадиган совун эритмаси ёки сув билан аралаштирилади, 14 линиядан меъёрлагич VI ва линия 15 дан аралаштиргич – турбулизатор IV га тушади. Аралаштиргич – турбулизатор IV дан линия 5 насос VII орқали линия 6 дан аралашма VIII коагуляторга юборилиб, сўнг

навбатида кўп мартаба мойни ювишга мажбур қилади. Унинг натрий силикат билан алмаштирилиши нейтралланиш жараёнини ЭМ таъсири орқали фаоллаштиришни талаб қилади. Лаборатория тадқиқотларини инобатга олиб, биз томондан ЭМ активатордан фойдаланиб пахта мойи мисцелласини ишқорий рафинациялаш технологик схемаси яратилди. (7 расм)



Расм. 7 Пахта мойи мисцелласини электромагнит таъсирида ишқорий рафинациялаш технологик схемаси

Берилган технологик схеманинг ўзига ҳос хусусияти шундаки, ишқорий реагент сифатида натрий силикат эритмаси ва пахта мисцелласининг ЭМ активатори мавжудлигилир. Таклиф қилинаётган ЭМ таъсири қўлланилган пахта мойи мисцелласини ишқорий рафинациялаш жараёни технологик схемаси қуйидагича фаолият юритади: бошланғич $50 \pm 5\%$ концентрацияли пахта мисцелласи линия 1 бўйича цистерна 1 га ва сўнгра линия 2 бўйлаб насос II ва линия 3 ёрдамида электромагнит активатор III га йўналтирилади. Активатордан ўзгарган пахта мисцелласи линия 4 бўйлаб реактор-турбулизатор IV га келади, у ерга VII йиғувчидан линия 6 бўйлаб меъёрлагич VIII ва линия 7 ёрдамида натрий силикат эритмаси келади. Ҳосил бўлган аралашма линия 5 бўйлаб насос V ва линия 8 ёрдамида коагулятор VI га юборилади, у ердан линия 9 бўйлаб тиндиргич 9 га келади. Тиндиргич IX дан нейтралланган пахта мисцелласи линия 15 орқали цистерна 14 га келади, у ердан линия 16 насос XV ва линия 17 ёрдамида дистилляцияга юборилади. Отстойник IX пахта соапстоки линия 12 бўйлаб XII йиғувчига юборилади, сўнгра линия 13 орқали XIII насос ва линия 14 ёрдамида эритманинг халос этиш учун юборилади.

Пахта мойи мисцелласига электромагнит таъсирини қўллаган ҳолда, ишқорий рафинациясининг берилган технологик схемаси гидратациялаш схемаси билан (у сиз ҳам) қўлланилиши имкони мавжуд.

Пахта мойи мисцелласини ЭМ таъсири ва натрий силикат қўлланилган рафинациялаш жараёнини синов-ишлаб чиқариш ва лаборатория шароитидаги тадқиқотлар бизга энг оптимал технологик шарт-шароитларни танлашга имкон яратди, уларнинг кўрсаткичлари 7 жадвалда кўрсатилган.

**Пахта мойи мисцелласини натрий силикат эритмаси ва ЭМ таъсирида
рафинациялашнинг технологик шарт-шароитлари**

Технологик кўрсаткич номи	Ўл. бир.	Номинал қиймати
Пахта мойи мисцелласининг концентрацияси	%	40-50
Пахта мойи мисцелласи ҳарорати	°C	22-24
Натрий силикатнинг сувли эритмасининг концентрацияси	г/л	150-250
Ортиқча ишқор миқдори (назарий сарфга нисбатан)	%	75-100
Натрий силикатнинг сувли эритмаси ҳарорати	°C	24-26
Мисцелладаги пахта мойининг кислота сони	мг КОН/г	7-14
Ишқор эритмасининг сарфи	л/соат	150
Иккинчи босқич дастлабки дистиллятордаги иситувчи буғнинг сарфи	кг/соат	200-350
Тугал дистиллятордаги иситувчи буғнинг сарфи	кг/соат	600-850
Тугал дистиллятордаги ўткир буғнинг сарфи	кг/соат	150-350

Ушбу технологик шарт-шароитларни қўллаган ҳолда ва ЭМ таъсирида пахта мойи мисцелласини натрий силикат эритмаси билан рафинациялаш жараёнини жадаллаштириш мумкин.

Пахта мойини мисцеллада ЭМ таъсирида гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш технологик шарт-шароитларини оптималлаштириш. Пахта мойини мисцеллада гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш технологик шарт-шароитларини аниқлашнинг самарали усуларидан бири экспериментал синовларнинг режалаштириш усули, жумлалан, каср факторли синови (КФС) ҳисобланади.

Маълумотларга ишлов бериш натижаларидан ЭМ таъсири билан пахта мойини мисцеллада гидратациялаш қуйидаги регрессия тенгламалари олинди:

$$V_1 = 0,55 - 0,14 Z_1 - 0,025 Z_2 - 0,0115 Z_3 - 0,03 Z_4 - 0,09 Z_1 Z_2 (Z_3 Z_4) + 0,025 Z_1 Z_3 (Z_2 Z_4) \dots \quad (7)$$

ЭМ таъсирида пахта мойини мисцеллада рафинациялаш жараёни учун:

$$V_2 = 0,44 - 0,04 Z_6 - 0,09 Z_7 - 0,025 Z_8 - 0,035 Z_5 Z_6 (Z_7 Z_8) \dots \quad (8)$$

Тенгламалардан кўриниб турибдики, ЭМ таъсири билан пахта мойини мисцеллада гидратациялашда энг аҳамиятли ўзгарувчан омили бўлиб қуйидагилар ҳисобланади: гидратланган сув ҳаражати (Z_1), жараён ҳарорати (Z_3), гидратланувчи сувнинг ва бошланғич пахта мойидаги фосфолипидлар миқдорининг ҳаражати жуфтлигининг ўзаро таъсири ($Z_1 Z_2$), ва бошқалар. Аҳамиятсиз ўзгарувчан омил бошланғич пахта мойидаги фосфолипидлар миқдори ва жараён ҳарорати жуфтлигининг ўзаро таъсири ($Z_2 Z_3$) эканлиги аниқланди.

V_2 тенгламадаги ЭМ таъсирида пахта мойини мисцеллада ишқорий рафинациялаш жараёнининг энг аҳамиятли ўзгарувчан омили бўлиб қуйидагилар ҳисобланади: ортиқча ишқор миқдори (Z_7), ишқор концентрацияси (Z_6), мойнинг кислота сони ва ишқор концентрацияси жуфтлигининг ўзаро таъсири ($Z_5 Z_6$) ва пахта мойи мисцелласини ЭМ таъсири индуктивлиги (Z_8). Аҳамиятсиз омилларидан бошланғич мойнинг рақами (Z_5), мойнинг кислота сонининг ортиқча ишқор миқдори жуфтлигининг ўзаро таъсири ($Z_5 Z_7$) ва ортиқча ишқор миқдори билан ишқор реагентининг концентрацияси жуфтлигининг ўзаро таъсири ($Z_6 Z_7$) кабиларни таъкидласа бўлади.

Шундай экан, электромагнит таъсирининг пахта мойини мисцеллада гидратациялаш жараёнига қўлланиши самарали таъсир кўрсатиши тадқиқ этилди.

Шу тариқа, экспериментни режалаштиришда пахта мойи мисцелласини ЭМ таъсирида гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш технологик шарт-шароитлари оптимал кўрсаткичлари аниқланди:

- гидратации жараёни учун: $Z_1=4,0\%$; $Z_2=2,0\%$; $Z_3=70\text{ }^\circ\text{C}$; $Z_4=0,8\text{ Тл}$.

- ишқорий рафинация жараёни учун: $Z_5=4,5\text{ мгКОН/г}$; $Z_6=200\text{ г/л}$; $Z_7=150\%$; $Z_8=0,9\text{ Тл}$.

ЭМТ фойдаланган ҳолда пахта мойини мисцеллада гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш жараёнларининг ишлаб чиқилган технологиялари тажриба-ишлаб чиқариш синовларининг натижалари. Ишлаб чиқилган пахта мойини мисцеллада гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш технологиясини синовдан ўтказиш учун «Урганч ёғ-мой» АЖда ЭМ активатор орқали ўтказилганда қатор ўзгаришлар амалга оширилди:

8-жадвалда анъанавий усулда (назорат) ва ЭМ таъсирида мисцелладаги гидратланган пахта мойининг таҳлил натижалари келтирилган.

8 жадвал

Анъанавий усулда (назорат) ва ЭМ таъсирида гидратацияланган пахта мойи мисцелласини физик-кимёвий кўрсаткичлари

Кўрсаткич номи	Ўл. бир-ликлари.	Пахта мойининг дастлабки кўрсаткичлари	Гидратацияланган ПММ	
			ЭМ таъсирида	анъанавий усул (назорат)
Кислота сони	мг КОН/г	2,54	1,75	2,04
Ранги 1 см қатламда 35 сариқ бирликда	қиз. бир.	17	11,5	13,7
Таркиби:				
- намлик	%	0,21	0,18	0,16
- фосфолипидлар	%	1,75	0,21	0,49
- совунланмайдиган моддалар	%	1,04	0,80	0,95
- госсипол ва унинг ҳосилалари	%	0,45	0,30	0,33

8-жадвалдан кўришиб турибди-ки, ЭМ таъсирдан фойдаланган ҳолда пахта мойини мисцеллада гидратациялаш ёрдамида фосфолипидларни чуқурроқ ажратиш имкони мавжуд.

9 жадвал

Анъанавий усулда (назорат) ва ЭМ таъсирида рафинацияланган пахта мойи мисцелласини физик-кимёвий кўрсаткичлари

Кўрсаткич номи	Ўл. бир-ликлари	Рафинацияланган ПММ		
		гидратация қилинмасдан (назорат)	гидратациядан сўнг	
			ЭМ таъсирида	анъанавий усулда (назорат)
Кислота сони	мг КОН/г	0,24	0,13	0,17
Ранги 1 см қатламда 35 сариқ бирликда	қиз. бир. кўк бир.	11 0,7	8 0,2	10 0,4
Таркиби:				
-намлик	%	0,10	0,15	0,13
-фосфор	%	0,0018	0,0007	0,0011
-совунланмайдиган моддалар	%	0,99	0,80	0,82
-маҳсулот чиқиш миқдори	%	85,4	90,8	88,2

Анъанавий усулда (назорат) ва ЭМ таъсири билан гидратланган мисцелланинг рафинациялаш натижасидан олинган сифат кўрсаткичлари 9-жадвалга тасвирланган.

9-жадвалдан кўриниб турибди-ки, пахта мойининг дастлабки гидратациялаш рафинацияланган мойни сифатини яхшилайти ва чиқиш миқдорини оширади.

Ишлаб чиқилган ЭМТ орқали пахта мойини мисцеллада гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш технологиясини жорий қилишдан иқтисодий самарадорликни ҳисоблаш. Ишлаб чиқилган технологияларни иқтисодий самарадорлигини ҳисоби ўрнатилган услуб асосида бажарилган. Ишлаб чиқариш қуввати йилига 1000 тонна бўлганда, натрий силикат ва ЭМ таъсири қўлланилган пахта мойи мисцелласини гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш технологияни қўлланилиши, йилига 114 млн. сўм ни ташкил этади.

ХУЛОСА

1. Пахта мойини мисцеллада рафинациялаш линиясини тизимли тадқиқоти шуни кўрсатади-ки, унда етарли даражада мукамал бўлмаган тизим бўлаклари ва жараёнлар бўлиб, уларнинг турғунлик кўрсаткичлари кўрилатган технологик тизимнинг бир бутунлигини, ишлаб чиқарилаётган мой сифатини кучли пасайтирмакда ҳамда асосий ва ёрдамчи хом-ашё ресурслари қайтмас йўқотишларини кўпайтирмакда.

2. Пахта мойи мисцелласини гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш жараёнларини жадаллаштириш энг самарали усларидан бири бу электромагнит таъсири ҳисобланиб, бунда кўрилатган жараённи кинетикасига таъсир этувчи учацилглицеридларга ҳамроҳ моддаларнинг қутбланиши ошиши, диполь моментларини ва бошқа физик кўрсаткичларини ўзгариши аниқланган.

3. ИҚ-анализ ёрдамида гидратация ва ишқорий рафинация жараёнлари интенсивлигини пасайтирувчи учацилглицеринларга йўлдош моддаларни пахта мисцелласида ассоциацияланиш даражаси аниқланган.

4. Индуктивлиги 0,7-0,9 Тл ЭМнинг 10-15 дақиқа таъсирида пахта мойи учацилглицеридларига йўлдош моддаларнинг оддий ва мураккаб ассоциатларини парчалаш усули таклиф этилган.

5. Ишқорий нейтраллаш жараёнида қимматли пахта мойини йўқотилишини камайтириш мақсадида анъанавий юқориактив каустик сода эритмасини силикат натрий билан айирбошлаш ҳисобига нейтрал мойларни совунга айланиши амалий жихатдан кескин камайиши аниқланган ва натижада олинадиган мойни чиқиш миқдорини 2-3%га ошиш имконини яратади.

6. Фосфолипидларни гидратацияланишини ва қутбланишини ошириб, ушбу жараённи 1,3-1,5 марта жадаллаштиришни таъминлайдиган индуктивлиги 0,5-0,6 Тл 10-15 дақиқа электромагнит ишловидан фойдаланиб пахта мойини мисцеллада гидратациялаш технологияси ишлаб чиқилган.

7. Пахта мойини мисцеллада рафинациялашда силикат натрий ва электромагнит таъсирида ҳосил бўладиган поликремний гели ўзи билан совунларни, бўёвчи пигментларни ва ёғ бўлмаган моддаларни ажратиладиган соапстокга ўтишини ва соапсток зичлиги юқори бўлиши аниқланган.

8. Силикат натрий ва индуктивлиги 0,7-0,9 Тл электромагнит ишловини бирга қамраб олган пахта мойини мисцеллада рафинациялашнинг комбинацион усули ишлаб чиқилиб, таклиф этилган.

9. Пахта мойини мисцеллада гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш технологияларини оптимал шарт-шароитлари ишлаб чиқилган ва улар тажриба-ишлаб чиқаришда ўз тасдиқини кўрсатган.

10. Пахта мойи мисцелласини гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш технологиясини силикат натрий эритмаси ва электромагнит таъсири остида ишлов бериш натижасида иқтисодий самарадорлик «Қўқон ёғ-мой» ва «Урганч ёғ-мой» АЖларида йилига 114,5 млн. сўмни ташкил этди.

11. Республика ёғ-мой саноати корхоналарида олинган илмий натижаларни қўллаш пахта мойини мисцеллада гидратациялаш ва ишқорий рафинациялаш жараёнларини сезиларли жадаллаштириш, соапстокда нейтрал мойни йўқотилишини камайтириш ва таркибида госсипол бўлган фосфатидларни янги ишлаб чиқаришни ва уни техник мақсадларда ишлатишни ташкил этиш имкониятини беради.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ 14.07.2016.Т.08.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК**

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

АБДУРАХИМОВ АХРОР АНВАРОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ОСНОВ
ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА
РАФИНАЦИИ ХЛОПКОВОЙ МИСЦЕЛЛЫ**

02.00.17 – «Технология и биотехнология обработки, хранения
и переработки сельскохозяйственных и пищевых продуктов»
(технические науки)

АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

город Ташкент – 2016 год

Тема докторской диссертации зарегистрирована под номером 18.11.2015/B2015.3-4.T555 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Докторская диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский) размещен на веб-странице по адресу www.tkti.uz и Информационно-образовательном портале «ZIYONET» по адресу www.ziyonet.uz

Научный консультант: **Кадиров Юлдашхон**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Курбанов Жамшид Маджидович**
доктор технических наук, профессор

Махсумов Абдухамид Гафурович
доктор химических наук, профессор

Исабаев Исмаил Бабаджанович
доктор технических наук

Ведущая организация: **АО «Тошкент ёғ-мой комбинати»**

Защита состоится «__» _____ 2016 г. в ____ часов на заседании Научного совета 14.07.2016.Т.08.01 при Ташкентском химико-технологическом институте по адресу: (100011, г. Ташкент, Шайхонтаурский район, ул. А.Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-20, факс: (99871) 244-79-17, e-mail: tkti_info@edu.uz).

Докторская диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института за № ___, с которой можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре (100011, г. Ташкент, Шайхонтаурский район, ул. А.Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-20).

Автореферат диссертации разослан «__» _____ 2016 года.
(протокол рассылки № ___ от _____ 2016 г.).

С.М.Туробжонов

Председатель Научного совета по присуждению
учёной степени доктора наук, д.т.н., профессор

А.С.Ибодуллаев

Учёный секретарь Научного совета по присуждению
учёной степени доктора наук, д.т.н., профессор

К.О.Додаев

Председатель Научного семинара при Научном
совете по присуждению учёной степени доктора наук,
д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире производству и переработке хлопкового масла уделяется особое внимание, производство растительных (пальмового, соевого, подсолнечного, хлопкового, рапсового и т.п.) масел сегодня составляет более 35 млн. тонн в год. Хлопковое масло в отличие от других видов растительных масел содержит больше насыщенных жирных кислот ($C_{16:0}+C_{18:0}$) и специфические компоненты госсипола и его производных, используемого в фармацевтике при производстве новых лекарственных веществ.¹

За годы независимости в Республике выполнены широкомасштабные планы мероприятий, по которым достигнуты определённые результаты: масложировые предприятия перевооружены, расширены виды, повышено качество получаемых масел из местного растительного сырья, при очистке использованы эффективные щелочные реагенты, эти масла нашли широкое применение в фармацевтической промышленности.

На мировом уровне по актуальным направлениям проводятся научные исследования по повышению качества хлопкового масла и его эффективному использованию путём: разработки эффективных способов выделения фосфолипидов имеющих поверхностно-активные свойства из состава хлопкового масла методом гидратации, разработки оптимальных условий выделения госсипола, а также хлорофилла и их производных из состава хлопкового масла, использования эффективного щелочного реагента и электрофизических способов при интенсификации процессов гидратации и щелочной нейтрализации хлопкового масла, разработки технологий непрерывной гидратации и щелочной нейтрализации хлопкового масла в мисцелле, создания условий проведения однократной промывки хлопкового масла вместо традиционной 3-4 кратной его промывки с учетом требований по экологии.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в постановлениях и указах Президента Республики Узбекистан №ПП-1633 от 31 октября 2011 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию организации управления и развитию пищевой промышленности республики в 2012-2015 годах», №ПП-1442 от 15 декабря 2010 года «О приоритетах развития промышленности Республики Узбекистан в 2011-2015 годах» и № УП-4707 от 4 марта 2015 года «О программе мер по обеспечению структурных преобразований, модернизации и диверсификации производства на 2015-2019 годы», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

¹ Канеш К. Раджа Жиры в пищевой промышленности / Киев Издательство Профессия, 2016 – 646с.

Соответствие исследования основным приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики VII «Химические технологии и нанотехнологии».

Обзор международных научных исследований по теме диссертации.² Научные исследования, направленные на совершенствование научно-технических основ интенсификации процессов комплексной рафинации растительных масел в мисцелле осуществляются в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира, в том числе, Palm Oil Research Intitute (Малайзия), Всероссийский научно-исследовательский институт жиров, Кубанский Государственный технологический университет, Московском Государственном университете пищевых производств (Россия), Славянском техническом университета (Чехия), Jiangnan University, Henan University of Technology, Wuhan Polytechnic University, South China University of Technology (Китай), Cornell University, Iowa State University, Georgia State University (США), Рижском техническом университете (Латвия), Словакском техническом университете (Словакия), Aarhus University (Дания), Ташкентский химико-технологический институт, Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан).

