

**BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI HUZURIDAGI  
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.03/2025.27.12.T.16.05  
RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

**ERKAYEVA NODIRA CHORIYOROVNA**

**FILTRLOVCHI QO‘SHIMCHALAR QO‘LLASH BILAN O‘SIMLIK  
MOYLARINI RAFINATSIYALASH TEXNOLOGIYASINI  
TAKOMILLASHTIRISH**

**02.00.17 - “Qishloq xo‘jalik va oziq-ovqat mahsulotlariga ishlov berish, saqlash  
hamda qayta ishlash texnologiyalari va biotexnologiyalari”**

**TEXNIKA FANLARI bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi  
AVTOREFERATI**

**Buxoro – 2026**

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati  
mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по  
техническим наукам**

**Content of the dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on  
technical sciences**

**Erkayeva Nodira Choriyorovna**

Filtrlovchi qo‘shimchalar qo‘llash bilan o‘simlik moylarini  
rafinatsiyalash texnologiyasini takomillashtirish ..... 3

**Эркаева Нодира Чориёровна**

Усовершенствование технологии рафинации растительных  
масел с применением фильтрующих добавок..... 21

**Erkaeva Nodira**

Improvement of the technology of refining vegetable oils  
with the use of filtering additives..... 41

**E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 45

**BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI HUZURIDAGI  
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.03/2025.27.12.T.16.05  
RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

**ERKAYEVA NODIRA CHORIYOROVNA**

**FILTRLOVCHI QO‘SHIMCHALAR QO‘LLASH BILAN O‘SIMLIK  
MOYLARINI RAFINATSIYALASH TEXNOLOGIYASINI  
TAKOMILLASHTIRISH**

**02.00.17 - “Qishloq xo‘jalik va oziq-ovqat mahsulotlariga ishlov berish, saqlash  
hamda qayta ishlash texnologiyalari va biotexnologiyalari”**

**TEXNIKA FANLARI bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi  
AVTOREFERATI**

**Buxoro – 2026**

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiya mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2023.3.PhD/T3844 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Doktorlik dissertatsiya ishi Qarshi davlat texnika universitetida bajarilgan.  
Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy Kengashning veb-sahifasida ([www.bstu.uz](http://www.bstu.uz)) va «Ziynet» Axborot-ta'lim portalida ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:** **Axmedov Azimjon Normo'minovich**  
texnika fanlari doktori, professor

**Rasmiy opponentlar:** **Majidov Qaxramon Xalimovich**  
texnika fanlari doktori, professor

**Ro'ziboyev Akbarali Tursunbayevich**  
texnika fanlari nomzodi, professor

**Yetakchi tashkilot:** **Guliston davlat universiteti**

Dissertatsiya himoyasi Buxoro davlat texnika universiteti huzuridagi DSc.03/2025.27.12.T.16.05 raqamli Ilmiy kengashning 2026 yil 03 fevral soat 9:00 dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 200117, Buxoro shahar, Q.Murtazoyev ko'chasi, 15-uy. Tel.: (+99865) 223-78-84, Faks: (+99865) 223-78-84, E-mail: ([info@bstu.uz](mailto:info@bstu.uz)).

Dissertatsiya bilan Buxoro davlat texnika universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (483 raqami bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 200117, Buxoro shahar, Q.Murtazoyev ko'chasi, 15-uy. Tel.: (+99865) 223-78-84).

Dissertatsiya avtoreferati 2026 yil 14- yanvar kuni tarqatildi.  
(2025 yil 31- oktabrdagi № 15 raqamli reestr bayonnomasi)



**S.F.Fozilov**  
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash raisi,  
texnika fanlari doktori, professor

**A.T.Oltiyev**  
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash  
kotibi, texnika fanlari doktori, dotsent

**I.B. Isabayev**  
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash  
qoshidagi Ilmiy seminar raisi, texnika fanlari  
doktori, professor

## **KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)**

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Dunyoda aholi sonini oshishi, qishloq xo‘jaligiga yaroqli yerlarni esa kamayib borishi bilan xavfsiz oziq-ovqat mahsulotlariga bo‘lgan talab ham ortib bormoqda. Fiziologik jihatdan muhim hisoblanuvchi va ovqatlanish ratsionining majburiy tarkibiy qismi bo‘lgan o‘simlik moylari ta‘minoti ham shu jumlagi kiradi. Shuningdek o‘simlik moylarini oksidlanishdan saqlash va sifati yomonlashgan yog‘-moy mahsulotlarini regeneratsiyalash bilan oziq-ovqat xavfsizligini ta‘minlash bugungi kunda eng muhim ahamiyatga ega.