В результате проведенных в мире исследований в данном направлении получены ряд существенных научных результатов, в том числе: совершенствована технология рафинации светлых (подсолнечного и соевого) масел с использованием электрофизических методов (Кубанский Государственный технологический университет, Россия); определены возможности значительного снижения содержания нейтрального жира в соапстоке при щелочной нейтрализации подсолнечного масла (Всероссийский научно-исследовательский институт жиров, Россия); совершенствована технология производства пальмового масла белого цвета, путём выделения каротиновых веществ из состава пальмового масла и далее щелочной нейтрализации (Palm Oil Research Intitute, Малайзия); созданы технологические показатели увеличения выхода получаемого масла, снижение содержания в нем поверхностно-активных веществ в результате гидратации фосфолипидов, содержащихся в соевом масле, в процессе щелочной нейтрализации (China University of Technology, Китай).

В мире осуществляются ряд исследований по совершенствованию технологий гидратации и рафинации растительных масел, по ряду приоритетных направлений проводятся исследования, в том числе для высокоинтенсивных технологических процессов, направленные на изменение физико-химических свойств растительных масел путем электромагнитного воздействия; повышения эффективности технологических процессов путем

² Обзор по теме диссертации разработан на основе зарубежных <https://en.wikipedia.org>; www.vniifats.ru; www.nsche.org; www.gsj.jp; www.reaserchgate.net; www.iwu.edu; <https://www.inu.edu.pr>; www.tkti.uz; www.bmti.uz; www.qarml.uz и других источников.

использования новых щелочных реагентов; разработке оптимальных условий гидратации и щелочной рафинации растительных масел.

Степень изученности проблемы.

Проведены научные-исследовательские работы Б.Н. Тютюнниковым, А.М. Гольдовским, Н.И. Козиным, В.А. Масликовым, П.В. Науменко, А.Г. Сергеевым, В.В. Ключкиным, А.А. Шмидтом, Н.К. Надировым, А.П. Нечаевым, Н.С. Арутюняным, В.М. Копейковским, В.Г. Шербаковым, И.В. Гавриленко, В.В. Белобородовым, Е.П. Корненой, А.Н. Лисициным, Г.В. Зарембо-Рацеевичим, Н.Л. Меламудом, Р.Л. Перкелем, Е.П. Константиновым, Е.П. Кошевым, Д.В. Сокольским, К.А. Жубановым, А.Л. Маркманом, П.А. Артомоновым, А.И. Глушечковой, А.У. Умаровым, С.Д. Гусаковой, Ю.К. Кадировым, Р.М. Мирзакаримовым, А.Х. Атауллаевым, М.А. Рахимджановым, А.Т. Ильясовым, С.А. Абдурахимовым, К.Х. Маджидовым, Ж.М. Курбановым, И.Б. Исабаевым и другими по производству, переработке растительных масел и получению на их основе продуктов питания.

В результате проведенных научно-исследовательских работ созданы для более чем 10 видов растительных масел технологии получения и переработки пищевых масел, в том числе разработано промышленное производство фосфатидного концентрата из семян подсолнечника и сои, которое рекомендовано к использованию в различных отраслях (кондитерской и хлебопекарной) пищевой промышленности. Н.С. Арутюняном и Е.П. Корненой усовершенствована технология рафинации подсолнечного масла с включением в нее способа электрофизической интенсификации процесса гидратации. В результате время, затрачиваемое на производство фосфатидного концентрата, сократилось в 3-4 раза. А.А. Шмидтом, В.П. Пароняном и А.И. Аскинази используя термоактивированной Ангренский каолин достигнуто повышение степени отбелки хлопкового масла. Р.М. Мирзакаримовым, А.Т. Ильясовым и К.П. Серкаевым рекомендовано использовать карбамидной раствор в процессе щелочной рафинации хлопкового масла, в результате чего достигнуто резкое уменьшение содержание госсипола в составе получаемого масла.

Гидратация и щелочная нейтрализация хлопкового масла считаются сложными процессами, и они охватывают в себя следующие этапы: выделение с использованием воды биологическим активных фосфолипидов, содержащихся в масле; нейтрализация и выделение свободных жирных кислот, госсипола, хлорофилла и их производных, содержащихся в хлопковом масле с помощью эффективного щелочного реагента. В данной технологии учитывая взаимосвязь вышеотмеченных этапов, совершенствование процессов гидратации и щелочной нейтрализации хлопкового масла в мисцелле считается весьма актуальной задачей и имеет научно-практическую ценность.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего учебного учреждения, где выполняется диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-

исследовательских работ прикладных и инновационных проектов Ташкентского химико-технологического института ИТД-5-065 «Разработка ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий для производства химических и пищевых продуктов» (2005-2007), И-2012-7 «Внедрение технологии получения высокобелковой хлопковой муки и шелухи улучшенного кормового качества» (2012-2013), ИТД-9-22 «Разработка технологии получения заменителя цельного молока из шротов масличного сырья и рисовой муки» (2012-2014) и ИТД-12-34 «Безэкстракционная технология переработки растительного масличного сырья с выработкой пищевого масла» (2012-2014).

Целью исследования является совершенствование научно-технических основ электрофизической интенсификации процессов гидратации и щелочной рафинации хлопковой мисцеллы.

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

интенсификация процесса гидратации хлопкового масла в мисцелле с использованием электромагнитного воздействия;

установление особенностей состава хлопковых масел, получаемых экстракционным способом при использовании электромагнитного воздействия;

изучение влияния электромагнитной деструктуризации поляризуемых компонентов хлопкового масла в мисцелле на его рафинируемость;

оценка влияния гидратации хлопкового масла в мисцелле на его щелочную рафинацию и качество получаемых продуктов;

подбор эффективного щелочного реагента для рафинации хлопкового масла в мисцелле;

разработка комбинированного способа рафинации хлопкового масла в мисцелле с использованием раствора силиката натрия и электромагнитного воздействия;

оптимизация комбинированной технологии рафинации хлопкового масла в мисцелле;

расчет экономического эффекта от внедрения разработанной высокоинтенсивной технологии рафинации хлопкового масла в мисцелле на маслоэкстракционном производстве масложировой промышленности.

Объектом исследования являются сырые, гидратированные и рафинированные хлопковые масла в мисцелле, фосфолипидный осадок и соапстоки, полученные после гидратации и щелочной нейтрализации хлопковых мисцелл.

Предмет исследования: установление закономерностей и влияния электромагнитных воздействий на интенсификацию процессов гидратации и щелочной нейтрализации хлопкового масла в мисцелле с использованием водного раствора силиката натрия.

Методы исследований. При выполнении диссертационной работы использованы методы анализов: УФ-, ИК- и ^1H ЯМР-спектроскопии; термографический, масс-хроматографический и элементный анализы.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

выявлено уменьшение содержание поверхностно-активных веществ, т.е. фосфолипидов – лицетин, кефалин и др., в результате отделения фосфолипидного осадка из хлопкового масла мисцеллы методом гидратации, в процессе нейтрализации;

доказано, что для интенсификации процесса гидратации хлопкового масла в мисцелле целесообразно использовать электромагнитное воздействие с индукцией 0,5-0,6 Тл в течении 10-15 минут;

выявлено преимущество замены традиционного раствора гидроксида натрия на водный раствор силиката натрия в процессе рафинации хлопкового масла в мисцелле с использованием электромагнитного воздействия;

выявлено, что поликремниевая гель, образующаяся в процессе рафинации хлопкового масла в мисцелле на силикате натрия, эффективно сорбирует госсипол и его производные, что подтверждается значительным снижением красного цвета получаемого масла;

определено влияние переменных электромагнитных сил в разрушении ассоциаций, сопутствующих триацилглицеридам веществ, сырых хлопковых масел, получаемых прессовым и экстракционным способами;

созданы высокоинтенсивные технологии гидратации и щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле с использованием раствора силиката натрия и электромагнитного воздействия;

разработаны математические модели и оптимальные режимы процессов гидратации и щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле, которые подтверждены в опытно-промышленных испытаниях.

Практические результаты исследования:

показано, что применение процесса гидратации хлопкового масла в мисцелле с использованием электромагнитного воздействия с индукцией 0,5-0,6 Тл в течение 10-15 минут позволяет максимально выделить из масла гидратируемые фосфолипиды и тем самым снизить эмульгируемость масла в мисцелле при его рафинации;

рекомендовано использовать госсипол и его производные, содержащиеся в фосфолипидном осадке, для технических целей (лакокраске, резинотехнических изделиях и др.);

разработана высокоинтенсивная технология рафинации хлопкового масла в мисцелле включающая применение водного раствора силиката натрия и электромагнитное воздействие;

для максимального удаления остатков мыла из хлопкового масла и сокращения кратности его промывки предложено использовать активированную воду в электромагнитном поле с индукцией 0,5-0,6 Тл в течении 15-20 минут;

за счет применения активированной при электромагнитном воздействии воды кратность промывки нейтрализованного хлопкового масла снизилось с 3-4 до одного раза.

Достоверность полученных результатов обосновывается тем, что при анализе исходных, гидратированных и рафинированных хлопковых масел в

мисцелле были использованы современные методы ГЖХ, ТСХ, УФ, ИК и масс-спектропии, при этом экспериментальные данные полученные в лабораторных условиях подтверждены при опытно-промышленных испытаниях.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования процессов гидратации и щелочной нейтрализации хлопкового масла в мисцелле воздействием электромагнитных сил определяется разработкой механизмов ассоциации триацилглицеридам однотипных молекул, сопутствующих веществ (свободных жирных кислот, госсипола, хлорофилла и их производных).

Практическая ценность результатов исследования заключается в том, что разработана высокоинтенсивная технология рафинации хлопкового масла в мисцелле, обеспечивающая повышение выхода рафинированного масла на 2-3%, снижение удельного расхода щелочного реагента на 20-25 % и потерь масла в соапстоке и промывной воде на 20 и 10 %, соответственно.

Внедрение результатов исследования. Технологии гидратации и щелочной нейтрализации хлопкового масла в мисцелле прошли производственные испытания и внедрены на предприятиях АО «Кўқон ёғ-мой» и АО «Урганч ёғ-мой» Холдинговой Компании «Узпахтасаноатэкспорт» (справка от 14 ноября 2016 года №ВД-Ё/1447 Холдинговой Компании «Узпахтасаноатэкспорт»). Внедрение научных результатов на предприятиях масложировой промышленности позволяет совершенствовать технологические линии производства рафинированного хлопкового масла, интенсифицировать в несколько раз используемые на практике процессы, производить на основе местного сырья новые импортозамещающие фосфолипидные поверхностно-активные вещества, уменьшить содержание ценного нейтрального жира в выделяемом соапстоке и расходы энергии на установках, а также увеличить качество и выход получаемого масла путем совместного применения нового щелочного реагента и электромагнитной обработки в процессе нейтрализации масла.

Апробация работы. Результаты исследования изложены в виде докладов и апробированы на 16 Международных и республиканских научно-технических конференциях, в частности: - X Международном Симпозиуме по химии природных соединений (Бухара-2013); - Международном научном форуме «Пищевые инновации и биотехнологии» (Кемерово-2013); - XV-Международной конференции «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств» (Барнаул-2014); - 78-й научно-технической конференции с Международным участием «Химическая технология и техника» (Минск-2014); - Республиканской научно-технической конференции «Роль инновационных технологии в решении актуальных проблем производства» (Карши-2013); - Республиканской научно-практической конференции «Инновационные идеи в производстве и образовании» (Бухара-2014); - Международной научно-практической конференции «Ресурсосберегающие и энергоэффективные технологии в

химической и нефтехимической промышленности» и III Международной конференции Российского Химического общества имени Д.И. Менделеева (Москва-2011); - Конференции «Актуальные проблемы развития химической науки, технологии и образования в Республике Каракалпакстан» (Нукус-2011); - Республиканской конференции «Техник ва ижтимоий-иктисодий фанлар соҳаларининг муҳим масалалари», (Тошкент-2011); - Региональной Центрально-Азиатской Международной конференции по химической технологии «ХТ-12» (Москва-2012); - Международной конференции «Актуальные вопросы современной техники и технологии» (г. Липецк-2012); Республиканской научно-практической конференции «Умидли кимёгарлар» (Ташкент 2013, 2014, 2015); Международной научно-технической конференция «Актуальные проблемы инновационных технологий в развитии химической, нефте-газовой и пищевой промышленности» (Ташкент-2016).

Диссертационная работа обсуждена на объединенном семинаре кафедр факультета «Технология пищевых продуктов» Ташкентского химико-технологического института (2016). Научном семинаре при ученом совете ТХТИ 14.07.2016.Т.08.01 (2016).

Опубликованность результатов. По теме диссертации опубликованы всего 28 научных работ. Из них 10 научных статей, в том числе 6 в республиканских 4 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 177 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования его цель и задачи, характеризуются его объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, даются сведения о внедрении в практику результатов исследования, по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Анализ технологий и способов интенсификации процессов гидратации и рафинации хлопкового масла и его мисцеллы**» приведен обзор состояния вопросов и тенденции интенсификации технологии получения рафинированного масла в мисцелле. С критических позиций проведен анализ состояния процессов гидратации и щелочной рафинации хлопкового масла, полученного экстракционным способом. Приведены данные о составе различных форм фосфолипидов, выделяемых в процессе гидратации хлопкового масла. Освещены известные закономерности процессов гидратации и щелочной рафинации растительных масел. Анализ известных работ показывает, что существующие процессы

гидратации и щелочной рафинации недостаточно совершенны, что влечет значительные потери масла, фосфолипидов и других биологически ценных компонентов. Исходя из этого, сформулирована цель и задачи исследования.

Во второй главе диссертации **«Исследование влияния основных факторов на функционирование технологической линии рафинации хлопкового масла в мисцелле»** сформулированы методологические основы системного исследования процессов гидратации и щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле и изложены методики проведения анализов сырья и получаемых продуктов.

Методология системного анализа и интенсификации процессов в технологической линии рафинации хлопкового масла в мисцелле. На современном этапе развития масложировой промышленности основное внимание уделяется повышению выхода растительных масел и их качества. В этом аспекте технология рафинации экстракционных хлопковых масел в мисцелле считается перспективной т.к. она осуществляется в непрерывном потоке с МЭП.

В настоящее время технология рафинации хлопковой мисцеллы используется в АО «Кўкон ёғ-мой» и АО «Урганч ёғ-мой», где преимущественно перерабатывают хлопковые семена различного сорта по технологической схеме: «прессование-экстракция-рафинация хлопковой мисцеллы-дистилляция рафинированной мисцеллы».

Несмотря на имеющийся многолетний опыт по рафинации хлопковой мисцеллы качество и выход масла низок, имеются значительные потери масла в соапстоке, бензина и др. При этом технологические режимы, указанные в «Руководстве по технологии...» не всегда обеспечивают желаемые результаты по выходу и качеству рафинированной мисцеллы, а в конечном итоге получаемого масла.

Технологическая линия рафинации хлопкового масла в мисцелле из-за ряда трудностей разделения соапстока от мисцеллы, обуславливающего относительно невысокий выход от теоретического и низкое качество получаемого рафинированного масла, требует модернизации ряда технологических процессов и аппаратов.

Преимущество системного подхода к модернизации технологической линии рафинации хлопкового масла в мисцелле заключается в учете взаимосвязи соседних процессов и аппаратов, а также их влияния на качество и выход получаемого продукта. При таком подходе наряду с определением оптимальных технологических режимов процессов и аппаратов, выявляются «узкие» места в технологической линии, нуждающиеся в совершенствовании.

Модернизация такой сложной технологической линии требует разработки научной методологии её интенсификации, которая определяет цели и задачи исследования на различных уровнях принятой иерархии.

Нами разработана такая схема применительно к модернизации технологической линии рафинации хлопкового масла в мисцелле, которая предоставлена на рис. 1.



Рис. 1. Схема системного исследования технологической линии рафинации хлопкового масла в мисцелле

В данной схеме системного анализа на каждом уровне иерархии, который состоит из четырех, в зависимости от цели определяются задачи исследования. Так, например, на первом уровне иерархии, где целью являются изучение механизма, стадий и явлений процессов рафинации хлопковой мисцеллы в задачи исследования включено определение кинетических параметров процессов рафинации хлопковой мисцеллы или на четвертом уровне иерархии, где целью является синтез новой технологической линии рафинации хлопковой мисцеллы в задачи исследования включен выбор оптимальных технологических параметров линии рафинации хлопковой мисцеллы. При этом, взаимосвязь и взаимозависимость данных целей происходит как по вертикали, так и по горизонтали данной схемы.

В технологии рафинации хлопковой мисцеллы преследуются ряд промежуточных целей, которые можно объединить в следующую схему (рис. 2): A_1 - получение рафинированной хлопковой мисцеллы; B_1 - разделение соапстока от нейтрализованной мисцеллы; C_1 - нейтрализация хлопковой мисцеллы.

Схематически достижение вышеупомянутых промежуточных целей осуществляется последовательным выполнением следующих операций:

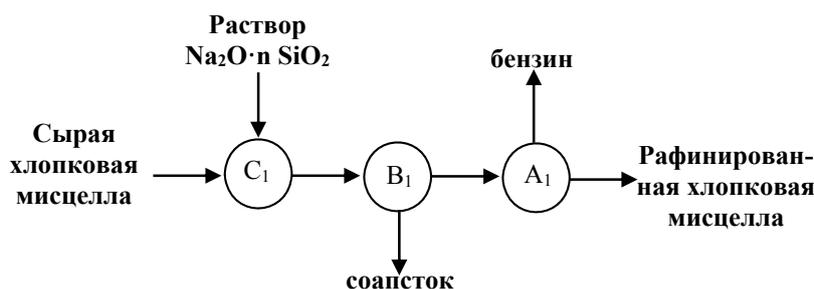


Рис. 2. График взаимосвязи промежуточных целей в технологической линии рафинации хлопковой мисцеллы

Безусловно, достижение каждой цели (A_1 , B_1 , и C_1) осуществляется выполнением ряда технологических операций. Это ещё раз подтверждает необходимость применения стратегии и методологии системного анализа для совершенствования и интенсификации данной технологической линии.

Исследование стабильности процессов рафинации хлопкового масла в мисцелле и целостности всей технологической линии. Для оценки целостности технологической линии рафинации хлопковой мисцеллы, представленной на рис. 2 нами разработано следующее уравнение:

$$Q_{C_1 B_1 A_1} = \eta_{C_1} + \eta_{B_1 / C_1} + \eta_{A_1 / C_1 B_1} - 2 \quad (1)$$

где η_{C_1} - показатель стабильности подсистемы C_1 ; η_{B_1 / C_1} - показатель стабильность подсистемы B_1 ; η_{A_1 / B_1} - показатель стабильности подсистемы A_1 ;

При этом значение $Q_{C_1 B_1 A_1}$ может колебаться в пределах: $< Q_{C_1 B_1 A_1} < 1,0$. Причем, чем ближе значение $Q_{C_1 B_1 A_1}$ к единице, тем выше целостность данной технологической линии и наоборот.

Мы изучили на двух масложировых предприятиях (АО «Кўкон ёғ-мой», АО «Урганч ёғ-мой») показатели стабильности и целостности рассматриваемой технологической линии рафинации хлопковой мисцеллы.

Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели стабильности (η) и целостности (Q) технологических линий рафинации хлопковой мисцеллы на АО «Кўкон ёғ-мой» и АО «Урганч ёғ-мой»

Наименование предприятия	Показатели стабильности			Целостность ($Q_{C_1 B_1 A_1}$)
	η_{C_1}	η_{B_1 / C_1}	$\eta_{A_1 / C_1 B_1}$	
АО «Урганч ёғ-мой»	0,94	0,71	0,62	0,27
АО «Кўкон ёғ-мой»	0,96	0,78	0,69	0,43

Из табл. 1 видно, что на двух заводах стабильности подсистем B_1 и A_1 , относительно C_1 низкие. Так, например, в АО «Кўкон ёғ-мой» A_1 равно 0,69, а B_1 равен 0,78 (при $C_1=0,96$). В АО «Урганч ёғ-мой» A_1 равен 0,62, а B_1 равен 0,71 (при $C_1=0,94$).

Как видно показатели стабильности в подсистемах A_1 , B_1 и C_1 сильно отличаются между собой, что указывают на то, что в технологической линии рафинации хлопковой мисцеллы имеются недостаточно совершенные процессы и аппараты, которые сильно снижает целостность всей технологической системы.

Математическое моделирование процессов рафинации хлопкового масла в мисцелле. Нами для математического описания рассматриваемого объекта выбран статистический метод, где процессы формализуются в виде «черного ящика».

Для получения математического описания данных процессов нами был использован пассивный метод статистического моделирования. При этом экспериментальные данные были накоплены в режиме нормальной работы

рассматриваемой технологической системы без внесения каких-либо возмущений.

Полученные математические модели рассматриваемого технологического комплекса имеют вид:

$$Y_1 = 87,7455 + 35,1386 X_1 + 1,0482 X_2 + 5,232 X_3 - 5,563 X_4 - 8,583 X_5 - 12,0718 X_6 + 1,8084 X_7 + 2,7138 X_8 - 0,6689 X_9, \dots \quad (2)$$

$$Y_2 = 229,309 - 4,269 X_1 + 4,8028 X_2 + 3,4707 X_3 + 3,6352 X_4 - 1,9935 X_5 - 7,1684 X_6 + 0,4142 X_7 + 3,484 X_8 + 13,8413 X_9, \dots \quad (3)$$

$$Y_3 = 0,3076 + 0,1401 X_1 + 0,01 X_2 + 0,0173 X_3 + 0,1171 X_4 - 0,1233 X_5 - 0,3915 X_6 + 0,2934 X_7 + 0,251 X_8 + 0,0822 X_9, \dots \quad (4)$$

$$Y_4 = 15,2727 + 21,196 X_1 + 2,1837 X_2 + 0,4603 X_3 + 8,9475 X_4 - 10,1617 X_5 - 10,9185 X_6 + 13,2055 X_7 + 8,8086 X_8 + 11,7442 X_9, \dots \quad (5)$$

Следовательно, изученные переменные X_1 - X_9 имеют сильное влияние на рафинацию хлопкового масла в мисцелле, что обуславливает необходимо поиска дополнительных возможностей оптимизации данного процесса начиная со стадий и явлений образования и разрушения ассоциатов удаляемых сопутствующих веществ. Анализ с помощью компьютерного моделирования процессов рафинации хлопкового масла в мисцелле показал, что именно в них формируется все основные количественные и качественные показатели получаемого масла.

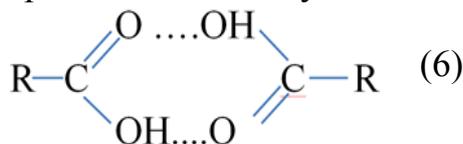
В третьей главе диссертации «**Исследование и интенсификация процессов гидратации и щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле**» представлены материалы по исследованию и интенсификации процессов гидратации и щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле.

Роль ассоциатов при щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле. Теоретически щелочная рафинация хлопкового масла в мисцелле хотя и представляется общеизвестной формулой нейтрализации, на практике его многокомпонентный состав взаимодействует с ассоциатами свободных жирных кислот, госсипола, хлорофилла и их производными, где не последняя роль принадлежит и фосфолипидам (ПАВ), как гидратируемой, так и негидратируемой формы.

Как видно, в рассматриваемой реакции имеет место одновременное существование сопутствующих триацилглицеридам веществ в виде индивидуальных, ассоциатов димерных и ассоциатов более высоких порядков. Причем, образование ассоциатов вышеотмеченных видов сопутствующих триацилглицеридам веществ в неполярных растворителях (например, в экстракционном бензине) протекает более интенсивно, чем без них т.к. снижается вязкость и плотность среды.

Следовательно, процессы рафинации хлопкового масла в мисцелле протекают в значительной степени с участием различных ассоциатов сопутствующих триацилглицеридам веществ. При этом, наибольший интерес представляют ассоциаты, образующиеся из госсипола, хлорофилла и их производных.

В растительных, в частности хлопковых маслах, ассоциаты образуются за счет водородных связей между карбонильными и гидроксильными группами карбоксила по следующей схеме:



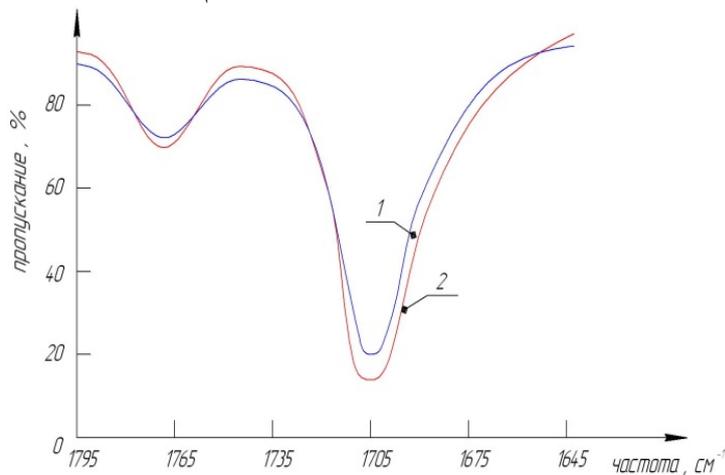
Известно, что чем сложнее состав растительного масла (или мисцеллы), тем труднее образование (или разрушение) ассоциатов, что обусловлено их полярностью и размерами молекул.

Анализ ассоциаций, сопутствующих триацилглицеридам веществ традиционно осуществляется методом ИК-спектроскопии, при котором выявляется наличие водородных связей. При этом спектры снимаются в области частот $1600-1800 \text{ см}^{-1}$, где отражаются изменения в интенсивности полос поглощения, соответствующих валентным колебаниям ассоциированных и неассоциированных карбонильных ($\text{C}=\text{O}$) групп. Здесь, степень ассоциации проявляется в увеличении длины связи $\text{C}=\text{O}$, что фиксируется как снижение частоты колебания соответствующих групп веществ с 1770 см^{-1} до 1710 см^{-1} . Контрольным маслом ИК-анализа используется вазелиновое масло, которое не имеет полос поглощения в исследуемой области.

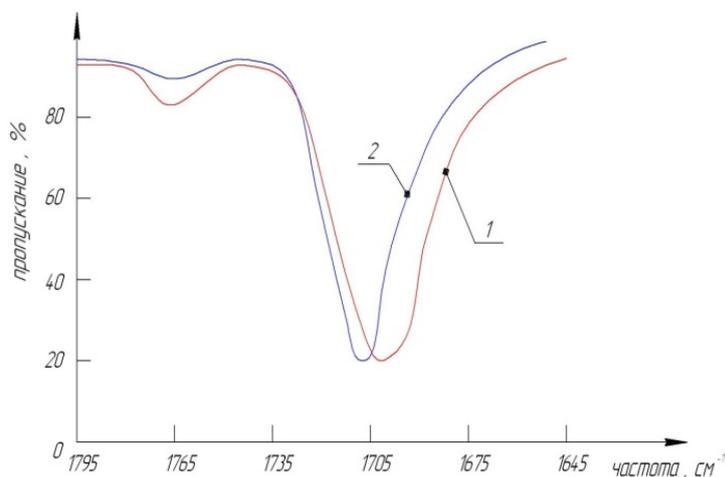
Температура ассоциации сопутствующих веществ хлопковой мисцеллы поддерживалась в пределах $45-50 \text{ }^\circ\text{C}$, что соответствует условиям рафинации масла.

На рис. 3 и 4 представлены рассчитанные по спектрам значения оптической плотности полос, характеризующих ассоциированные (D_a) и индивидуальные (D_i) $\text{C}=\text{O}$ группы сопутствующих веществ хлопковой мисцеллы. Здесь же представлены степени ассоциации сопутствующих молекул (α) в мисцеллах, которые изменяются в пределах $0,0 < \alpha < 1,0$.

Из рис. 3 и 4 видно, что сопутствующие триацилглицеридам вещества в неполярных растворителях находятся преимущественно в виде простых и сложных ассоциатов.



кривая 1-св. ж. к.; кривая 2-госсипола и его производных
Рис. 3 ИК-спектры свободных жирных кислот и госсипола в хлопковой мисцелле



кривая 1-св. ж. к.;
 кривая 2-фосфолипидов
**Рис. 4 ИК-спектры
 свободных жирных кислот и
 фосфолипидов в хлопковой
 мисцелле**

Как видно из рис. 4. присутствие в мисцелле фосфолипидов сильно повышает степень ассоциации свободных жирных кислот т.к. они принимают участие в образовании сложных ассоциатов более высокого порядка. Напротив, неомыляемые вещества и т.п. практически не влияют на образование ассоциатов.

Нами изучено влияние температуры на степень ассоциации сопутствующих триацилглицеридам веществ хлопковой мисцеллы.

Установлено, что повышение температуры от 20 до 80 °С способствует снижению степени ассоциации (α). Различие влияния температуры объясняется присутствием других сопутствующих хлопковой мисцелле веществ (госсипола и его производных, фосфолипидов и др.), которые наряду с образованием ассоциатов с водородными связями, создают сложные ассоциатов с другими видами связи.

Выявлено, что наличие в хлопковой мисцелле сложных ассоциатов свободных жирных кислот с сопутствующими триацилглицеридам веществами является причиной, существенно снижающей скорость нейтрализации в результате пространственных затруднений, испытываемых ассоциатами по сравнению с индивидуальными молекулами. При этом, на межфазной поверхности образуется сложный адсорбционный слой, стабилизируемый мылами, в образовании которого участвуют триацилглицерины. Причем, ассоциация происходит по кислотным полярным группами у ассоциатов, находящихся на межфазной поверхности. В их суммарном гидрофильно-линофильном балансе преобладают гидрофобные свойства. За счет этого повышается сублимация нейтрального жира и сопряженной растворимости, под которой понимают включение молекул триацилглицеринов между гидрофобными частями молекул, образующих мильные мисцеллы.

Следовательно, разрушение стойких ассоциатов также считается важной задачей по интенсификации рассматриваемого процесса, повышение температуре не даёт желаемого уровня разрушения ассоциатов и наоборот способствует усилению омыления нейтрального жира, что приводит к существенному снижению выхода рафинированного хлопкового масла.

Электрофизическое разрушение ассоциатов сопутствующих триацилглицеринам веществ хлопковой мисцеллы. Молекулы сопутствующих триацилглицеридам веществ хлопковой мисцеллы в реальных условиях находится в индивидуальном виде и форме простых, а также сложных ассоциатов. Чем сложнее состав ассоциатов, тем труднее его разрушить, что диктует необходимость применения электрофизических методов воздействия на последнее.

За последние годы из электрофизических методов наиболее широкое применение в химико-технологических объектах находят различные методы электромагнитного воздействия.

Выявлено, что более интенсивным фактором, разрушающим ассоциаты сопутствующих триацилглицеридам веществ по сравнению с перемешиванием или температурой, является электромагнитное воздействие.

В порядке убывания воздействия изученные факторы располагаются в следующем порядке: электромагнитное воздействие > температурное воздействие > гидродинамическое воздействие. При этом оптимальная область разрушения ассоциатов наблюдается в пределах величин электромагнитной индукции, равной 0,5-0,9 Тл (в зависимости от состава сопутствующих маслу веществ).

Как видно, чем больше сложных по составу ассоциатов, тем с более высокой электромагнитной индукцией (0,7-0,9 Тл) необходимо воздействовать. Дальнейшее повышение электромагнитной индукции не приводит к существенному изменению степени разрушения ассоциатов.

Выдвинутые ранее механизмы не вполне объясняют снижение степени ассоциации сопутствующих веществ т.к. деассоциация подразумевает разрыв водородных связей, энергия которых существенно превосходит энергию сообщаемую системе посредством электромагнитных воздействий. Здесь следует учесть и эффекты резонансных явлений, протекающих при электромагнитном воздействии на хлопковую мисцеллу.

В природе молекулы или их ассоциаты совершают непрерывные колебательные движения, которым соответствуют определенные энергетические уровни. Это и способствует возникновению резонанса с выделением квантов энергии, способных не только деформировать, но и разрушать водородные и другие связи, энергия которых превосходит энергию воздействующих сил.

Следовательно, можем утверждать, что ЭМО хлопковой мисцеллы при индукции 0,5-0,9 Тл (в зависимости от состава сопутствующих веществ) позволяет интенсифицировать процессы его переработки в 1,3-1,5 раза, что способствует значительному повышению технико-экономических показателей данных производств.

Исследование влияния электромагнитной обработки на качественные показатели рафинированной хлопковой мисцеллы. Известно, что хлопковое масло содержит множество сопутствующих триацилглицеридам веществ, которые придают ему цветовую окраску. При щелочной рафинации

хлопкового масла в мисцелле основное внимание уделяется осветлению получаемого масла, что не всегда даёт желаемые результаты.

Причиной этого является образование новых видов производных госсипола и хлорофилла в процессах влаготепловой обработки мятки, дистилляции полученной мисцеллы и др.

За последнее время для интенсификации ряда технологических процессов и повышения качества получаемой продукции используют нетрадиционный способ - электромагнитную обработку, изменяющую полярности компонентов масла, применяемых реагентов и др.

В составе рафинируемой хлопковой мисцеллы кроме госсипола и его производных содержатся ряд полярных липидов (фосфолипиды, мыла и др.).

При электромагнитной обработке с определенной напряженностью поля изменяются полярности выше отмеченных компонентов, способность к ассоциации и мицеллообразованию, что считается положительным эффектом при гидратации и щелочной рафинации хлопковой мисцеллы. Кроме того, снижается межфазное натяжение на границе раздела фаз «масло – соапсток», что позволяет увеличить выход рафинированного масла.

Электромагнитная обработка рафинируемой хлопковой мисцеллы благоприятно воздействует на негидратируемые фосфолипиды, изменяя структуры молекул, ослаблением и даже частичным разрывом водородных или координационных связей, за счет увеличения их полярности.

Нами произведена электромагнитная обработка рафинируемой хлопковой мисцеллы со щелочным раствором при следующих условиях: магнитная индукция (В) изменялась от 0,5 до 0,9 Тл и время обработки (τ) 30 с при непрерывном перемешивании. При этом смешивание хлопковой мисцеллы с щелочным раствором осуществлялось при температуре 22-24 °С, а экспозиция и разделение соапстока – при 45-50 °С.

Установлено, что с использованием электромагнитной обработки (ЭМО) смеси «хлопковая мисцелла – щелочной раствор» при магнитной индукции В=0,6 Тл и времени обработки $\tau=30$ с по сравнению с обычной её рафинацией цветность мисцеллы в красных единицах снижается от 4,5 до 3,3, а синих от 3,2 до 1,4 ед. При этом также уменьшается кислотное число масла от 0,3 до 0,1 мг КОН, а содержание мыла – от 0,04 до 0,01%. Дальнейшее увеличение магнитной индукции (В) от 0,6 Тл до 0,9 Тл относительно мало изменяет показатели рафинированной мисцеллы.

Как показали результаты наших исследований наложение электромагнитных сил активизировало процессы диффузии и массопереноса, т.е. химические взаимодействия участвующих реагентов деформировало молекулы и их ассоциаций. Все это положительно интенсифицировало деструктуризацию поляризуемых компонентов хлопковой мисцеллы и коагуляцию мицелл поляризуемых липидов. За счет увеличения полярности адсорбционных слоев макромицеллярных образований и снижения их агрегативной устойчивости достигнуто значительное уменьшение нейтрального жира в хлопковом соапстоке.

Электромагнитная обработка смеси хлопковой мисцеллы с щелочным раствором воздействуя на её ассоциаты ориентирует их молекулы в соответствии с вектором напряженности. При этом, изменение вектора напряженности изменяет ориентацию молекул в ассоциатах, а также положение самих последних в пространстве по отношению к другим компонентам. Все это позволяет ослабить и даже разорвать слабые связи молекул в ассоциатах хлопковой мисцеллы, что обеспечивает их деструктуризацию.

Следовательно, электромагнитная деструктуризация поляризуемых компонентов при щелочной рафинации хлопковой мисцеллы способствует значительному увеличению перехода красящих веществ (госсипола, хлорофилла и их производных) в состав соапстока и снижению в нем нейтрального жира. При этом наибольший эффект от электромагнитной обработки достигается при магнитной индукции, $B=0,6$ Тл и времени обработки $\tau=10$ мин., дальнейшее увеличение до $B=0,9$ Тл практически не изменяет показатели рафинированной хлопковой мисцеллы и выделенного из неё соапстока.

Исследование процесса гидратации хлопкового масла в мисцелле. За последние годы разработка электрофизических методов обработки растительных масел, в частности электромагнитной в процессе их гидратации показало эффективность при увеличении выхода фосфатидов и других, сопутствующих триацилглицеридам веществ.

Для реализации такой технологии нами проведены ряд опытов по гидратации экстракционных хлопковых мисцелл с использованием ЭМО и без неё (контроль).

Установлено, что гидратация экстракционной хлопковой мисцеллы с использованием ЭМО более эффективна, чем обычный способ выведения фосфатидов (контроль). Так, например, при ЭМО хлопковой мисцеллы при магнитной индукции $B=0,4$ Тл остаточное содержание фосфатидов снижается в среднем на 0,08-0,1%. При этом также снижается цветность масла на 1,1-1,5 кр. ед. и 0,2 синих единиц. Снижение кислотного числа масла составляет 0,02 мг КОН/г.

С увеличением значения магнитной индукции до $B=0,6$ Тл эффективность ЭМО хлопковой мисцеллы повышается. При этом для 40% мисцеллы остаточное содержание фосфатидов составляет 0,65% к маслу, цветность масла равняется 18 кр. ед. и 2,8 синих единицах и кислотное число 3,88 мг КОН/г.

Нами изучены основные физико-химические показатели фосфатидов, выделенных из экстрагированной хлопковой мисцеллы.

Из табл. 2 видно, что использование ЭМО хлопковой мисцеллы на стадии гидратации позволяет увеличить выход фосфатидов примерно на 5 % и снизить потери нейтрального масла на 5,3 %. При этом также улучшаются качественные показатели получаемых фосфатидов, снижается их цветность на 4 красных и на 1,4 синих единиц. Причем, кислотное число масла, после выделения фосфатидов снижается примерно на 2 мг КОН/г.

Таблица 2

Основные физико-химические показатели фосфатидов, выделенных из экстрагированной хлопковой мисцеллы с использованием ЭМО и без него (контроль)

Наименование способа выделения фосфатидов	Цветность по Ловибонду при 35 жел. ед. в 13,5 см слое		Кислотное число масла, выделенного из фосфатидов	Содержание основных компонентов, %		
	кр. ед.	син. ед.		фосфатидов	масла	влаги и летучих веществ
Без ЭМО (контроль)	26,2	4,1	18,2	53,8	47,3	0,95
с ЭМО мисцеллы при V=0,4 Тл	24,5	3,9	16,8	55,9	45,8	0,84
с ЭМО мисцеллы при V=0,6 Тл	22,1	2,6	16,4	58,7	42,4	0,77
с ЭМО мисцеллы при V=0,8 Тл	22,0	2,5	16,2	58,8	42,0	0,74

Это можно объяснить тем, что в процессе ЭМО хлопковой мисцеллы изменяются свойства поляризуемых фосфолипидов, улучшается их коагуляция и разделение из гидратационного осадка.

Следовательно, результаты гидратации хлопкового масла позволяют сделать вывод о том, что предварительная обработка мисцеллы в электромагнитном поле способствует повышению выхода фосфолипидов и улучшению качества масла.

Оценка влияния гидратации хлопкового масла в мисцелле на последующую её рафинацию с использованием электромагнитного воздействия. Известно, что в составе хлопковой мисцеллы содержатся такие вещества, полярность которых сильно изменяется при их электромагнитной обработке.