Jahonda moyli o‘simlik xomashyosi va mos ravishda o‘simlik moylari ishlab chiqarish hajmlari so‘nggi yigirma yilda ikki barobardan ko‘proqqa oshganiga qaramasdan, o‘simlik moylari bilan bog‘liq ishlab chiqarish tarmoqlari va iste‘mol madaniyatining o‘zgarishi natijasida yog‘-moy mahsulotlariga bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar ham izchil olib borilmoqda. Bu yo‘nalishda iste‘mol uchun oziq-ovqat xavfsizligi talablari bo‘yicha bir necha bosqichli rafinatsiyalashdan o‘tgan moylar ishlab chiqarilishi, ularning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari, saqlash va foydalanish davrida doimiy ravishda ta‘sir etuvchi ko‘pgina omillar ta‘sirida o‘zgarib, sifati pasayib borishiga oid hamda jarayonda qo‘llanadigan ehtiyot choralariga qaramasdan, o‘simlik moylari o‘z-o‘zidan oksidlanish uchun yetarli darajadagi oksidlovchi qo‘shimchalarga ega bo‘lishi natijasida, uzoq muddatli saqlangan moylarda, ayniqsa to‘yinmagan yog‘ kislotalari ko‘p bo‘lgan iste‘mol moylarining fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari yomonlashib, kislota va peroksid sonlarini oshishi bilan boruvchi oksidlanish hosilalari paydo bo‘lishi tegishli yangi texnologik yechimlarga alohida e‘tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda yog‘-moy mahsulotlarining turlarini ko‘paytirish, raqobatbardosh muhitni shakllantirish, mahsulot sifatini yuqori darajada oshirish, aholini ehtiyojini kafolatli oziq-ovqat mahsulotlari bilan ta‘minlash bo‘yicha amalga oshirilgan chora-tadbirlar oziq-ovqat tovarlari ishlab chiqarishga oid izlanishlar olib borilmoqda. Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasida “...Oziq-ovqat sanoatini rivojlantirish dasturini amalga oshirish doirasida oziq-ovqat xomashyo bazasini kengaytirish va organik mahsulotlar hajmini bosqichma-bosqich oshirish maqsadida, oziq-ovqat mahsulotlari assortimentini kengaytirish, xorijiy ekspertlarni jalb qilgan holda, respublikani jahon savdo tashkilotiga a‘zo bo‘lishining oziq-ovqat sohasiga ta‘siri bo‘yicha ilmiy-tadqiqotlar olib borib aniq takliflar ishlab chiqish” vazifasi belgilab berilgan<sup>1</sup>. Jumladan, mahalliy xomashyodan foydalanib, ozuqaviylik va biologik qiymati yuqori bo‘lgan yog‘-moy mahsulotlarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-sonli “Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni, 2019-yil 16-yanvardagi PQ-4118 sonli “Yog‘-moy tarmog‘ini yanada rivojlantirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar va sohani boshqarishda bozor mexanizmlarini joriy etish

---

<sup>1</sup>O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-sonli “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonni taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni

to'g'risida"gi qarori, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2020-yil 17-noyabrda 724-sonli "Yog'-moy mahsulotlarining xavfsizligi to'g'risidagi umumiy texnik reglamentni tasdiqlash to'g'risida"gi qarori hamda mazkur sohada qabul qilingan boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi.** Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining VII "Kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiyalar" ustuvor yo'nalishiga muvofiq bajarilgan.