Таблица 3

Физико-химические показатели гидратированных хлопковых мисцелл и фосфолипидных осадков при их электромагнитной обработке

Наименование вещества	Физико-химические показатели		
	Цветность в кр./синих ед. при 35 желтых	Кислотное число, мг КОН/г	Содержание фосфолипидов, %
Исходная ХМ с концентрацией 40 %	45/7	4,76	2,1
Гидратация дистиллированной водой в количестве 4 % от массы масла без ЭМО (контроль)			
Гидратированная ХМ	37/5	3,52	1,2
Гидратированный осадок фосфолипидов	31/5	4,14	-
Гидратация дистиллированной водой в количестве 4 % от массы масла при H = 1000 эрстед			
Гидратированная ХМ	32/4	2,95	0,9
Гидратированный осадок фосфолипидов	29/3	4,05	-
Гидратация дистиллированной водой в количестве 4 % от массы масла при H = 1250 эрстед			
Гидратированная ХМ	29/3	2,87	0,7
Гидратированный осадок фосфолипидов	27/2	3,94	-
Гидратация дистиллированной водой в количестве 4 % от массы масла при H = 1500 эрстед			
Гидратированная ХМ	27/2	2,81	0,7
Гидратированный осадок фосфолипидов	26/1	3,85	-

К числу таких веществ относятся фосфолипиды хлопковых масел и её мисцеллы. По полученным данным электромагнитная обработка изменяет

полярность, поверхностное натяжение и другие физико-химические показатели хлопковой мисцеллы, которые лимитируют процессы коагуляции и укрупнения хлопьев фосфолипидов, выделяемых при гидратации масла.

В табл. 3 представлены результаты физико-химического анализа гидратированной хлопковой мисцеллы и фосфолипидного осадка.

Анализ данных в табл. 3 показывает, что с использованием процесса гидратации хлопковой мисцеллы её цветность снижается от 45 кр. ед. до 27-37 кр. ед. при 35 желтых (в зависимости от напряженности (Н) электромагнитного воздействия). При этом, кислотное число хлопковой мисцеллы снижается от 4,76 до 2,81-3,52 мг КОН/г. В процессе гидратации с использованием электромагнитной обработки содержание фосфолипидов в хлопковой мисцелле снижается до 0,7 %, что соответствует 33 % от исходного их содержания.

Далее, гидратированные хлопковые мисцеллы подвергли щелочной рафинации с использованием электромагнитной обработки. (табл. 4)

Таблица 4

Физико-химические показатели рафинированных хлопковых мисцелл и соапстоков при их электромагнитной обработке

Наименование вещества	Физико-химические показатели			
	Цветность в кр./синих ед. при 35 желтых	Кислотное число, мг КОН/г	Содержание мыла, %	Выход, %
Рафинация хлопковой мисцеллы раствором NaOH с концентрацией 200 г/л и избытком в 200 % без электромагнитной обработки (контроль)				
Рафинированная ХМ	20/1	0,41	0,06	84,5
Соапсток	светло - коричневый	-	-	15,5
Рафинация хлопковой мисцеллы раствором NaOH с концентрацией 200 г/л и избытком в 200 % при Н = 1000 эрстед				
Рафинированная ХМ	18/0	0,38	0,05	85,1
Соапсток	темный коричневый	-	-	14,9
Рафинация хлопковой мисцеллы раствором NaOH с концентрацией 200 г/л и избытком в 200 % при Н = 1250 эрстед				
Рафинированная ХМ	16/0	0,35	0,04	85,7
Соапсток	темный коричневый	-	-	14,3
Рафинация хлопковой мисцеллы раствором NaOH с концентрацией 200 г/л и избытком в 200 % при Н = 1500 эрстед				
Рафинированная ХМ	15/0	0,33	0,04	85,9
Соапсток	темный коричневый	-	-	14,1

Из табл. 4 видно, что щелочная рафинация гидратированных хлопковых мисцелл с использованием электромагнитного воздействия при 1000-1500 эрстед позволяет получать более высокие выходы целевого продукта. При этом, наблюдается более низкий цвет и кислотное число рафинированного хлопкового масла в мисцелле. Это можно объяснить тем, что при электромагнитной обработке изменяется полярность красящих веществ, госсипола, хлорофилла и их производных, что положительно сказывается на процесс их ассоциации, коагуляции и разделения соапстока.

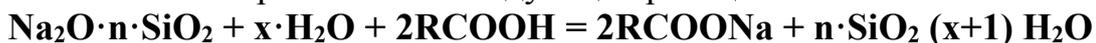
Укрупнение хлопьев соапстока ускоряет процесс их оседания и разделения от рафинированной хлопковой мисцеллы.

Подбор эффективного щелочного реагента для рафинации хлопкового масла в мисцелле. Традиционный способ рафинации хлопковой мисцеллы с использованием каустической соды (NaOH) сопряжен со значительными потерями ценного масла, обусловленными омылением триглицеридов и образованием кислых мыл, растворимых в последнем. Для удаления последних масло подвергают многократной промывке горячей водой и сушат по вакууму, где потери доходят до 0,4 % от массы масла.

Эти недостатки диктуют важность поиска более селективного щелочного реагента для рафинации хлопковой мисцеллы. В этом аспекте заслуживает внимания силикат натрия ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n \text{SiO}_2$), который дал положительные результаты при рафинации светлых (подсолнечного, косточковых и т.п.) масел.

Главным преимуществом раствора силиката натрия является его избирательное взаимодействие со свободными жирными кислотами, без омыления триглицеридов и практическое отсутствие растворенного в масле кислых мыл, что сокращает последующие процессы многократной промывки и сушки масла.

Химическое взаимодействие между силикатом натрия и свободными жирными кислотами протекает по следующей реакции:



где – силикатный модуль (в нашем случае $n = 2,4$).

Отличительной особенностью данной реакции от традиционного гидроксида натрия является то, что в ней образуются поликремниевые кислоты, которые проявляет адсорбционные свойства при осветлениях рафинированного масла.

Учитывая это, нами проведены опыты по рафинации хлопковой мисцеллы с использованием традиционной каустической соды (NaOH) с концентрацией 200 г/л и предлагаемого раствора силиката натрия ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n \cdot \text{SiO}_2$) с концентрацией 160 г/л при 20 °С. Интенсивность перемешивания хлопковых мисцелл поддерживались при 3 об/с. (рис. 5)

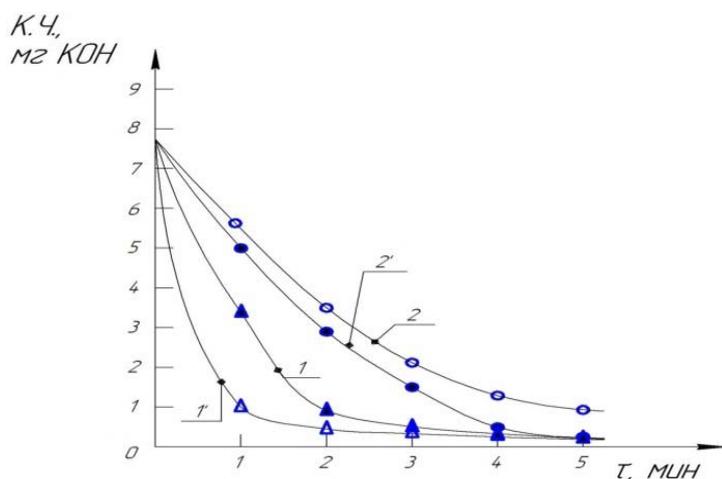


Рис. 5. Кинетика процесса рафинации хлопковой мисцеллы с использованием раствора каустической соды (кривая 1) и силиката натрия (кривая 2), а также электромагнитной обработки мисцеллы (кривая 1' и 2')

Из рис. 5 видно, что рафинация хлопковой мисцеллы более интенсивно протекает при использовании раствора каустической соды (NaOH), чем при

использовании силиката натрия. Применение электромагнитной обработки хлопковой мисцеллы интенсифицирует скорость его рафинации до величины, превышающей обработку каустической содой.

Выявлено, что при рафинации хлопковой мисцеллы раствором силиката натрия содержание фосфатидов в рафинатах практически сохраняется, т.е. не наблюдается значительное омыление фосфатидов, что очень важно при получении масла для пищевого назначения. С увеличением кратности рафинации содержание свободной щелочи увеличивается, что требует более точной дозировки раствора силиката натрия.

Комбинированный способ рафинации хлопкового масла в мисцелле. Учитывая, преимущества использования раствора силиката натрия и электромагнитного воздействия на процесс рафинации хлопкового масла в мисцелле нами исследовано их комбинированное применение.

Совместное использование продиктовано и тем, что силикат натрия по активности уступает гидроксиду натрия. Это требует дополнительного применения способов, повышающих интенсивность рассматриваемого процесса. Подбор наилучших условий комбинированного способа рафинации хлопкового масла в мисцелле является основной задачей данной работы.

Данные по изучению влияния температуры рафинации хлопковой мисцеллы на некоторые показатели получаемого масла представлены в табл. 5.

Таблица 5

Влияние температуры и способа рафинации хлопковой мисцеллы на кислотное число, цветность и выход получаемого масла

Температура, °С	Традиционный способ			Комбинированный способ		
	Кислотное число, мг КОН	Цветность, в кр. ед. при 35 жел.	Выход, %	Кислотное число, мг КОН	Цветность, в кр. ед. при 35 жел.	Выход, %
Рафинация с использованием NaOH (контроль)						
40	0,21	18,5	87,3	0,19	17,1	88,4
50	0,18	18,0	87,2	0,17	16,3	88,2
Рафинация с использованием Na₂O·n SiO₂						
40	0,25	20,8	89,5	0,18	14,8	90,9
50	0,22	19,6	89,3	0,16	14,3	90,7

Анализируя данные этой таблицы, полученные при рафинации хлопковой мисцеллы комбинированным способом, следует отметить, что указанные показатели значительно улучшаются как при использовании NaOH, так и силиката натрия. Полученные результаты свидетельствуют о том, что комбинированный способ рафинации хлопковой мисцеллы с использованием силиката натрия и электромагнитной обработки смеси мисцеллы с щелочным реагентом позволяет получить конечный продукт с более высоким качеством и повышенным выходом.

Четвёртая глава диссертации «**Разработка высокоинтенсивных технологий гидратации и щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле**» посвящена интенсификации технологии получения гидратированного и рафинированного хлопкового масла в мисцелле.

Разработка технологии гидратации хлопкового масла в мисцелле с использованием электромагнитного воздействия. С учетом результатов лабораторных исследований нами разработана технологическая схема гидратации хлопкового масла в мисцелле с использованием ЭМО, которая представлена на рис. 6.

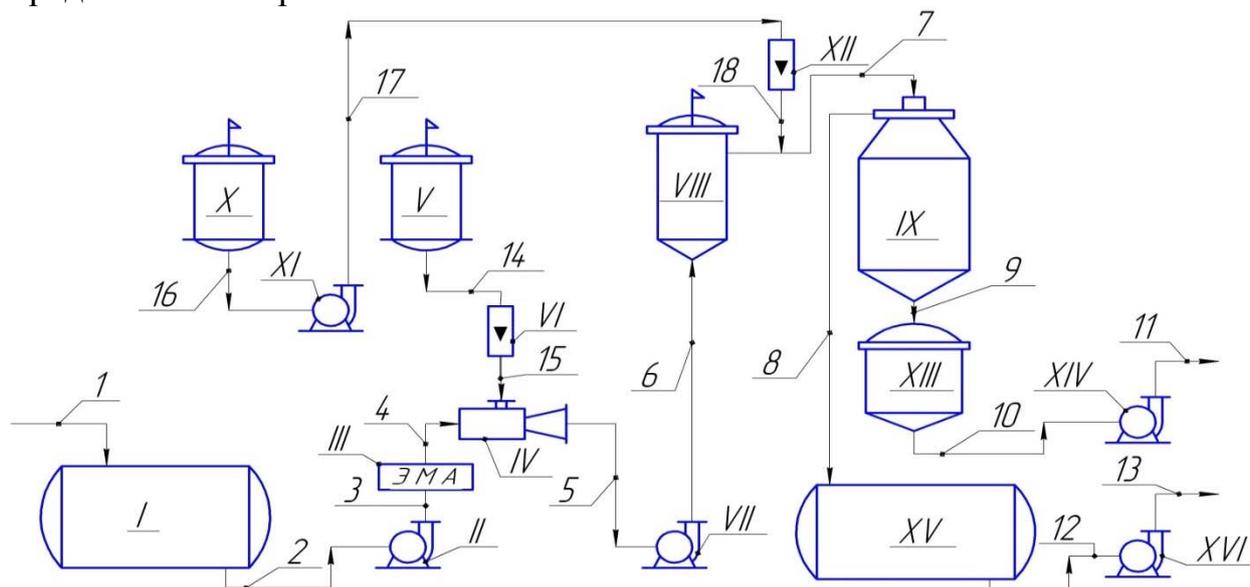


Рис. 6 Технологическая схема гидратации хлопкового масла в мисцелле с использованием ЭМО

Данная технологическая схема функционирует следующим образом: негидратированная хлопковая мисцелла поступает цистерну I и далее, по линии 2 насосом II и линии 3 подается в электромагнитный активатор (ЭМА). Из ЭМА (III) активированная мисцелла по линии 4 подается в эжекционный смеситель – турбулизатор IV, где смешивается с водой или раствором мыла, поступающей из ёмкости V, по линии 14 через расходомер VI и линии 15 в смеситель – турбулизатор IV. Из смесителя – турбулизатора IV по линии 5 с помощью насоса VII смесь подается по линии 6 в коагулятор VIII и далее по линии 7 поступает в отстойник IX. Из сборника X по линии 16 с помощью насоса XI по линии 17 через расходомер XII и по линии 18 подается 10 % раствор поваренной соли для лучшего отделения фосфолипидного осадка. Гидратированная хлопковая мисцелла собирается в цистерне XV и далее, по линии 12 с помощью насоса XVI и линии 13 направляется на щелочную рафинацию. Из отстойника IX по линии 9 фосфолипидная эмульсия поступает в сборник фосфолипидов XIII и далее, по линии 10 с помощью насоса XIV и линии 11 направляется на удаление растворителя.

Опытно-производственные и лабораторные исследования процесса гидратации хлопкового масла в мисцелле с использованием ЭМВ позволили нам выбрать наиболее приемлемые технологические режимы, значения которых представлены в табл. 6.

С помощью данной установки и предлагаемых нами режимов интенсифицирован процесс гидратации хлопкового масла в мисцелле. Испытания показали эффективность использования электромагнитного

направляется в электромагнитный активатор III. Из активатора омагниченная хлопковая мисцелла по линии 4 подается в реактор – турбулизатор IV, куда также из сборника VII по линии 6 с помощью расходомера VIII и по линии 7 подаётся раствор силиката натрия. Полученная смесь по линии 5 с помощью насоса V и по линии 8 направляется в коагулятор VI, откуда по линии 9 поступает в отстойник IX. Из отстойника IX нейтрализованная хлопковая мисцелла по линии 15 подаётся в цистерну XIV, откуда по линии 16 насосом XV и линии 17 направляется на дистилляцию. Из отстойника IX хлопковый соапсток по линии 12 направляется в сборник XII и далее, по линии 13 с помощью насоса XIII и линии 14 направляется на отгонку растворителя.

Данная технологическая схема щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле с использованием ЭМО может быть использована со схемой гидратации (и без неё).

Нами на основе опытно-производственных и лабораторных исследований выбраны номинальные технологические режимы рафинации хлопкового масла в мисцелле с использованием ЭМО и силиката натрия совместно, значения, которых представлены в табл. 7.

Таблица 7

Предлагаемые технологические режимы рафинации хлопкового масла в мисцелле с использованием ЭМВ и силиката натрия совместно

Наименование технологического параметра	Ед. изм.	Номинальное значение
Концентрация хлопковой мисцеллы	%	40-50
Температура хлопковой мисцеллы	°С	22-24
Концентрация водного раствора силиката натрия	г/л	150-250
Избыток щелочи от теоритического расхода	%	75-100
Температура водного раствора силиката натрия	°С	24-26
Кислотное число хлопкового масла в мисцелле	мг КОН/г	7-14
Расход щелочного раствора	л/ч	150
Расход греющего пара во втором предварительном дистилляторе	кг/ч	200-350
Расход греющего пара в окончательном дистилляторе	кг/ч	600-850
Расход острого пара в окончательном дистилляторе	кг/ч	150-350

Используя данные технологические режимы и ЭМО можно интенсифицировать процесс рафинации хлопкового масла в мисцелле с использованием силиката натрия.

Оптимизация технологических режимов гидратации и щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле с использованием электромагнитного воздействия. Наиболее эффективным методом определения оптимальных технологических режимов гидратации и щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле считается планирование эксперимента, в частности дробным факторным экспериментом (ДФЭ).

По результатам обработки данных получены следующие уравнения регрессии для процесса гидратации хлопкового масла в мисцелле с использованием электромагнитного воздействия:

$$V_1 = 0,55 - 0,14 Z_1 - 0,025 Z_2 - 0,0115 Z_3 - 0,03 Z_4 - 0,09 Z_1 Z_2 (Z_3 Z_4) + 0,025 Z_1 Z_3 (Z_2 Z_4) \dots \quad (7)$$

Для процесса щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле с использованием электромагнитного воздействия:

$$V_2 = 0,44 - 0,04 Z_6 - 0,09 Z_7 - 0,025 Z_8 - 0,035 Z_5 Z_6 (Z_7 Z_8) \dots \quad (8)$$

Как видно из уравнений V_1 наиболее значимыми переменными факторами процесса гидратации хлопкового масла в мисцелле с использованием электромагнитного воздействия является: расход гидратируемой воды (Z_1), температура процесса (Z_3), парное взаимодействие расхода гидратируемой воды и содержание фосфолипидов в исходном хлопковом масле ($Z_1 Z_2$), и другие. Незначимым переменным фактором оказалось парное взаимодействие содержания фосфолипидов в исходном хлопковом масле и температуры процесса ($Z_2 Z_3$).

В уравнения V_2 наиболее значимыми переменными факторами процесса щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле с использованием электромагнитного воздействия являются: избыток щелочи (Z_7), концентрация щелочного реагента (Z_6), парное взаимодействие кислотного числа масла и концентрации щелочного реагента ($Z_5 Z_6$) и индуктивность электромагнитной обработки хлопкового масла в мисцелле (Z_8). Незначимыми переменными факторами оказались: кислотное число исходного масла (Z_5), парное взаимодействие кислотного числа масла с избытком щелочного реагента ($Z_5 Z_7$) и концентрацией щелочного реагента с его избытком ($Z_6 Z_7$).

Таким образом, проводя планирование эксперимента при изучении процессов гидратации и щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле с использованием электромагнитного воздействия нами выявлены следующие оптимальные режимы: - для процесса гидратации: $Z_1=4,0\%$; $Z_2=2,0\%$; $Z_3=70^\circ\text{C}$; $Z_4=0,8$ Тл. - для процесса щелочной рафинации: $Z_5=4,5\text{мгКОН/г}$; $Z_6=200\text{г/л}$; $Z_7=150\%$; $Z_8=0,9$ Тл.

Результаты опытно-промышленного испытания разработанных технологий гидратации и щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле с использованием ЭМО.

В табл. 8 представлены результаты анализов гидратированных хлопковых масел в мисцелле с использованием ЭМО и без него (контроль).

Таблица 8

Физико-химические показатели хлопковых масел, гидратированных в мисцелле с использованием ЭМО и без него (контроль)

Наименование показателя	Ед. изм.	Исходное ХМ	Гидратированное ХМ	
			с использованием ЭМО	без него (контроль)
Кислотное число	мг КОН/г	2,54	1,75	2,04
Цветность в 1 см слое при 35 желтых	кр. ед.	17	11,5	13,7
Содержание:				
- влаги	%	0,21	0,18	0,16
- фосфолипидов	%	1,75	0,21	0,49
- неомыляемых веществ	%	1,04	0,80	0,95
- госсипола	%	0,45	0,30	0,33

Из табл. 8 видно, что проведение процесса гидратации хлопкового масла в мисцелле с использованием ЭМО позволяет более глубоко извлекать фосфолипиды из исходного масла.

Качественные показатели хлопковых масел, полученных рафинацией гидратированных (или негидратированных) мисцелл с использованием ЭМО и без него (контроль) представлены в табл. 9.

Из табл. 9 видно, что предварительная гидратация хлопковой мисцеллы улучшает качество рафинированного масла и повышает его выход. Причем, эффект гидратации хлопковой мисцеллы повышается со снижением качества исходного масла.