**Muammoning o'rganilganlik darajasi.** Dunyoning yetakchi olimlari o'simlik moylari tarkibidagi to'yinmagan yog' kislotalari nafaqat moyli urug'larni saqlash va uni qayta ishlash jarayonlarida, balki tayyor yog'-moy mahsulotlarini saqlash va foydalanish davrida ham turli omillar ta'sirida oksidlanish bilan buzilishga moyil hisoblanib, ushbu sohada ya'ni turli jarayonlarda moylarning sifatini oshirish, assortimentini kengaytirish, texnik va texnologik takomillashtirish bo'yicha dunyoda quyidagi olimlar S.A.Hussain, R.Jamal, M.Tariq, M.M.Iqbal, F.Chigondo, B.S.Nyamunda, V.Bhebhe, K.Yildiz, V.P.Rjexin, A.A.Shmidt, N.S.Arutyunyan, N.L.Melamud respublikamiz olimlaridan A.A.Abdurahimov, A.I.Glushenkova, S.A.Abduraximov, A.N.Lisitsin, A.T.Ilyasov, K.X.Majidov, I.B.Isabayev, Q.P.Serkayev, D.S.Salixanova, A.N.Axmedov, A.A.Abduraximov, D.S.Sagdullayeva, O.A.Ikromov va boshqalar ilmiy tadqiqot ishlarini olib borganlar hamda muhim ilmiy-amaliy yutuqlarga erishganlar.

Ular tomonidan o'simlik moylarini ajratib olish, qayta ishlash jarayonlarida samaradorlikni oshirish, mahsulot sifati va oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashga qaratilgan gidratlash, rafinatsiyalash va oqlashning mukammal texnologiyalari yaratilgan.

Biroq, bugungi kunda yog' va moylar texnologiyasini kompleks takomillashtirishga qaratilgan hamda moylarni oksidlanishdan saqlash, uzoq muddat saqlangan moylarni sifati buzilishi bilan bog'liq muammolar, birlamchi oksidlangan moylarni chuqur qayta ishlash orqali regeneratsiyalash yo'nalishidagi ilmiy tadqiqotlarda yetarlicha darajada o'rganilmagan.

**Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi.** Dissertatsiya ishi Qarshi davlat texnika universitetining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq AT-1/23 sonli "O'simlik moylarini birlamchi tozalash jarayonini takomillashtirish" mavzusidagi xo'jalik shartnomasiga muvofiq bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** filtrlovchi qo'shimchalar qo'llash bilan o'simlik moylarini rafinatsiyalash texnologiyasini takomillashtirishdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari** quyidagilardan iborat:

o'simlik moylarini oksidlovchi omillarni tadqiq etish bilan birlamchi oksidlanishga uchragan moylarni qayta tiklash imkoniyatini aniqlash;

birlamchi oksidlanish hosilalarini bartaraf etishga qaratilgan qayta rafinatsiyalash texnologiyasini ishlab chiqish;

hamroh moddalari kam bo'lgan moy-soapstok tizimida moyni samarali filtrlashga mo'ljallangan g'ovakli tarkibga ega filtrlash agentini yaratish;

soapstokni koagulyatsiyalash va oksidlanish hosilalarini samarali bartaraf etishga mo'ljallangan filtrlash-oqlash agentlarini olish texnologiyasini ishlab chiqish;

filtrlash agentlarini moyni filtrlash ko'rsatkichlariga ta'sirini aniqlash;

tadqiqot natijalarni sanoatda sinash, texnologik va iqtisodiy samaradorligini baholash.

**Tadqiqotning ob'yekti** sifatida paxta va kungaboqar moylarining fizik-kimyoviy tarkibi, moylarning saqlash jarayonidagi o'zgarishlari, oksidlanish hosilalarini bartaraf etishga qaratilgan rafinatsiyalash va filtrlash agentlarini olish jarayonlari.

**Tadqiqotning predmeti** saqlash jarayonidan qaytgan, birlamchi oksidlanish alomatlari mavjud bo'lgan paxta va kungaboqar moylari, opokasimon gillarni termik va kislotali shuningdek, kungaboqar luzgasini piroliz qilib olingan filtrlash-oqlash agentlari tashkil etadi.

**Tadqiqot usullari.** Dissertatsiya ishida opokasimon gillar, kungaboqar luzgasi asosidagi faollashtirilgan uglerodli gillar va ularning kompozitsiyalarini, shuningdek ishlov berilgan moylarni tadqiq etishda YuSSX, GX, SEM va boshqa fizik-kimyoviy tahlilning zamonaviy usullaridan foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

o'simlik moylarida moyli urug'dagi lipoksigenazalar ta'sirida hosil bo'lgan gidroperekislarning izlari yorug'lik, harorat va mahsulot tarkibidagi namlik hisobiga metall ionlari yoki boshqa erkin radikallar bilan ta'sirlashib, malon dialdegidlarigacha parchalanishi isbotlangan;

paxta va kungaboqar moylarini kaustik sodaning 250 g/l konsentratsiyali eritmasi bilan sayqallovchi rafinatsiyalash texnologiyasiga asosan 14,1 dan 4,2 mmol  $\frac{1}{2}$  O/kg gacha, kungaboqar moyi uchun 17,3 dan 1,4 mmol  $\frac{1}{2}$  O/kg gacha pasayishi ilmiy asoslangan;

moy-soapstok muhitidagi muallaq zarrachalarni samarali filtrlash uchun 20% konsentratsiyali karbamid eritmasi shimdirilgan kungaboqar luzgasining Karmana opokasimon gili bilan 50:50 nisbatdagi aralashmasini 180-200°C haroratda pirolizlash bilan olingan filtrlash agentining (FA) g'ovakliklari o'rtacha o'lchami 77,01 Å bo'lganda moyni filtrlash tezligini 1,34 martagacha jadallashtirishi ilmiy asoslangan.

70% li sirka kislotasida yumshoq usulda faollashtirilgan Karmana opokasimon gilini kungaboqar luzgasi bilan aralashtirib pirolizlash natijasida olingan koagulyatsiyalovchi va adsorbtsion faollikga ega filtrlash oqlash agenti (FOA) moyning kislotaga hamda peroksid sonlarini 30% gacha samarali pasaytirishiga erishishi isbotlangan;

sayqallovchi rafinatsiyalangan paxta va kungaboqar moylariga 60° C haroratda moy massasiga nisbatan 1,5-2,0% miqdorida filtrlash-oqlash agenti bilan ishlov berish moy-soapstok muhitida soapstokni koagulyatsiya markazlarini hosil qilib, jipslashtirishi hisobiga filtrlashning dastlabki tezligini 10% gacha oshirishi ilmiy asoslangan;

oksidlangan paxta va kungaboqar moylarini sayqallovchi rafinatsiyalash, moy-soapstok muhitida moyni samarali filtrlash uchun FA va koagulyatsiyalovchi hamda adsorbtsion faollikga ega FOA olish texnologiyalari ishlab chiqilgan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

o'simlik moylarini oksidlanish jarayoniga turli omillarning ta'siri va bu jarayonlarni fiziologik ahamiyati asoslangan;

sanoatda va saqlash jarayonida birlamchi oksidlanish hosilalari paydo bo'lgan moylarni sayqallovchi rafinatsiyalash bilan iste'mol darajasigacha regeneratsiyalash imkoniyati yaratilgan;

sayqallovchi rafinatsiyalangan paxta va kungaboqar moylarida hosil bo'lgan kichik zarrachali, muallaq turib qoluvchi soapstokni moydan ajratishda termik faollashtirilgan opokasimon gil va pirolizlangan kungaboqar luzgasi aralashmalaridan, shuningdek, opokasimon gilni kislotali faollashtirishda organik asosli sirka kislotasidan foydalanishga asoslangan ekologik toza texnologiya ishlab chiqilgan;

yaratilgan texnologiyalar bo'yicha olingan FA va FOA qo'llash bilan filtrlash samaradorligini 10% gacha oshirilgan bo'lib, ularning o'tkazuvchanligini reglament me'yorlarida saqlanish darajasini ta'minlash asoslangan;