Таблица 9

Основные физико-химические показатели рафинированных хлопковых масел в мисцелле с использованием ЭМО и без него (контроль)

Наименование показателя	Ед. изм.	Рафинированное ХМ, полученное		
		без гидратации (контроль)	после гидратации	
			с использованием ЭМО	без ЭМО
Кислотное число	мг КОН/г	0,24	0,13	0,17
Цветность в 1 см слое при 35 желтых	кр. ед.	11	8	10
	син. ед.	0,7	0,2	0,4
Содержание:				
- влаги	%	0,10	0,15	0,13
- фосфора	%	0,0018	0,0007	0,0011
- неомыляемых веществ	%	0,99	0,80	0,82
- выход	%	85,4	90,8	88,2

Расчет экономической эффективности от внедрения разработанных технологий гидратации и щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле с использованием ЭМО. Расчет экономической эффективности разработанных технологий выполнялся согласно утвержденной методики. Установлено, что от реализации обеих разработанных технологий гидратации и щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле с использованием силиката натрия и ЭМО экономический эффект составил более 114 млн. сум в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Исследование технологической линии рафинации хлопкового масла в мисцелле показало, что осуществляются недостаточно совершенные процессы, низкая стабильность которых снижает целостность функционирования всей системы, ухудшает качество выпускаемого масла и увеличивает безвозвратные потери основных и вспомогательных сырьевых ресурсов.

2. Выявлено, что одним из перспективных способов интенсификации гидратации и щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле является применение электромагнитного воздействия, которое повышает полярности сопутствующих триацилглицеридам веществ, их дипольные моменты и другие физические показатели, лимитирующие кинетику рассматриваемых процессов.

3. ИК-анализом, сопутствующих триацилглицеринам хлопкового масла веществ выявлены их степени ассоциации в мисцелле, которые обуславливают интенсивность процессов их переработки.

4. Предложен способ разрушения простых и сложных ассоциатов сопутствующих триацилглицеринам хлопкового масла веществ путем их электромагнитной обработки (ЭМО) в мисцелле при индуктивности 0,6-0,9 Тл в течении 10-15 минут (в зависимости от состава масла).

5. С целью снижения потерь ценного хлопкового масла в процессе ее щелочной нейтрализации предложено заменить традиционную высокоактивную каустическую соду на силикат натрия, который практически не омыляет нейтральные жиры и позволяет повысить выход получаемого масла на 2-3% (в зависимости от кислотного числа исходного масла).

6. Разработана технология гидратации хлопкового масла в мисцелле с использованием электромагнитной обработки (ЭМО) при индуктивности 0,5-0,6 Тл в течении 10-15 минут, которая повышает гидратируемость фосфолипидов в 1,1-1,3 раза за счет повышения их полярности.

7. Выявлено, что при рафинации хлопкового масла в мисцелле с использованием силиката натрия и электромагнитного воздействия образуется поликремневая гель, которая на ряду с мылами, красящими пигментами, нежировыми веществами переходить в состав выделяемого соапстока, и придает ему высокую плотность.

8. Разработан комбинированный способ рафинации хлопкового масла в мисцелле, включающий совместное использование водного раствора силиката натрия и электромагнитное обработки при индуктивности 0,7-0,9 Тл. (в зависимости от состава рафинируемой хлопковой мисцеллы).

9. Оптимизированы технологические режимы процессов гидратации и щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле с использованием водного раствора силиката натрия и электромагнитного воздействия, где выявлены следующие оптимальные значения: для процесса гидратации: $Z_1=4,0\%$; $Z_2=2,0\%$; $Z_3=70\text{ }^\circ\text{C}$; $Z_4=0,8\text{ Тл}$; для процесса щелочной рафинации: $Z_5=4,5\text{ мгКОН/г}$; $Z_6=200\text{ г/л}$; $Z_7=150\%$; $Z_8=0,9\text{ Тл}$.

10. Экономической эффект от внедрения разработанных технологий гидратации и щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле с использованием силиката натрия и электромагнитного воздействия в АО «Урганч ёғ-мой» и «Кўқон ёғ-мой» составил 114,5 млн. сум в год.

11. Применение полученных научных результатов в масложировой промышленности дает возможность интенсифицировать процессы гидратации и щелочной рафинации хлопкового масла в мисцелле, сократить потери ценного нейтрального жира в соапстоке и организовать новое производство госсиполсодержащих фосфолипидов для технических целей.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON SCIENTIFIC DEGREE AWARD
A DOCTOR OF SCIENCES 14.07.2016.T.08.01 AT TASHKENT
INSTITUTE OF CHEMICAL-TECHNOLOGY**

TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

ABDURAKHIMOV AKHROR ANVAROVICH

**SCIENTIFIC AND TECHNICAL FUNDAMENTALS ADVANCEMENT OF
ELECTROPHYSICAL INTENSIFICATION OF COTTON MICELLA
REFINEMENT PROCESS**

**02.00.17 –«Technology and biotechnology of processing, storage and
reprocessing of agricultural and food products»
(technical sciences)**

ABSTRACT OF DOCTORAL DISSERTATION

Tashkent city–2016

The theme of doctoral dissertation was registered by 18.11.2015/B2015.3-4.T555 in Higher attestation commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan.

Doctor dissertation was carried out at the Tashkent chemical-technological Institute.

Abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian, and English) is placed on the web page to address www.tkti.uz and Information-educational portal of «ZiyoNet» to address www.ziyounet.uz.

Scientific consultant:

Kadirov Yuldashxon

doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Kurbanov Jamshid Majidov

doctor of technical sciences, professor

Mahsumov Abduhamid Gafurovich

doctor of chemical sciences, professor

Isabaev Ismail Babajanovich

doctor of technical sciences

Leading organization:

JSC «Tashkent yog-moy kombinati»

Defense will take place on _____ 2016 at ____ o'clock at the meeting of scientific council 14.07.2016.T.08.01 under the Tashkent Chemical-technological Institute. Address: 100011, Tashkent, Shayhontoxur district, 32, A.Navoi street, tel.: (99871) 244-79-20, Fax: (99871) 244-79-17, e-mail: tkti_info@edu.uz).

Doctoral dissertation can be reviewed at the Information-resource centre of the Tashkent chemical-technological Institute (registration number _).

(Address: 100011, Tashkent, 32, A.Navoi.tel.: (99871) 244-79-40).

Abstract sent out on ___ of _____ 2016 year
(Mailing report № ___ on _____ 2016 year).

S.M.Turobjanov

Chairman of scientific council on awarding of scientific degree of doctor of sciences, d.t.s., professor

A.S.Ibodullaev

Scientific secretary of scientific council on award of scientific degree of doctor of science, d.t.s, professor

K.O.Dodaev

Chairman of scientific seminar at scientific council on awarding of scientific degree of doctor of sciences, d.t.s., professor

Introduction (annotation of doctoral dissertation)

Actuality and relevance of the subject of dissertation. The production and processing cotton oil in the world is paid special attention, while the present production of vegetable (palm, soybean, sunflower, cotton, rapeseed, etc.) oils is more than 35 million tons per year. The cotton oil different from other type oils contents contains more saturated fatty acids ($C_{16:0}+C_{18:0}$) and the specific components of gossypol and its derivatives, used in the pharmaceutical industry to produce novel types of drugs.¹

Since Republic has been independence it is implemented that wide-ranging arrangement in which is reached particular results: oil and fat enterprises are re-equipped, the types are expanded, the quality of oils obtained is increased based on local vegetable oil, when the purification the effective alkaline reagents are used, as these oils are used widely in pharmaceutical industry.

On a world scale to improvement quality of cotton oil and its effective application it is necessary considered that carrying out purposeful scientific research, in particular paid special attention the following: development of effective ways for phospholipid recovery having surface active properties from cotton oil by hydration, development of optimal condition to recovery gossypol, as well as chlorophyll and their derivatives of cotton oil, use of effective alkaline reagent and electro-physical methods with intensification of hydration and alkaline neutralization of cotton oil, development of continuous hydration and alkaline neutralization technology of cotton oil in micella; creation of on-time washing cotton oil instead of 3-4 multiple according to environmental conditions.

This dissertation research serves in certain extent the tasks provided for in the Decree of the President of Uzbekistan No PP-1633, dated October 31, 2011 «On measures to further improvement of the management organization and development of the food industry of the republic in 2012-2015», No PP-1442 dated 15, December 2010 «On the priorities of industry development of the Republic of Uzbekistan in 2011-2015», No UP-4707 on March 4, 2015 «On measures for structural reforms, modernization and diversification of production in 2015-2019», as well as in other normative and legal documents adopted in this area.

Compliance of the research with priority areas of science and technology development of the Republic. The dissertation was performed in accordance with the priority areas of science and technology of the Republic VII «Chemical and Nanotechnologies».

Review of international scientific research on the dissertation theme.² Scientific researches directed for improving the scientific and technological bases on intensification of complex refining processes of vegetable oils in the micella implemented in leading scientific centers and higher educational institutions of the world, including PORIM (Malaysia), VNIIF (Russia), Slavic Technical University

¹Kanesh K.Radja Fat in food Industry /Kiev, Profession, 2016. 646p.

² Review on theme of dissertation was developed according to foreign <https://en.wikipedia.org>; www.vniifats.ru www.nsche.org; www.gsj.jp; www.reaserchgate.net; www.iwu.edu; <https://www.inu.edu.pr>; www.tkti.uz; www.bmti.uz; www.qarmi.uz and other scientific sources.

(Czech Republic), Jiangnan University, Henan University of Technology, Wuhan Polytechnic University, South China University of Technology (China), Cornell University, Iowa State University, Georgia State University (USA), Moscow State University of food production (Russia), Riga Technical University (Republic of Latvia), Slovakian technical University (Slovakia), Aarhus University (Denmark), Tashkent Chemical-technological Institute, Bukhara Engineering-technological Institute (Uzbekistan).

As a result of the research in the world has been made a number of significant scientific results, including: refining technology of light (sunflower and soybean) oil has been developed using electromagnetic methods (Kuban State Technological University, Russia); the possibilities of substantial reduction of fat content in the soap stock during the neutralization of sunflower oil (All-Russian scientific-research institute of fat, Russia); there has been improved the technology of palm oil with white color based on removal carotene substances from palm oil subsequent conducting alkaline refinement (Palm Oil Research Intitute, Malaysia); the processing indicators of increase of resulting oil yield has been created, there have been decreased the content the surfactant due to alkaline neutralization of phospholipids containing in the soybean oil during the alkaline neutralization (China University of Technology, China).

There are performed the number of studies on improvement technology of hydration and refining cotton oil in the world. Some researchers are carried out along with priority directions, including high-intensive processing, directed on changing physicochemical properties of vegetable oils by electromagnetic interference; effectiveness increase of processing by using novel alkaline; development of optimal of hydration and alkaline condition of refining vegetable oils.

The level of knowledge of the problem. Some scientific-researches were conducted by B.N.Tutunnikov, A.M.Goldovskiy, N.I.Kozin, V.A.Maslikov, P.V.Naumenko, A.G.Sergeev, V.M.Klyuchkin, A.A.Shmidt, N.K.Nadirov, A.P.Nechaev, N.S.Arutyunyan, V.M.Kopeykovskiy, V.G.Sherbakov, I.V.Gavrilenko, V.V.Beloborodov, E.P.Kornen, A.N.Litsisin, G.V.Zarembo-Ratseevich, N.L.Melamud, R.L.Perkel, E.P.Konstantinov, E.P.Koshev, D.V.Sokolovskiy, K.A.Jumanov, A.L.Jubanov, A.L.Markman, P.A.Artomonov, A.I. Glushenkova, A.U. Umarov, S.D.Gusakov, Yu.K.Kadirov, R.M.Mirzakarimov, A.H.Ataullaev, M.A.Rahimjanov, A.T. Ilyasov, S.A.Abdurahimov, K.H. Majidov, J.M.Kurbanov, I.B. Isabaev on processing vegetable oil and production based on food.

As a result conduced scientific-researches there were created the technology of more 10 types of vegetable oil and processing food oil, including industrial production of phosphotide concentrate was developed from sunflower and soybean seed, which recommend for use in various food industries (confectioner and bread baking manufactures). The technology of refining sunflower oil based on electromagnetic interference of hydration process was improved by N.S.Arutyunyan and E.P.Kornen. The result time spent on production of phosphotide concentrate cancelled in 3-4 time. A.A.Shmidt, V.P.Paronyan and

A.I.Askinazi were used the thermal activated kaolin that reached to rise bleaching degree of cotton oil. R.M.Mirzakarimov, A.T.Ilyasov and K.P.Serkaev were recommend using urea solution in the process of alkaline refining cotton oil, with violent decrease of gossypol content was reached in the composition of final oil.

Hydration and refining neutralization of cotton oil is difficult processes and they cover the following: recovering biological active phospholipids with using water, which contain in oil; neutralization and recovery of free fat acids, gossypol, chlorophyll and their derivatives containing in cotton oil by effective alkaline reagent. According to relation of above mentioned in the present technology, development of hydration and alkaline neutralization processes of cotton oil in micella is quite topical and has scientific-practical value.

Relation of dissertation theme with reaserch work at higher educational institution, where the dissertation is being done. The thesis research was carried out in the framework of the plan of scientific research of applied and innovation projects of the Tashkent Chemical- technology Institute in according to ITD-5-065 «Development of resource-saving, environmentally friendly technologies for the production of chemical and food products» (2005-2007), I-2012-7 «Implementation of high-protein content technology of cotton flour and husk improved feed quality» (2012-2013), ITD-9-22 «Development of milk substitute from husk of oil raw and rice meal» (2012-2014) and ITD-12-34 «Extraction free technology of processing oil raw with production of food oil» (2012-2014).

The aim of the research is to improve the scientific and technological bases of electrophysical intensification of the hydration and alkaline refining cotton micella process.

The following **research tasks** have been solved in accordance with this objective:

- intensification of the hydration process of cottonseed oil in micella using electromagnetic effects;

- establishment of the features of the composition of cotton oils obtained extraction method during the use electromagnetic interference;

- study the effect of electromagnetic destructuring polarized components of cottonseed oil in micella for its refining;

- assessment of the impact of cottonseed oil hydration in micella on its alkaline refining and quality of the resulting products;

- selection of effective alkaline agent for the refining cottonseed oil in micella;

- development of the combined method of refining cottonseed oil in micella using a sodium silicate solution and electromagnetic effects;

- optimization of combined refining cottonseed oil technology in micella;

- estimation of economic effect from the introduction of developed high-intensive technology of refining cottonseed oil in micella at oil extraction of the production of oil and fat industry.

The objects of the research are crude, hydrated and refined cottonseed oil in micella, phospholipid precipitate and soap stocks obtained after hydration and alkaline neutralization of cotton micella.

The subject of the research is the establishment of laws, and the effect of electromagnetic effects on the intensification of the hydration and alkaline neutralization processes of cottonseed oil in micella using an aqueous solution of sodium silicate.

Research methods. There were used UV, IR and ^1H NMR spectroscopy, differential thermic, mass-chromatography and element analysis during the present dissertation.

The scientific novelty of the thesis is as follows:

it has been revealed that reduction of surfactant, that is phospholipids such as lecithin, cephalin and others, the results separation phospholipids sludge from micella of cotton oil by hydration during the neutralization;

it has been proved that for the intensification of the hydration process of cottonseed oil in micella is advisable to use an electromagnetic effect for induction of 0,5-0,6 Tesla for 10-15 minute;

there have been revealed the advantages replacement the traditional sodium hydroxide solution by an aqueous solution of sodium silicate during the refining process of cottonseed oil in micella using the electromagnetic effect;

there has been revealed the polysilicon gel formed during refining cottonseed oil in micella on sodium silicate, efficiently adsorbs gossypol and its derivatives, which evidenced by a significant decrease of red unit in the resulting oil;

there has been shown the effect of variable electromagnetic forces in the destruction of associations associated to triacylglycerides substances, raw cotton oils, obtained by press and extraction methods;

there have been created the high-intensive technology of hydration and alkaline refining cottonseed oil micella using a sodium silicate solution and electromagnetic interference;

there have been developed the mathematical models and optimal modes of hydration and alkaline refining processes cottonseed oil in micella, which confirmed with pilot testing.

The practical results of the study are as follows:

there has been shown that the use of the process of cottonseed oil hydration in micella using electromagnetic control with induction of 0,5-0,6 Tesla for 10-15 minutes allows to recover maximum hydratable phospholipids from oil and thereby reduces emulsification oil in micella when its refining;

there has been recommend the use of gossypol and its derivates containing in composition of phospholipid sludge for technical purposes (lake-painting and mechanical rubber goods, and so on);

there has been developed the high intensive technology of refining cottonseed oil in micella including the use of an aqueous solution of sodium silicate and electromagnetic interference;

there has been proposed the use water activated in an electromagnetic induction field with 0,5-0,6 Tesla for about 15-20 minutes to maximize removal of residual soap from cottonseed oil and reduce of its wash;

multiplicity of washing neutralized cotton oil has been reduced from 3-4 to one times due to use of activated water under the electromagnetic interference.

The reliability of the obtained results is based on the fact that modern methods such as GLC, TLC, UV, IR and mass spectroscopy were used for the analysis of the initial, hydrated and refined cotton oil in micella. Moreover, the experimental data obtained in the laboratory, confirmed by pilot tests.

Theoretical and practical significance of the research findings.

Theoretical significance of hydration and alkaline neutralization processes findings of cotton oil in micella with effects of electromagnetic forces is determined by development of associations mechanisms of the same type of molecules associated to triacylglycerides substances (free fat acids, gossypol, chlorophyll and their derivatives).

The practical value of the findings lies in the fact that the high intensive technology has been developed for refining cottonseed oil in micella, providing the output increase of refined oil by 2-3%, reducing specific consumption of alkaline reagent by 20-25% and the oils losses in the soap stock and washing water by 20 and 10 %, respectively.

Implementation of the research findings.

There have been tested the technology of hydration and refining neutralization of cotton oil in micella and implemented at JSC «Quqon yog-moy» and «Urganch yog-moy» of the Holding Company «Uzpahtasanoateksport» (a certificate on November 14, 2016 No VD E/1447 by HC «Uzpahtasanoateksport»). Implementation of scientific-researches allows to improve technological line of production of refined cotton oil at enterprises of oil and fat industries, to intensify some times of the processes used in the practice, to produce import-substituting phospholipid surfactant, to reduce available neutral fat in recovered soap stock and energy consumption at sets, as well as increase quality and yield of resulting oil by combined of novel alkaline reagents application and electromagnetic treatment during the oil neutralization process.

Approbation of the work.

The findings were submitted in the form of reports and approved by about 16 international and national scientific conferences, in particular: X International Symposium on the Chemistry of Natural Compounds (Bukhara, 2013); International Scientific Forum «Food innovation and biotechnology» (Kemerovo, 2013); XV-International Conference «Modern Problems of engineering and technology of food production» (Barnaul, 2014); The 78th scientific and technical conference with International participation «Chemical Technology and Engineering» (Minsk, 2014); Republican scientific-technical conference «The role of innovative technologies in the solution of actual problems of manufacture» (Karshi, 2013); Republican scientific-practical conference «Innovative ideas in production and education» (Bukhara, 2014); International scientific-practical Conference «Resource-saving and energy-efficient technologies in the chemical and petrochemical industry» and the III International Conference named after D.I.Mendeleev Russian Chemical Society (Moscow, 2011); Conference «Actual problems of the development of chemical science, technology and education in the Republic of Karakalpakstan» (Nukus, 2011); Republican conference «The important issues of technics and social-economic fields» (Tashkent, 2011);

Regional Central Asian International Conference on Chemical Engineering «CT-12» (Moscow, 2012); International conference «Actual problems of modern techniques and technologies» (Lipetsk, 2012); Republican scientific-practical conference «Reliable chemists» (Tashkent, 2013, 2014, 2015); International scientific-technical conference «Actual problems of innovative technologies in the development of chemical, oil and gas and food industries» (Tashkent, 2016).

The thesis is discussed at a jointed workshop of the department «Technology of food products» faculty of the Tashkent Chemical-Technological Institute (2016). Scientific seminar at the Scientific council of TCHTI was 14.07.2016.T.08.01 (2016).

Publication of findings. According to the thesis subject were published a total of 28 scientific papers. Among them, 13 scientific articles, including 6 in the republican 4 in foreign journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for publication of basic scientific results of doctoral thesis.

The structure and scope of the dissertation. Structure of the thesis consists of an introduction, four chapters, conclusions, bibliography and appendices. The volume of the dissertation is 177 pages.

THE BASIC CONTENTS OF THE DISSERTATION

The introduction substantiates the topicality and relevance of the study of its goal and objectives, characterizes its object and subject, shows correspondence of research by the priority areas of science and technology development of the republic, states the scientific novelty and practical results of the study revealed the scientific and practical significance of the findings, are given information on the implementation in the practice of the research results, the published work and the structure of the dissertation.

The first chapter «Analysis of technologies and approaches of processes intensification of hydration and refining cottonseed oil and micella» of the dissertation is an overview of the issues and trends in the intensification of technology of refined oil in micella. With critically position was conducted that state analysis of hydration and alkaline refining processes cottonseed oil obtained by the extraction way. The data on the composition of various forms of phospholipids recovered during the hydration process of cottonseed oil have been given. There have been revealed the known patterns of the hydration process and alkaline refining of vegetable oils. Analysis of well-known works have shown that the existing processes of hydration and alkaline refining are insufficiently perfect, which leads to a significant loss of oil, phospholipids and other biologically valuable components. Hence, it has been formulated that goal and objectives of the research.

The second chapter «Investigation of the main factors effect on the operation of refining cottonseed oil processing line in micella» of the dissertation formulates methodological principles of systematic research of hydration and alkaline refining cottonseed oil processes in micella and states techniques of analyses of raw materials and the final products.

The methodology of the system analysis and intensification of processes in manufacturing line is refining cottonseed oil in micella. At the present stage of development of oil and fat industry focuses on increasing the yield of vegetable oils and their quality. In this aspect of the technology of extraction cotton oil refining in micella is considered perspective because it is carried out in a continuous flow with MEF.

Currently refining cotton micella technology is used at JSC «Quqon yog-moy» and JSC «Urganch yog-moy», where mainly processed cotton seed of different growth on the technological scheme: «compressing-extraction-refining» cotton «micella-distillation refined micella».

Despite the many years of experience on refining cotton micella quality and yield of oil is low, there is considerable loss of oil in the soap stock, gasoline and other. At the same technological conditions specified in the «Handbook of technology ...» do not always provide the desired results on the yield and quality of refined micella, and ultimately of produced oil.

Technological line refining of cottonseed oil in micella due to a number of separation difficulties of soap stock from the micella, is caused by the relatively low output than the theoretical and the low quality of the final refined oil requires modernization of a number of processes and devices.

The advantage of a systematic approach to the modernization of refining cottonseed oil in micella production line is taken into account the relationship of adjacent processes and devices, as well as their impact on the quality and yield of the resulting product. With this approach, along with the determination of optimum technological modes of processes and devices, revealed «narrow» places in the processing line that need in development.

Modernization of such complex production line requires the development of scientific methodology, its intensification, which defines the goals and objectives of the study at various levels of the hierarchy adopted.

We have been developed such scheme in respect to the modernization of the production line of refining cottonseed oil in micella, which is presented in Fig. 1.

In this scheme of the system analysis at each level of the hierarchy, which consists of four, depending on the purpose of the study determined. For example, the first level of the hierarchy, where the aim is to study the mechanism, stages and effects of processes of refining cotton micella in the objectives of the study included determining the kinetic parameters of processes of refining cotton micella or on the fourth level of the hierarchy, where the goal is the synthesis of a new technological line refining cotton micella in objectives of the study included the choice of optimal technological parameters line of refining cotton micella. In this case, the correlation and the interdependence of these goals occurs both vertically and horizontally a given circuit.

The technology of a refining cotton micella pursued a number of interim objectives, which can be combined in the following diagram (Fig. 2): A_1 is obtain of refined cotton micella; B_1 is separation of soap stock of micella neutralized; C_1 is neutralization cotton micella.

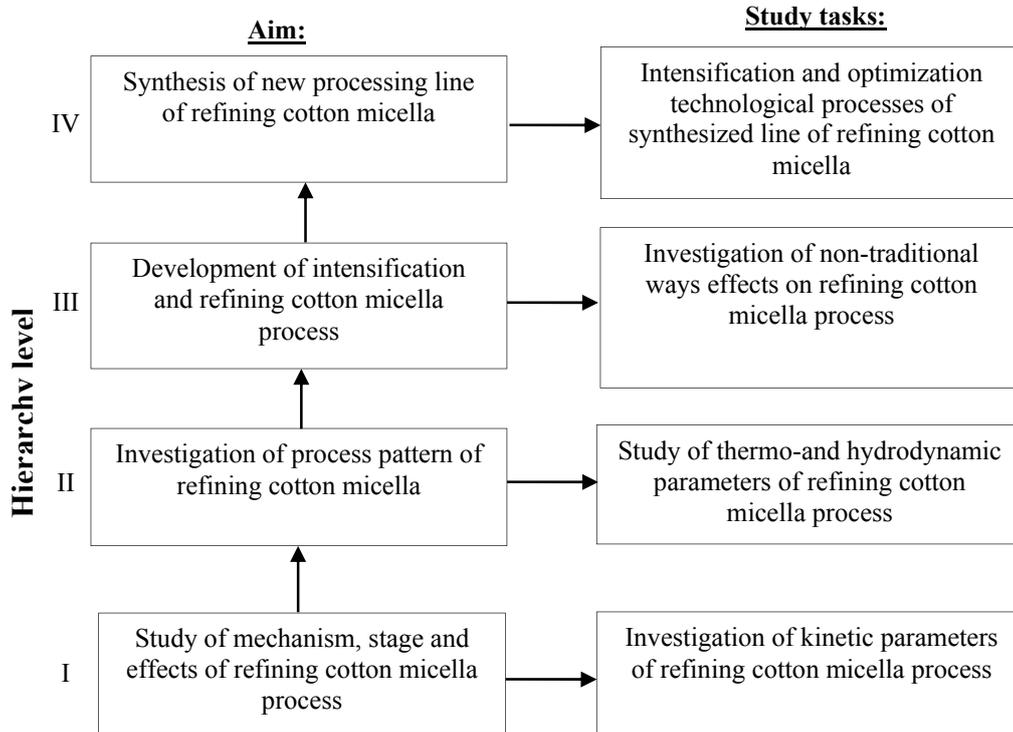


Fig.1. Scheme of systemic study of processing line of refining cottonoil in micella

The achievement of the above intermediate targets can be carried out schematically by repeatedly performance of the following operations:

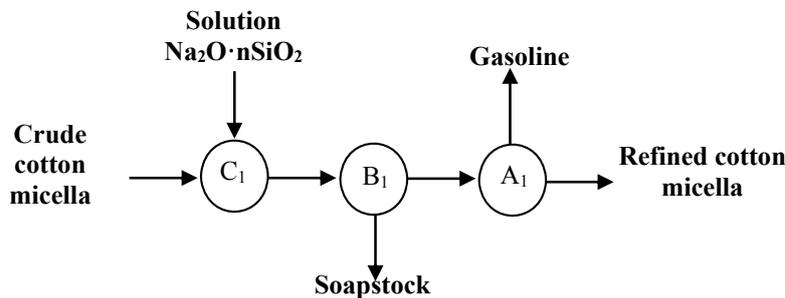


Fig. 2. Рис. 2. Diagram relationship intermediate purposes in processing line of refining cotton micella

Unconditionally the achievement of each goal (A₁, B₁, and C₁) is carried out the implementation of a number of technological operations. This once again confirms the need for a strategy and methodology application of system analysis for the improvement and intensification of the processing line.

Investigation of processes stability of refining cottonseed oil in micella and the integrity are the whole production line. To evaluate the integrity of the technological line refining cotton micella shown in Fig. 2 that we have been developed the following equation:

$$Q_{C_1 B_1 A_1} = \eta_{C_1} + \eta_{B_1 / C_1} + \eta_{A_1 / C_1 B_1} - 2 \quad (1)$$

where η_{C_1} is the factor C₁ subsystem stability; η_{B_1 / C_1} is indicator of B₁ subsystem stability; η_{A_1 / B_1} is indicator of A₁ subsystem stability;

This value $Q_{C_1 B_1 A_1}$ can be varied in a range: $< Q_{C_1 B_1 A_1} < 1,0$. Moreover, the closer value $Q_{C_1 B_1 A_1}$ to unity the higher the integrity of the production line and contrariwise.

We have studied on two oil and fat enterprises (JSC «Quqon yog-moy», JSC «Urganch yog-moy») indicators of stability and integrity of the considered production line of refining micella cotton.

The results are summarized in Table 1.

Table 1

Indicators of stability (η) and integrity (Q) production lines of refining cotton micella at JSC «Quqon-yog-moy» and JSC «Urganch yog-moy»

Enterprise name	Indicators of stability			Integrity ($Q_{C_1 B_1 A_1}$)
	η_{C_1}	η_{B_1/C_1}	$\eta_{A_1/C_1 B_1}$	
JSC «Urganch yog-moy»	0,94	0,71	0,62	0,27
JSC «Quqon yog-moy»	0,96	0,78	0,69	0,43

As it is seen from Table 1 that the subsystems stability of the two plants of A_1 and B_1 are relatively low than C_1 . For example, JSC «Quqon yog-moy» A_1 is equal to 0,69 and B_1 is equal to 0,78 (with $C_1 = 0,96$). At JSC «Urganch yog-moy» A_1 is equal to 0,62 and 0,71 B_1 is equal to (with $C_1 = 0,94$).

As can be seen the indicators of the stability in subsystems A_1 , B_1 and C_1 differed forcefully among themselves, that indicates that there are insufficient perfect processes and devices and in the technological line of the refining cotton micella, which greatly reduce the integrity of the whole process system.

Mathematical modeling of refining cottonseed oil in micella studied us. We have been selected a statistical method for the mathematical description of the object, where the processes are formalized in the form of a «black box».

To receive the mathematical description of these processes we have been used a passive method of statistical modeling. In this case, the experimental data have been accumulated in normal operation under consideration of the technological system without making any disturbances.

These mathematical models found out are considered technological complex are of the form:

$$Y_1 = 87,7455 + 35,1386 X_1 + 1,0482 X_2 + 5,232 X_3 - 5,563 X_4 - 8,583 X_5 - 12,0718 X_6 + 1,8084 X_7 + 2,7138 X_8 - 0,6689 X_9, \dots \quad (2)$$

$$Y_2 = 229,309 - 4,269 X_1 + 4,8028 X_2 + 3,4707 X_3 + 3,6352 X_4 - 1,9935 X_5 - 7,1684 X_6 + 0,4142 X_7 + 3,484 X_8 + 13,8413 X_9, \dots \quad (3)$$

$$Y_3 = 0,3076 + 0,1401 X_1 + 0,01 X_2 + 0,0173 X_3 + 0,1171 X_4 - 0,1233 X_5 - 0,3915 X_6 + 0,2934 X_7 + 0,251 X_8 + 0,0822 X_9, \dots \quad (4)$$

$$Y_4 = 15,2727 + 21,196 X_1 + 2,1837 X_2 + 0,4603 X_3 + 8,9475 X_4 - 10,1617 X_5 - 10,9185 X_6 + 13,2055 X_7 + 8,8086 X_8 + 11,7442 X_9, \dots \quad (5)$$

Therefore, the studied variables X_1 - X_9 have a strong impact on the refining cottonseed oil in micella, where it is necessary to search additional opportunities to optimization of the process starting from the stages and events of education and associates destruction of removal attendant substances. Analysis by computer simulation of refining cottonseed oil in micella showed that in them is formed by all the major quantitative and qualitative indicators derived oil.

The third chapter «Study and intensification of hydration and alkaline refining cottonseed oil processes in micella» of the dissertation presents

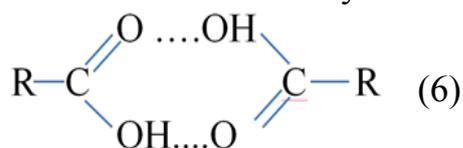
materials on the investigation and intensification of processes of hydration and alkaline refining cottonseed oil in micella.

The role of the associates with the alkalinity refining cottonseed oil in miscella. Theoretically alkaline refining cottonseed oil in micella although it is well-known formula of neutralization, in practice its multicomponent structure interacts with associates of free fatty acid, gossypol, chlorophyll and derivatives thereof, which is not the last part belongs and phospholipids (surfactant) as hydratable and non-hydratable forms.

As it is seen, in this reaction at the same time the existence of attendant substances as triacylglycerides in the individual form, such as dimeric associates and associates of higher orders takes place. Moreover, the formation of associates above noted types of triacylglycerides attendant substances in non-polar solvents (e.g., extraction gasoline) is more intensive than without them because reduced viscosity and density of the medium.

Therefore, cottonseed oil refining processes in micella occur significant degree in presence various associates attendant to triacylglycerides substances. Thus, the most interest is associates formed from gossypol, chlorophyll and derivatives.

The vegetable oils, in particular cotton associates formed due to hydrogen bonds between the carbonyl and the hydroxyl groups of the carboxyl as follows:



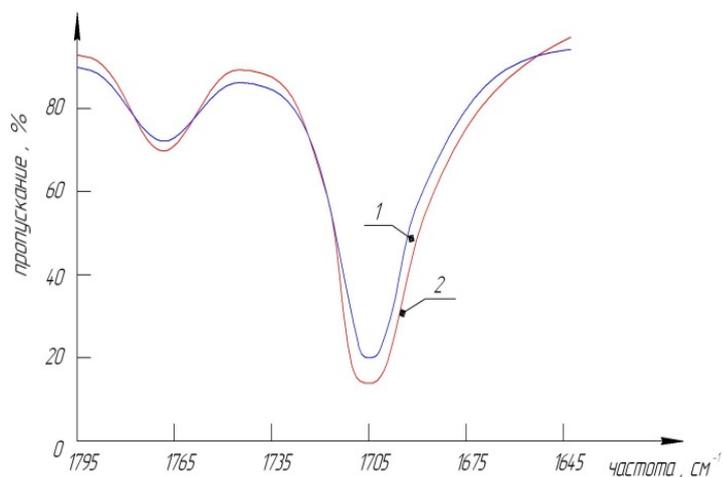
It is known that the complex composition of vegetable oil (or micella), the more difficult the formation (or destruction) of associates, due to their polarity and molecular size.

Analysis of attendant substances to triacylglycerides associations traditionally carried out by IR spectroscopy, which reveals the presence of hydrogen bonds. At the same spectra are taken in the frequency range 1600-1800 cm^{-1} , which reflects changes in the intensity of the absorption bands corresponding to the valent vibrations of associated and non-associated carbonyl ($\text{C}=\text{O}$) groups. Here, the degree of association results displayed in increased bond length of $\text{C}=\text{O}$, which is recorded as reducing the frequency of oscillation of the groups of substances from 1770 cm^{-1} to 1710 cm^{-1} . Vaseline oil was used as control oil in IR analysis that does not have absorption bands in the test area.

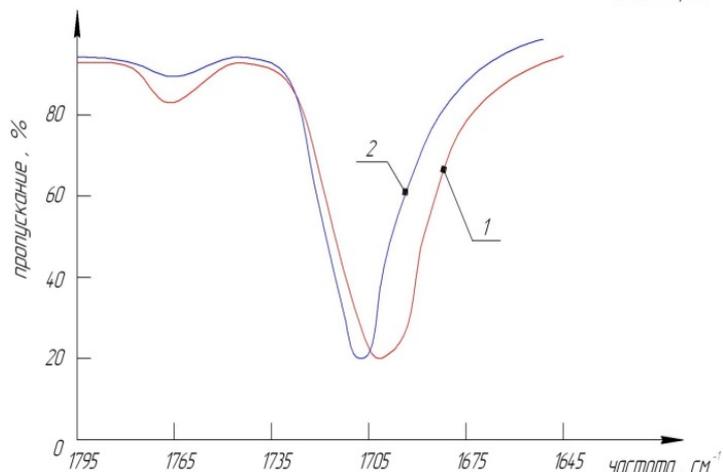
Temperature of association accompanying substances of cotton micella maintained within 45-50 $^{\circ}\text{C}$, which corresponds to the conditions of oil refining.

Fig. 3 and 4 present calculated according to the values of the optical density bands that characterize the associated (D_{α}) and individual (D_i) $\text{C}=\text{O}$ group accompanying substances of cotton micella. Here it is also presented the degree of association of attendant molecules (α) in the micellas, which vary in the redistribution $0,0 < \alpha < 1,0$.

As it is seen from Fig. 3 and 4 that the accompanying substances triacylglycerides in non-polar solvents are preferably in the form of simple and complex associates.



Curve 1-above fat italic 2-gossypol and its derivatives
Fig. 3. Spectra of IR analysis of free fatty acid and gossypol in cotton micella



Curve 1-above fat italic 2-phospholipids.
Fig. 4. Spectra of IR analysis of free fatty acid and phospholipid in cotton micella

As can be seen from Fig. 4 the presence of phospholipids in the micella strongly increases the degree of association of free fatty acids as they participate in the formation of complex associates of a higher order. Conversely, unsaponifiables substances, etc. do not affect practically on the formation of associates.

We have been studied the effect of temperature on the degree of association of attendant substances to triacylglycerides of cotton micella.

It is found that increasing the temperature from 20 to 80 °C reduces the association degree (α). Influence of temperature difference can be explained due to the presence of other accompanying substances of cotton micella (gossypol and derivatives thereof, phospholipids, etc.) which, along with the associates' formation of hydrogen bonds create complex associates with other types of bonds.

It was found that the presence in cotton micella of complex associates of free fatty acids with accompanying triacylglycerides substances is the cause of significantly reducing the rate of neutralization due to steric hindrance of experienced associates as compared to individual molecules.

In this case, at the interface of complex adsorption bed is formed that stabilized soaps, in the formation of triacylglycerols. Moreover, the association occurs on acidic polar groups in associates located at the interface in their total hydrophilic-lipophilic balance it is dominated that hydrophobic properties. Because of the sublimation of neutral fat and conjugate solubility is increased, which refers to the inclusion of triacylglycerols molecules among the hydrophobic parts of the molecules forming soapy micella.

Consequently, destruction of persistent associates also considered an important task for the intensification of the process, the temperature increase does not give the desired level of associates' destruction, and the contrary enhances of saponification of neutral fat that leads to decrease the yield of refined cottonseed oil.

Electrophysical destruction associates of attendant substances to triacylglycerols of cotton micella. Molecules attendant substances to triacylglycerols of cotton micella in the real conditions is in individual form and the form of simple, as well as complex associates. The more complex structure of associates, the harder it is to break, necessitating the use of the electrical methods of influence on the latter.

In recent years, from the electrical methods most widely application in the chemical-technological objects are electromagnetic effects with various methods.

It was revealed that more intensive factor that destroys associates triacylglycerols attendant substances compared to mixing or temperature is electromagnetic interference.

In order of descending the factors studied are located: electromagnetic interference > temperature impact > hydrodynamic effects. In this case, optimum area of associates' destruction observed within the values of electromagnetic induction, equal to 0,5-0,9 Tesla (depending on the composition of the attendant oil substances).

As it is seen, the more complex composition associates the need to act with a higher electromagnetic induction (0,7-0,9 Tesla). A further increase in electromagnetic induction does not lead to a significant change in the degree of destruction of associates.

The mechanisms that suggested previously can not fully explain the descent in the degree of association as attendant substances for such deassociation implies to break hydrogen bonds, energy is significantly more than the energy imparted to the system by means of electromagnetic influences.

It should take into account the effects of resonance phenomena occurring in the electromagnetic effects on cotton micella.

In nature, molecules or their associates commit continuous oscillatory movements, which correspond to certain energy levels. This contributes to the appearance of resonance with the release of energy quanta, which can not only deform, but also destroy hydrogen and other bonds, the energy of which exceeds the energy of impacted forces.

Therefore, we can say that EMI of cotton micella when induction 0,5-0,9 Tesla (depending on the composition of attendant substances) allows to intensify the processes of its processing in 1,3-1,5 times, which contributes significantly to the technical and economic indicators increase of these industries.