FOA qo'llanganda moyning rangi, kislota va perikis sonlarini qo'shimcha ravishda pasaytirishga erishishi isbotlangan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchligi** tadqiqot natijalarining yetarli darajada aniqligini ta'minlash uchun parallel tajribalar, qo'pol xatolarni qisqartirish, dispersiyalarning bir xilligini va tajribalar takrorlanuvchanligining xatoligini tekshirish amalga oshirilganligi, miqdoriy tarkibini tahlil qilish va statistik qayta ishlashning, tajribaviy tadqiqotlarning xalqaro usullaridan foydalanganligi bilan tasdiqlangan.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.** Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati, o'simlik moylarida moyli urug'dagi lipoksigenazalar yorug'lik, harorat va mahsulot tarkibidagi namlik hisobiga metall ionlari yoki boshqa erkin radikallar bilan ta'sirlashib, malon dialdegidlarigacha parchalanishi, paxta va kungaboqar moylarini kaustik sodaning 250 g/l konsentratsiyali eritmasi bilan sayqallovchi rafinatsiyalash texnologiyasiga asoslanganligi, FA moyni filtrlash tezligini 1,34 martagacha kuchaytirishi tajriba natijalarida qayd etilganligi, adsorbtsion faollikga ega FOA moyning kislota hamda perekis sonlarini 30% gacha samarali pasaytirishiga erishilganligi, sayqallovchi rafinatsiyalangan paxta va kungaboqar moylariga 60<sup>0</sup> C haroratda moy massasiga nisbatan 1,5-2,0% miqdorida filtrlash-oqlash agenti bilan ishlov berish filtrlashning dastlabki tezligini 10% gacha oshirishi bilan izohlanadi.

Natijalarning amaliy ahamiyati shundan iboratki, o'simlik moylarini oksidlanish jarayoniga turli omillarning ta'siri va bu jarayonlarni fiziologik ahamiyati asoslanganligi, sanoatda va saqlash jarayonida birlamchi oksidlanish hosilalari paydo bo'lgan moylarni sayqallovchi rafinatsiyalash bilan iste'mol darajasigacha regeneratsiyalash imkoniyati yaratilganligi, opokasimon gilni kislotali faollashtirishda organik asosli sirka kislotasidan foydalanishga asoslangan ekologik toza texnologiyalari ishlab chiqilganligi, yaratilgan texnologiyalar

bo'yicha olingan FA va FOA qo'llash bilan filtrlash samaradorligini 10% gacha oshirilganligi, ularning o'tkazuvchanligini reglament me'yorlarida saqlanish darajasi ta'minlanganligi, FOA qo'llanganda moyning rangi, kislota va perikis sonlarini qo'shimcha ravishda pasaytirishga erishishi aniqlanganligi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Filtrlovchi qo'shimchalar qo'llash bilan o'simlik moylarini rafinatsiyalash texnologiyasini takomillashtirish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida.

sayqallovchi rafinatsiyalash texnologiyasi "Asian golden oil" MChJ korxonasi joriy etilgan ("O'zyog'moysanoati korxonalari" uyushmasining 2024-yil 25-oktabrdagi KC/3-369 sonli ma'lumotnomasi). Natijada, moyning kislota sonini 0,52 dan 0,17 mg KOH/g gacha, perekis sonini 18,4 dan 6,4  $\frac{1}{2}$ O mmol/kg gacha, rangini 23 dan 14 mg J gacha pasaytirishga hamda namunalarni 1,0-2,0% miqdorida filtrlovchi agent qo'shib filtrlashda moyning filtrlanish tezligi 0,42 dan 1,63 kg s/m<sup>2</sup> gacha oshirish imkonini bergan;

sayqallovchi rafinatsiyalash va FOA agentlarini soapstokni moydan ajratish texnologiyasi "Sultontex group" MChJ korxonasi joriy etilgan ("O'zyog'moysanoati korxonalari" uyushmasining 2024-yil 25-oktabrdagi KC/3-369-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, moyga 1,0-2,5% miqdorida filtrlovchi-oqlovchi agent qo'shilishi moyning filtrlanish tezligini 4,56 martagacha oshishiga, rangini 12% gacha pasaytirishga, kislota sonini 30% gacha va perekis sonini 15% gacha kamaytirish imkonini bergan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Dissertatsiya ishining natijalari 6 ta xalqaro va 5 ta respublika ilmiy-texnik anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 24 ta ilmiy ish chop etilgan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalarning asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan ilmiy nashrlarida 13 ta maqola, jumladan 9 tasi respublika va 2 tasi xorijiy jurnallarda hamda 2 ta Scopus ma'lumotlar bazasida indeksatsiyalangan jurnallarda nashr etilgan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 113 betni tashkil etadi.

## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

**Kirish** qismida muammoning dolzarbligi, ilmiy-amaliy asoslari, dissertatsiyaning maqsad va vazifalari shakllantirilgan, olingan natijalarning ilmiy yangiligi va amaliy ahamiyati ochib berilgan, shuningdek, natijalarni sanoat sinovlari, dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning "**O'simlik moylarini rafinatsiyalash jarayonini takomillashtirishning istiqbollari**" deb nomlangan birinchi bobida o'simlik moylarining tarkibi va fizik-kimyoviy xususiyatlari, ularni hamroh moddalardan tozalash, rafinatsiyalashning o'ziga xos jihatlari, moylarni saqlashdagi o'zgarishlarni oldini olish va oksidlanish hosilalarini bartaraf etishning, shuningdek moylarni filtrlash jarayonini jadallashtirishning istiqbolli yo'nalishlari

adabiy manbalar tahlili orqali muhokama qilingan va dissertatsiya tadqiqotining yo‘nalishi asoslangan.

Dissertatsiyaning **“Tadqiqotlarda foydalanilgan xom ashyo va materiallar tavsifi, izlanish usullari va natijalarni tahlil qilish uslublari”** deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqotlarda foydalanilgan xom ashyo va materiallarning tavsifi, tadqiqotlarda qo‘llangan laboratoriya qurilmalari tavsifi va tajribalar olib borish tartibi, tadqiqot usullari, natijalarni statistik tahlil qilishda foydalanilgan usulbar va natijalarning ishonchliligi tahlili bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Saqlash jarayonida sifati o‘zgargan o‘simlik moylarini sayqallovchi rafinatsiyalash texnologiyasini ishlab chiqish”** deb nomlangan uchinchi bobida o‘simlik moylarini saqlash jarayonidagi o‘zgarishlarni bartaraf etish bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari bayon qilingan. Quyilgan maqsad va vazifalarga erishish uchun biz tomonimizdan quyidagi 3 ta yo‘nalishdagi eksperimental tadqiqotlar olib borildi:

o‘simlik moylaridagi oksidlanish hosilalarini samarali bartaraf etishga qaratilgan sayqallovchi rafinatsiyalash texnologiyasini ishlab chiqish;

moy:ishqor emulsiyali muhitida soapstok zarrachalarini koagulyatsiyalash va adsorbsiyalashga qaratilgan filtrlash va filtrlash-oqlash agentlarini ishlab chiqish;

filtrlash jarayonini takomillashtirish bilan moy-soapstok reaksion aralashmasi muhitidan soapstokni samarali ajratish usulini ishlab chiqish.

Eksperimental tadqiqotlarda fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari 1-jadvalda keltirilgan, saqlashdan qaytgan moylardan foydalanildi.

### 1-jadval

#### Birlamchi oksidlangan o‘simlik moylarining fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkichlar	Saqlashdan oldin		Saqlashdan qaytarishda		Standart talablari	
	paxta	kungab.	paxta	kungab.	paxta	kungab.
Kislota soni, mg KOH/g	0,18	0,24	0,6	0,9	0,3	0,6
Rangi*	8	10	8	10	8	10
Perekis soni, mmol ½ O/ kg	6,1	3,3	14,1	17,3	10,0	10,0
Namlik va uchuvchi moddalarning massa ulushi, %	0,19	0,1	0,21	0,11	0,2	0,1
Sovunlanmaydigan moddalar, %	0,85	0,14	0,86	0,41	1,0	ruxs.etilm

\*- Rangi: paxta moyi uchun Lovibond bo‘yicha 1 sm qalinlikdagi kyuvetada, doimiy 35 sariq birlikda - qizil birlik; kungaboqar moyi uchun yod shkalasi bo‘yicha - mg yod.