There has been investigated the effect of electromagnetic treatment on quality indicators of refined cotton micella. It is known that cottonseed oil contains a lot of attendant to triacylglycerides substances, which give it a color tint. With alkaline refining cottonseed oil in micella focuses on lightening produced oil, that does not always produce the desired results.

The reason for this is the formation of novel types of derivatives of gossypol and chlorophyll in the process moisture thermal treatment, distillation of micella obtained and others.

Recently, for the intensification of some technological processes and improve the quality of the products obtained it is used that unconventional method - electromagnetic treatment, changing the polarity of the oil components of the reagents and others.

In the composition of the refined cotton micella except gossypol and its derivatives contained a number of polar lipids (phospholipids, soaps, etc.).

When the electromagnetic treatment to certain voltage field it is changed that polarity of the above mentioned components, their association and micelle formation, which is considered a positive effect during hydration and alkaline refining cotton micella. In addition, it is reduced that interfacial tension at the interface «oil – soap stock» phase, which increases the yield of refined oil.

Electromagnetic treatment of refining cotton micella positively effects on the non-hydratable phospholipids, changing their molecular structure, weakening and even a partial rupture of hydrogen or coordination bonds, by increasing their polarity.

We have been produced the electromagnetic treatment refined cotton micella with an alkaline solution under the following conditions: magnetic induction (B) ranged from 0,5 to 0,9 Tesla and the treatment time (τ) was 30 sec. in the rotating mode.

This the blending cotton micella with an alkaline solution was carried out at a temperature of 22-24°C, and the exposition and separation of soap stock was at 45-50 °C.

It is found that treatment with electromagnetic (EMI) of a mixture "cotton micella - alkaline solution" in the magnetic induction $B=0,6$ Tesla and a processing time of $\tau=30$ sec. compared with its conventional refining color micella in red is reduced from 4,5 units to 3,3 and blue from 3,2 to 1,4 units. This also the acid number of the oil is reduced from 0,3 to 0,1 mg KOH/g, and soap content from 0,04 to 0,01%. A further increase in the magnetic induction (B) from 0,6 T to 0,9 Tesla relatively changed a bit indicators of refined micella.

As the results of our research have shown that imposition of electromagnetic forces intensified the process of diffusion and mass transfer, i.e., chemical interactions of involved reagents deformed molecules and their associations. All this has intensified positively destructuring polarized components cotton micella and coagulation of the micelles of polarized lipids. By increasing the polarity of the adsorbed layers makromicellar formations and reducing their aggregate stability reached a significant decrease of neutral fat in cottonseed soap stock.

Electromagnetic processing cotton micella mixture with an alkaline solution can act on its associates and orients their molecules in accordance with the tensivity vector.

Thus, the change of the tensivity vector changes in orientation of molecules associates, as well as the positions of the latter in the space in relation to other components. All this allows to weak and even break the weak bonds molecules in the associates of cotton micella, which ensures their deconstruction.

Consequently, the electromagnetic destructurization of polarized components in the alkaline refining cotton micella promotes significantly increase in the transition of coloring agents (gossypol, chlorophyll and their derivatives) in the soap stock and decrease of neutral fat therein.

The most effect of electromagnetic treatment is achieved by magnetic induction, $B=0,6$ Tesla, and the processing time $\tau=10$ min., and further increase up to $B=0,9$ Tesla, practically does not effect on indicators of refined cotton micella and soap stock derived from it.

There have been studied the hydration process of cottonseed oil in micella. In recent years, development of electrophysical methods of processing vegetable oils, in particular, an electromagnetic (EMI) during their hydration showed efficacy in increasing the yield of phosphatides and other accompanying substances for triacylglycerides.

To implement this technology, we have been carried out a number of experiments on the extraction cotton micella hydration using their EMI or without (control).

It has been established that the hydration of extraction cotton micella using EMI is more efficiently than conventional method of removing phosphatides (control). For example, when EMI cotton micella and magnetic induction $B=0,4$ Tesla the residual phosphatides reduced an average by 0,08-0,1%. It is also reduced that oil color by 1,1-1,5 red units blue, and 0,2 blue units. Reducing the acid number of the oil was 0,02 mg KOH/g.

With the increase in the value of magnetic induction to $B=0,6$ Tesla the effectiveness of EMI of cotton micella increases. At the same time for 40% micella residual phosphatides is 0,65% of the oil, the color of the oil is 18 red units, and 2,8 blue units, and an acid number is 3,88 mg KOH/g.

We have been studied the basic physical and chemical indicators of phosphatides recovered from cotton extracted micella.

Table 2

The main physical and chemical indicators of phosphatides recovered from cotton micella extracted using EMI and without (control)

Name of phosphatides recovery methods	Coloration by Lovibond at 35 yellow units in 13.5 cm layer		Acidic number of oil, recovered from phosphatides	The main components content, %		
	Red unit	Blue		Phosphotides	Oil	Moisture and volatile matter
Without EMI (control)	26,2	4,1	18,2	53,8	47,3	0,95
With EMI micella at $B=0.4$ Tesla	24,5	3,9	16,8	55,9	45,8	0,84
With EMI micella at $B=0.6$ Tesla	22,1	2,6	16,4	58,7	42,4	0,77
With EMI micella at $B=0.8$ Tesla	22,0	2,5	16,2	58,8	42,0	0,74

Table 2 shows the use of EMI for cotton micella on hydration step allows to increase the yield of phosphatides by 5% and to reduce losses of neutral oil by 5,3%. It is also improved that quality indicators of derived phosphatides, decreasing their color by 4 red units and by 1,4 blue units. Moreover, the acid

number of the oil extracted from phosphatides reduced to approximately 2 mg KOH/g.

It can be explained by the fact that in the process of EMI cotton micella changed the properties of polarized phospholipids, improved their coagulation and separation of the aquatic sediment.

Therefore, cottonseed oil hydration results suggest to conclude that the pre-treatment of micella in the electromagnetic field increases the yield of phospholipids and improvement of their quality.

There has been assessed the impact of hydration of cottonseed oil in micella to a subsequent refining it with the use of electromagnetic interferences. It is known that the composition of cottonseed micella contains such substances, the polarity of which changes dramatically during the electromagnetic treatment.

Among such substances can be included phospholipids of cottonseed oil and its micella. According to the electromagnetic treatment changed the polarity, surface tension and other physical and chemical properties of cotton micella, which limit the processes of coagulation and enlargement of phospholipids' flakes recovered under the oil hydration.

Table 3 presents the results of physico-chemical analysis of the hydrated cotton micella and phospholipid sediment.

Analysis of the data given in Table 3 shows that with the use of cotton micella hydration process its color is reduced from 45 red units to 27-37 red ones at 35 yellow (depending on the intensity (H) of the electromagnetic interference).

Table 3
Physical and chemical properties of cotton micella hydrated and phospholipid precipitation during electromagnetic treatment

Substances name	Physical and chemical indexes		
	Coloration in red/blue units at 35 yellow	Acidic number, mg KOH/g	Phospholipids content, %
Initial cotton micella with concentration of 40 %	45/7	4,76	2,1
Hydration with distiller water in amount of 4 % by the weight oil without EMI (control)			
Hydrated cotton micella	37/5	3,52	1,2
Hydrated sediment of phospholipids	31/5	4,14	-
Hydration with distiller water in amount of 4 % by the weight oil at H = 1000 oersted			
Hydrated cotton oil	32/4	2,95	0,9
Hydrated sediment of phospholipids	29/3	4,05	-
Hydration with distiller water in amount of 4 % by the weight oil at H = 1250 oersted			
Hydrated cotton oil	29/3	2,87	0,7
Hydrated sediment of phospholipids	27/2	3,94	-
Hydration with distiller water in amount of 4 % by the weight oil at H = 1500 oersted			
Hydrated cotton oil	27/2	2,81	0,7
Hydrated sediment of phospholipids	26/1	3,85	-

Thus, the acid number of cotton micella decreases from 4,76 to 2,81-3,52 mg KOH/g. In the hydration using electromagnetic treatment phospholipids content of cotton micella is reduced to 0,7%, which corresponds to 33% of their original content.

Further, hydrated cotton micella was treated by alkaline refining using electromagnetic treatment. (Table 4).

As it is seen from Table 4 that the alkaline refining hydrated cotton micella using electromagnetic effect at 1000-1500 oersteds allows to obtain higher yields of the desired product. At the same time, there is observed the lower color and an acid value of refined cottonseed oil in micella. This can be explained by the fact that the electromagnetic treatment changed that polarity of the oil coloring substances, such as gossypol, chlorophyll and derivatives, which have a positive effect on the process of their association, coagulation and separation of soap stock.

Table 4

Physical and chemical indexes of refined cotton micella and soap stock when the electromagnetic treatment

Substances name	Physical and chemical indexes			
	Coloration in red/blue units at 35 yellow	Acidic number, mg KOH/g	Soap content, %	Output, %
Refinement of cotton micella by NaOH solution with 200 g/l and redundancy in 200 % without electromagnetic treatment (control)				
Refined cotton micella	20/1	0,41	0,06	84,5
Soap stock	Light brown	-	-	15,5
Refinement of cotton micella by NaOH solution with 200 g/l and redundancy in 200 % at H = 1000 oersted				
Refined cotton micella	18/0	0,38	0,05	85,1
Soap stock	Dark brown	-	-	14,9
Refinement of cotton micella by NaOH solution with 200 g/l and redundancy in 200 % at H = 1250 oersted				
Refined cotton micella	16/0	0,35	0,04	85,7
Soap stock	Dark brown	-	-	14,3
Refinement of cotton micella by NaOH solution with 200 g/l and redundancy in 200 % at H = 1500 oersted				
Refined cotton micella	15/0	0,33	0,04	85,9
Soap stock	Dark brown	-	-	14,1

Consolidation of soap stock flakes accelerates the process of sedimentation and separation from refined cotton micella.

There has been chosen the effective alkaline agent for the refining of cottonseed oil in micella. The traditional method of refining cotton micella using caustic soda (NaOH) is associated with a significant loss of valuable oil caused by hydrolysis of triglyceride and the formation of acid soaps soluble in the latter. To remove the last oil is subjected to multiple washing with hot water and dried on the vacuum, where the loss reaches to 0,4% by weight oil.

These disadvantages dictate the importance of finding more selective alkaline reagent for refining cotton micella. In this aspect, the merit of sodium silicate ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n \text{SiO}_2$), which gave positive results in the refining of light (sunflower, stone, etc.) oils.

The main advantage of sodium silicate solution is its selective interaction with free fatty acids, triglycerides without saponification and practical absence of acid dissolved in oil soaps, which reduces subsequent processes multiple washing and drying oils.

Chemical interaction between sodium silicate and free fatty acids proceeds by the following reaction:



A distinctive feature of this reaction by conventional sodium hydroxide is that it formed polysilicon acid which reveals adsorption properties with lightening refined oil.

Take into account, we have been conducted some experiments on cotton refining micella using conventional caustic soda (NaOH) at a concentration of 200 g/l and the proposed solution of sodium silicate ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n \cdot \text{SiO}_2$) at a concentration of 160 g/l at 20 °C. The intensity of stirring cotton micella supported at 3 m/s. (Fig. 5).

As it is seen from Fig. 5 that cotton refining micella is occurred more intensively using a solution of caustic soda (NaOH), than when using less active sodium silicate. As can be seen the use of electromagnetic treatment of cotton micella also intensifies the speed of its refining.

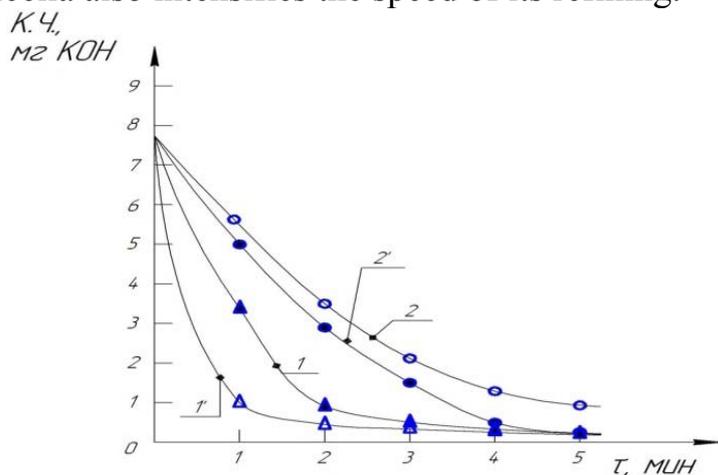


Fig. 5. Kinetics of refining cotton oil process using caustic soda solution (curve 1) and sodium silicate (curve 2), also electromagnetic treatment of micella (curve 1' and 2')

It was revealed that when refining cotton micella by solution of sodium silicate content of phosphatides in the raffinate is practically preserved, i.e., there was not observed the significant saponification of the phosphatides, which is very important in getting the oil for food purposes. With increasing multiplicity of refining free alkaline content increases that requires a more precise dosage of sodium silicate solution.

It has been combined the method of refining cottonseed oil in micella. Take into account the advantages of using a sodium silicate solution and electromagnetic influence on the process of refining cottonseed oil in micella we have been studied their combined use.

Sharing is dictated by the fact that the sodium silicate is inferior in activity of sodium hydroxide. This requires the use of additional methods to increase the intensity of the process. Selection of the best conditions of the combined method of refining cottonseed oil in micella is the main objective of this study.

Data on the effect of temperature on refining cotton micella and some indicators of produced oil are shown in Table 5.

Analyzing the table data obtained in refining cotton micella by the combined method, it should be noted that these figures are significantly improved as using NaOH, and sodium silicate. These results indicate that the combined method of refining cotton micella using sodium silicate and electromagnetic treatment of mixtures micella with an alkaline reagent allows to obtain a final product with a high quality and high yield it.

Table 5

The effect of temperature and the method of refining cotton micella on acid number, color and yield of the resulting oil

Temperature, °C	Conventional method			Combined method		
	Acid number, mg KOH/g	Coloration in red unit at 35 yellow	Yield, %	Acid number, mg KOH/g	Coloration in red unit at 35 yellow	Yield, %
Refinement with NaOH (control)						
40	0,21	18,5	87,3	0,19	17,1	88,4
50	0,18	18,0	87,2	0,17	16,3	88,2
Refinement with Na₂O·n SiO₂						
40	0,25	20,8	89,5	0,18	14,8	90,9
50	0,22	19,6	89,3	0,16	14,3	90,7

The fourth chapter «Development of high-intensive technology of hydration and alkaline refining cottonseed oil in micella» of the dissertation is devoted to the intensification of technology for hydrated and refined cottonseed oil in micella.

There has been developed the hydration technology of cottonseed oil in micella using electromagnetic effects. Based on the results of laboratory studies, we have been developed a flowsheet of cottonseed oil in micella hydration using EMI, which is presented in Fig. 6.

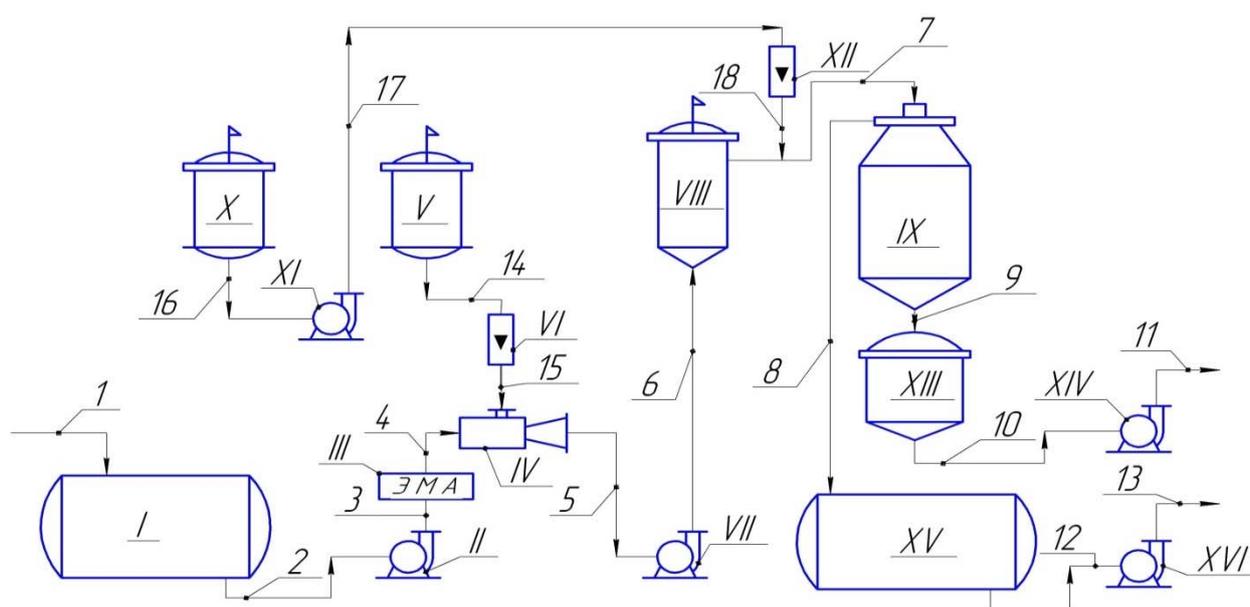


Fig. 6. Flowsheet of hydration cottonseed oil in micella using EMI

This process scheme operates as follows: 1 enters the tank and further along the line (II) pump 2 and through line 3 is supplied into the electromagnetic actuator (EMA). From EMA (III) activated micella through line 4 is fed into the ejection mixer – turbolator (IV), in which is mixed with water or a solution of soap, coming from the tank the V, by line 14 through the meter VI and line 15 into the mixer - turbolator IV. From the mixer - the turbulotor IV via line 5 by pump VII mixture is fed through line 6 into coagulator VIII and further via line 7 enters the sediment tank IX. From the tank X on line 16 by a pump 17 along line XI through XII flow meter and is fed through line 18, 10% solution of salt for better sludge of

separation phospholipid. Hydrated cotton collected micella collected in the tank XV and further through line 12 by pump XVI and through line 13 directed to alkaline refining. From the sediment tank IX on line 9 phospholipid emulsion enters the receiver phospholipids XIII and further through line 10 by pump XIV and line 11 is directed to the removal of the solvent.

Pilot production and laboratory study of the hydration process of cottonseed oil in micella using EMI has allowed us to select the most suitable technological modes values, which are presented in Table 6.

Table 6

The proposed technological modes of hydration of cottonseed oil in micella

Technological parameters name	Measure	Nominal value
Acid number of extraction cotton oil	mg KOH/g	5,0
Phospholipids content in extraction cotton oil	%	1,8
Water consumption on extraction cotton oil	%	2,0
Concentration hydratable cotton micella	%	45,0
Inductance of cotton micella magnetization	Tesla	0,6-0,8
Time for phosphotide sediment formation	sec.	1080
Temperature phosphotide sediment formation	⁰ C	45-55
Organic solvent consumption for extraction cotton oil hydration	%	0,05

With this installation and we have been offered regimes intensified that hydration process of cottonseed oil in micella. Tests have shown the effectiveness of use of electromagnetic influence in the process, as it is reflected on the quantity and quality of the products obtained.

It has been developed that technology for alkaline refining cottonseed oil in micella using EMI. In the oil extraction plants where the technological scheme is functioned by alkaline refining cottonseed oil micella is provided the use of the solution of sodium hydroxide (NaOH), which requires multiple washing of oil.

Replacing it with sodium silicate requires neutralization process activation by the use of electromagnetic interference.

The distinctive feature of the process flow diagram (Fig. 7) from the well-known is the use as an alkaline reagent solution of sodium silicate and an electromagnetic activator of cotton micella.

The proposed flowsheet of alkaline refining cottonseed oil in micella using EMI operates in the following way: the initial cotton micella with a concentration of $50 \pm 5\%$ on line 1 flows into tank I and then through line 2 by pump II and line 3 is fed into electromagnetic activator III. From activator magnetized cotton micella through line 4 is fed into reactor - turbulator IV, and where from the receiver VII on line 6 by flow meter VIII and through line 7 is fed that sodium silicate solution. The mixture obtained through line 5 by pump V and on line 8 is directed to coagulator VI, from where through the line 9 fed into the sedimentation tank IX. From the sedimentation tank IX neutralized cotton micella on line 15 is fed into the tank XIV, where the on line 16 by pump XV and line 17 is directed to distillation. Cotton soap stock from sedimentation tank IX through line 12 is directed into receiver XII and further through line 13 by pump XIII and on line 14 directed for distillation of solvent.

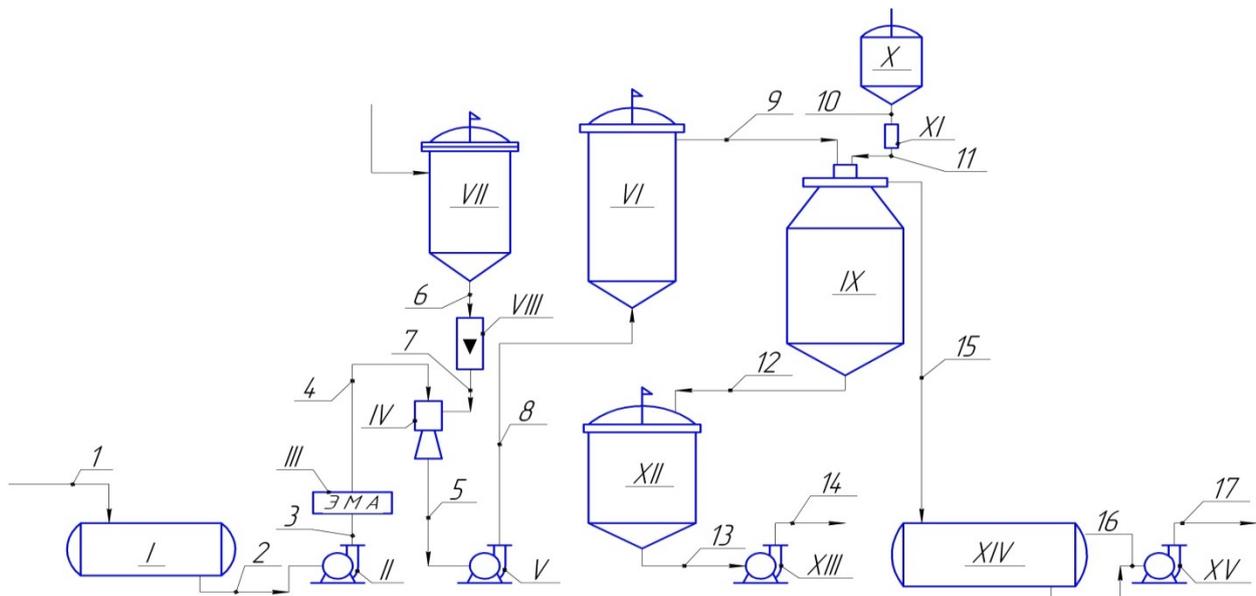


Fig. 7. Flowsheet of alkaline refining cottonseed oil in micella using EMI

This flowsheet alkaline refining cottonseed oil in micella using EMI can be used with hydration scheme (or without).

We have been selected nominal process conditions of refining cottonseed oil in micella using EMI and sodium silicate jointly based on industrial and laboratory tests. The data obtained are presented in Table 7.

With using the data of processing modes and EMI can intensify the process of refining cottonseed oil in micella using sodium silicate.

There has optimized the technological regime of hydration and alkaline refining cottonseed oil in micella using electromagnetic effects. The most effective method for determining the optimum technological modes of hydration and alkaline refining cottonseed oil in micella is considered experimental design, in particular fractional factor experiment (FFE).

Table 7

Proposed technological modes of refining cottonseed oil in micella using computer and sodium silicate jointly

Technological parameter name	Measure	Nominal value
Cotton micella concentration	%	40-50
Cotton micella temperature	⁰ C	22-24
Sodium silicate aqueous solution	г/л	150-250
Redundancy of alkaline from the theoretical consumption	%	75-100
Temperature of sodium silicate aqueous solution	⁰ C	24-26
Acid number of cotton micella	mg KOH/g	7-14
Alkaline solution consumption	l/h	150
Consumption of heating steam for the second preliminary distiller	kg/h	200-350
Consumption of heating steam in final distiller	kg/h	600-850
Consumption of bubble heating in final distiller	kg/h	150-350

According to the data, the following regression equation was acquired for the hydration process of cottonseed oil in micella using electromagnetic interference:

$$V_1 = 0,55 - 0,14 Z_1 - 0,025 Z_2 - 0,0115 Z_3 - 0,03 Z_4 - 0,09 Z_1 Z_2 (Z_3 Z_4) + 0,025 Z_1 Z_3 (Z_2 Z_4) \dots \quad (7)$$

For the process of alkaline refining cottonseed oil in micella using electromagnetic interference:

$$V_2 = 0,44 - 0,04 Z_6 - 0,09 Z_7 - 0,025 Z_8 - 0,035 Z_5 Z_6 (Z_7 Z_8) \dots \quad (8)$$

As it is seen from the equations V_1 most important variable factors of hydration cottonseed oil in micella using electromagnetic effect is consumption of hydrated water (Z_1), the process temperature (Z_3), the pair interaction of hydrated water flow and the content of phospholipids in the starting cottonseed oil (Z_1Z_2), and others. Insignificant variable factor was the pair interaction of phospholipid content in the initial cottonseed oil and the process temperature (Z_2Z_3).

In the equation V_2 most important variable factors of the process of alkaline refining of cottonseed oil in micella using electromagnetic exposure are excess of alkaline (Z_7), the concentration of alkaline reagent (Z_6), the pair interaction of the acid number of the oil and the concentration of alkaline reagent (Z_5Z_6) and inductance of electromagnetic treatment of cotton oil in micella (Z_8). Insignificant variable factors were: acid number of initial oil (Z_5), the pair interaction of the acid number of oil with an excess of an alkaline reagent (Z_5Z_7) and the concentration of alkaline reagent, with its excess (Z_6Z_7).

Thus, the scheduling experiment conducted during the study of the processes of hydration and alkaline refining cottonseed oil in micella using electromagnetic effects we have been identified the following optimal modes: for hydration process: $Z_1=4,0\%$; $Z_2=2,0\%$; $Z_3=70\text{ }^\circ\text{C}$; $Z_4=0,8\text{ Tesla}$. For process of alkaline refining: $Z_5=4,5\text{ mg KON/g}$; $Z_6=200\text{g/l}$; $Z_7=150\%$; $Z_8=0,9\text{ Tesla}$.

The results of pilot tests designed hydration technology and alkaline refining cottonseed oil in micella using EMI.

Table 8 shows the results of hydrated cotton oil in micella with EMI and without (control).

As it is seen from Table 8 that the conduct of the hydration process of cottonseed oil in micella using ECMO allows more deeply to extract phospholipids from the source oil.

Table 8

Physical and chemical properties of cotton oil, hydrated in micella with EMI and without (control)

Index name	Measure	Initial cotton micella	Hydrated cotton micella	
			With EMI	Without (control)
Acid number	mg KOH/g	2,54	1,75	2,04
Coloration in 1 cm layer at 35 yellow	Red unit	17	11,5	13,7
Content:				
- moisture	%	0,21	0,18	0,16
- phospholipids	%	1,75	0,21	0,49
- nonsaponifying substances	%	1,04	0,80	0,95
- gossypol	%	0,45	0,30	0,33

Quality indicators of cotton oils derived refining hydrated (or non-hydrated) micella using EMI and without (control) are shown in Table. 9.

As it is seen from Table 9 that the pre-hydration of the cotton micella improves refined oil quality and increases its yield. Moreover, cotton micella hydration effect increases with a decrease initial oil quality.

Table 9

Basic physical and chemical characteristics of refined cotton oil in micella with EMI and without (control)

Index name	Measure	Рафинированное ХМ, полученное		
		Without (control)	After hydration	
			With EMI	Without EMI
Acid number	mg KOH/g	0,24	0,13	0,17
Coloration in 1 cm layer at 35 yellow	Red unit	11	8	10
	Blue unit	0,7	0,2	0,4
Content:				
- moisture	%	0,10	0,15	0,13
- phospholipids	%	0,0018	0,0007	0,0011
- nonsaponifying substances	%	0,99	0,80	0,82
- yield	%	85,4	90,8	88,2

The calculation of the economic effectiveness of the implementation of the developed technologies of hydration and alkaline refining cottonseed oil in micella has been conducted by EMI. Calculation of the economic efficiency of the developed technology was carried out according to approve methodologies. It is found that by implementing both developed technologies of hydration and alkaline refining cottonseed oil micella using a sodium silicate and EMI is 114 mln. sums per year.

CONCLUSION

1. Research production line refining of cottonseed oil in micella has revealed that insufficient complete processes, low stability which reduces the integrity of the whole system, degrades the quality of the oil produced and increases the irrecoverable loss of basic and auxiliary raw materials.

2. It has revealed that one of the most perspective ways of intensification of hydration and alkaline refining cottonseed oil in micella is the use of electromagnetic interference, which increases the polarity of triacylglycerides attendant substances, their dipole moments, and other physical parameters, limiting the kinetics of these processes.

3. Base on IR analysis of cottonseed oil triacylglycerol attendant substances it has been found their degree of association in micella that determine the intensity of processing.

4. There has been proposed the method for the destruction of simple and complex associates accompanying to triacylglycerol substances of cotton oil by their electromagnetic (EMI) treatment in the micella at inductance of 0,6-0,9 Tesla for 10-15 minutes (depending on the composition of the oil).

5. In order to reduce losses of valuable cottonseed oil during its alkaline neutralization it has been suggested the replacing traditional high-active caustic soda on sodium silicate, which does not soap essentially neutral fat and allows to increase significantly the yield of the resulting oil by 2-3% (depending on the acid number of initial oil).

6. There has been developed the hydration technology of cottonseed oil in micella using electromagnetic treatment (EMI) for inductance 0,5-0,6 Tesla for 10-15 minutes, which improves the hydratable of phospholipids in 1,1-1,3 times by improving their polarity.

7. It was found that the refining of cottonseed oil in micella using sodium silicate and electromagnetic effects formed polysilicon gel, which along with soaps, color pigments, non-fatty substances move into the recovered soap stock, and gives it a high density.

8. There has been developed the combined method of refining cottonseed oil in micella, including joint of use of an aqueous solution of sodium silicate and electromagnetic inductance treatment at 0,7-0,9 Tesla (depending on the composition of the refined cotton micella).

9. There have been optimized the process conditions of the hydration process and alkaline refining in cottonseed oil micella using an aqueous solution of sodium silicate and electromagnetic effects, which revealed the following optimal values: hydration process: $Z_1=4,0\%$; $Z_2=2,0\%$; $Z_3=70^\circ\text{C}$; $Z_4 = 0,8$ Tesla; for the process of alkaline refining: $Z_5 = 4,5$ mg KON/g; $Z_6 = 200\text{g/l}$; $Z_7 = 150\%$; $Z_8 = 0,9$ Tesla.

10. The economic effect of the introduction of technologies developed by the hydration and alkaline refining cottonseed oil in micella using sodium silicate and electromagnetic impact at JSC "Urganch yog-moy" and "Quqon yog-moy " will be 114,5 million. sums per year.

11. The application of scientific results in the oil and fat industry makes possibility to intensify the processes of hydration and alkaline refining cottonseed oil in micella, to reduce the loss of value and neutral fat in the soap stock and organize new production gossypol containing phospholipids for technical purposes.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ

Список опубликованных работ

List of published works

I бўлим (I часть; part I)

1. Abdurakhimov A.A., Kadirov Y.K., Serkaev Q.P., Pardaev G.E. Kinetics of the refining process of cotton miscella using sodium silicate solute and electromagnetic processing // Journal "European Applied Sciences". – Germany. – №3. – 2015. – P. 53-55. (02.00.00; №4)

2. Abdurakhimov A.A., Kadirov Y.K., Serkaev Q.P., Pardaev G.E. Selecting the multiplicity of the refining process of cottonseed miscella using sodium silicate solution // Journal "European Applied Sciences". – Germany. – №7. – 2015. – P. 42-44. (02.00.00; №4)

3. Абдурахимов А.А., Кадиров Ю.К., Тураев А.С., Сагдуллаева Д.С. Особенности процесса гидратации при рафинации хлопковой мисцеллы // Журнал "Хранение и переработка сельхозсырья" - Пищепромиздат Москва. – 2013. - №8. – С. 14-16. (02.00.00; №25)

4. Абдурахимов А.А., Серкаев К.П., Кадиров Ю.К., Развитие технологической линии рафинации хлопковой мисцеллы с использованием её гидратационного узла и электромагнитной обработки // Журнал "Масложировая промышленность" - Пищепромиздат Москва. – 2014. - №4. – С. 16-19. (02.00.00; №10)

5. Абдурахимов А.А., Серкаев К.П., Кадиров Ю.К. Методология модернизации технологической линии рафинации хлопковой мисцеллы // Журнал "Химия и химическая технология" – Ташкент. – 2013. - №1. – С. 76-79. (02.00.00; №3)

6. Абдурахимов А.А., Серкаев К.П., Кадиров Ю.К. Системный анализ технологической линии рафинации хлопковой мисцеллы // Журнал "Химия и химическая технология" – Ташкент. – 2013. - №2. – С.66-69. (02.00.00; №3)

7. Абдурахимов А.А., Серкаев К.П., Кадиров Ю.К., Йулчиев А.Б. Электромагнитная деструктуризация поляризуемых компонентов рафинируемой хлопковой мисцеллы // Узбекский химический журнал – Ташкент. – 2013. - №2. – С. 55-58. (02.00.00; №6)

8. Абдурахимов А.А., Кадиров Ю.К., Тураев А.С., Сагдуллаева Д.С. Фосфолипиды полученные гидратацией экстракционного хлопкового масла в мисцелле // Узбекский химический журнал – Ташкент. – 2013. - №5. – С. 64-68. (02.00.00; №6)

9. Абдурахимов А.А., Серкаев К.П., Кадиров Ю.К. Электромагнитное воздействие на процессы гидратации и щелочной рафинации хлопковой мисцеллы // Журнал "Химия и химическая технология" – Ташкент. – 2014. - №2. – С. 76-79. (02.00.00; №3)

10. Абдурахимов А.А., Кадиров Ю.К., Серкаев К.П., Пардаев Г.Э. Комбинированный способ рафинации хлопковой мисцеллы // Узбекский химический журнал – Ташкент. – 2015. - №2. – С. 47-51. (02.00.00; №6)

II бўлим (II часть; part II)

11. Абдурахимов А.А., Кадиров Ю.К., Серкаев К.П. Совершенствование технологии рафинации хлопкового масла в мисцелле // Журнал “МАСЛА и ЖИРЫ” – Москва. – 2013. - №7-8. – С. 16-18.

12. Абдурахимов А.А., Кадиров Ю.К., Серкаев К.П. Электрофизическая интенсификация процесса хлопковой мисцеллы // Журнал “МАСЛА и ЖИРЫ” – Москва. – 2013. - №11-12. – С. 38-40.

13. Абдурахимов А.А., Пардаев Г.Э. Совершенствование рафинации растительных масел // Журнал “МАСЛА и ЖИРЫ” – Москва. – 2016. - №9-10. – С. 40-42.

14. Абдурахимов А.А., Серкаев К.П., Пардаев Г.Э. Электромагнитный экспозитор для интенсивной коагуляции хлопьев соапстока // “Ресурсосберегающие и энергоэффективные технологии в химической и нефтехимической промышленности” III Международная конференция Российского Химического общества имени Д.И. Менделеева – Москва. – 2011. – С. 113-114.

15. Абдурахимов А.А., Серкаев К.П., Пардаев Г.Э. Исследование кинетики процесса экспозиции хлопьев хлопкового соапстока // Региональная центрально-азиатская международная конференция по химической технологии «ХТ-12» – Москва. – 2012. – С. 371-372.

16. Абдурахимов А.А., Серкаев К.П., Пардаев Г.Э., Юсупхонов С. Исследование интенсификации процесса непрерывной рафинации хлопкового масла // “Актуальные вопросы современной техники и технологии” – Липецк. – 2012. – С. 171-172.

17. Абдурахимов А.А., Кадиров Ю.К., Серкаев К.П. Интенсификации процесса рафинации экстракционного хлопкового масла в мисцелле // Международный научный форум «Пищевые инновации и биотехнологии» сборник материалов конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Кемерово. – 2013. – С. 3-6.

18. Абдурахимов А.А., Кадиров Ю.К., Серкаев К.П. Хлопковое масло // Международный научный форум «Пищевые инновации и биотехнологии» сборник материалов конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Кемерово. – 2013. – С. 7-11.

19. Абдурахимов А.А., Кадиров Ю.К., Серкаев К.П. Особенности состава соапстока полученного рафинацией хлопковой мисцеллы с использованием электромагнитного воздействия // XV-Международная конференция «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств» – Барнаул. – 2013. – С. 23-26.

20. Абдурахимов А.А., Кадиров Ю.К., Серкаев К.П. Электромагнитная активация хлопковой мисцеллы в процессах егидратации и щелочной рафинации // Тезисы докладов 78-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов с международным участием – Минск. – 2014. – С. 54-55.

21. Abdurakhimov A.A., Kadirov Y.K. Intensification of the process of hydration and alkali refining of cottonseed oil in the miscella using electromagnetic effects // Xth international Symposium on the Chemistry of Natural Compounds – Tashkent-Bukhara. – 2013. – p. 311.

22. Абдурахимов А.А. Ўсимлик мойларини қайта ишлаш технологиясида электромагнит усулларини қўлланиши // Международный Симпозиум «Микроорганизмы и биосфера» MICROBIOS-2015. – Ташкент. – 2015. – С. 114.

23. Абдурахимов А.А., Кадиров Ю.К., Серкаев К.П. Подбор эффективного щелочного реагента для рафинации хлопкового масла в мисцелле // Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы инновационных технологий в развитии химической, нефте газовой и пищевой промышленности» – Ташкент. – 2016. – С. 7-8.

24. Абдурахимов А.А., Серкаев К.П., Пардаев Г.Э. Электрофизический способ интенсификации процессов коагуляции и разделения соапстока хлопковой мисцеллы // “Техник ва ижтимоий-иқтисодий фанлар соҳаларининг муҳим масалалари” Республика олий ўқув юртлараро илмий ишлар тўплами – Тошкент. – 2011. – С. 40-41.

25. Абдурахимов А.А., Серкаев К.П., Пардаев Г.Э. Электрофизическая интенсификация процесса коагуляции хлопьев соапстока при рафинации хлопкового масла в мисцелле // Конференция “Актуальные проблемы развития химической науки, технологии и образования в Республике Каракалпакстан” – Нукус. – 2011. – С. 96-97.

26. Абдурахимов А.А. Рафинация хлопкового масла в мисцелле // “Умидли кимёгарлар – 2013” Ёш олимлар, магистрантлар ва бакалавриат талабаларини XIX – илмий техникавий анжуманининг мақолалар тўплами – Тошкент. – 2013. – С. 10-12.

27. Абдурахимов А.А., Кадиров Ю.К., Серкаев К.П. Применение электромагнитных методов в технологии переработки растительных масел // «Ишлаб чиқариш корхоналарининг долзарб муаммоларини ечишда инновацион технологияларнинг аҳамияти» Республика илмий-техник анжумани мақолалар тўплами – Қарши. – 2013. – С. 160-162.

28. Абдурахимов А.А., Кадиров Ю.К., Серкаев К.П. Электрофизическая интенсификация процессов гидратации и щелочной рафинации хлопковой мисцеллы // Республиканская научно-техническая конференция «Инновационные идеи в производстве и образовании» – Бухара. – 2014. – С. 52-53.

Автореферат “Кимё ва кимё технологияси” журнали таҳририятида таҳрир қилинди.

Бичими 60x84¹/₁₆. Ризограф босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табоғи:5.5. Адади 100. Буюртма № 35.

«ЎзР Фанлар Академияси Асосий кутубхонаси» босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100170, Тошкент ш., Зиёлилар кўчаси, 13-уй.