1-jadvalda ko‘rinib turibdiki, saqlash muddati tugagandan so‘ng, paxta moyining kislota soni 0,6 mg KOH/g gacha, kungaboqar moyiniki esa 0,9 mg KOH/g gacha oshgan. Moylarning rangi o‘zgarmagan bo‘lsada, perekis soni paxta va kungaboqar moylariga mos ravishda 14,1 va 17,3 mmol ½ O/kg ni tashkil etgan. Kislota va perekis sonining oshishi, rangi va shaffofligi o‘zgarmagani moy namunalari hali birlamchi oksidlanish jarayonida ekanligini ko‘rsatadi. Birlamchi oksidlanish hosilalarini bartaraf etish va sifat ko‘rsatkichlarini standart talablargacha keltirish uchun biz tomonimizdan sayqallovchi rafinatsiyalash taklif qilindi va bu so‘z (atamasi)ning mazmuni shundaki, moyning hamroh moddalari kamligidan kelib chiqib, kislota soniga mos ravishda, konsentratsiyasi 250 g/l

bo‘lgan kaustik soda eritmasidan, 50% ortiqcha miqdor sarflab rafinatsiyalash amalga oshiriladi. Jarayonning kechishi odatdagi ishqoriy rafinatsiyadan quyidagilar bilan farqlanadi:

moyning ishqor bilan ta’sirlashuvchi hamroh moddalari, jumladan rang beruvchi moddalar, saqlashdan oldingi rafinatsiyalash vaqtida chiqarib yuborilgan;

asosiy maqsad saqlash jarayonida paydo bo‘lgan erkin yog‘ kislotalari va oksidlanish hosilalarini neytrallash bo‘lgani uchun jarayonda yuqori konsentratsiya va ortiqcha ishqor sarfiga ehtiyoj yo‘q;

moy tarkibida ishqor bilan ta’sirlashuvchi fosfolipidlar, karotinoidlar va xlorofillar kabi soapstokka qutblanish beruvchi va koagulyatsiya markazlarini hosil qiluvchi moddalar kamligi natijasida soapstok hosil bo‘lishi qiyin.

Tajribalarda moyning kislota va perekis sonlaridan kelib chiqib, paxta moyi uchun 0,65 kg/t, kungaboqar moyi uchun 0,75 kg/t ishqor sarflandi. Jarayonning boshida moy harorati 25°C, oxirida esa 50° C ni tashkil etdi. Soapstokni namlash uchun suv sarfi oxirigi konsentratsiya 0,125 g/l bo‘lishiga hisoblandi. Aralastirgich tezligi 50-60 ayl/min, neytrallash davomiyligi 30 daqiqa, koagulyatsiya vaqti 15-20 daqiqani tashkil qildi. Olingan natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

## 2-jadval

### Paxta va kungaboqar moylarini “Sayqallovchi rafinatsiyalash” jarayonidan keyingi fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkichlar	Moyning ko‘rsatkichlari	
	paxta	kungaboqar
Toza moy chiqishi, %	96,1	95,5
Kislota soni, mg KOH/g	0,15	0,14
Rangi	8	10
Shaffofligi	shaffof	shaffof
Perekis soni, mmol ½ O/kg	4,2	1,4
Sovunga sifat tahlili	yo‘q	yo‘q
Namlilik va uchuvchan moddalar, %	0,1	0,1
Sovunlanmaydigan moddalar, %	0,8	0,1

2-jadvalda ko‘rinib turibdiki, sayqallovchi rafinatsiyalangan paxta moyining kislota soni 0,15 mg kungaboqar moyiniki esa 0,14 mg KOH/g gacha, perekis soni esa paxta va kungaboqar moylariga mos 4,2 va 1,4 mmol ½ O/kg gacha pasaygan.

Shunday qilib, saqlash jarayonida oksidlanishga uchragan moylarni taklif qilinayotgan usulda sayqallovchi rafinatsiyalash moyning kislota va perekis sonlarini talab darajasigacha pasaytirish imkonini beradi. Lekin, jarayonda hosil bo‘ladigan soapstok, uni koagulyatsiyalashga yordam beruvchi hamroh moddalar yo‘qligi tufayli qiyin kechadi va kichik zarrachalar birikmay muallaq turib qoladi. 3-jadvalda sayqallovchi rafinatsiyalangan paxta va kungaboqar moylarida hosil bo‘lgan soapstokni cho‘ktirish natijalari keltirilgan.

3-jadvalda ko‘rinib turibdiki, nazorat tajribalarida soapstokni cho‘ktirishda muammo mavjud emas. Paxta moyida 2 soatda 90%, 4-5 soatda esa cho‘kishi mumkin bo‘lgan 98% zarrachalar cho‘kmaga tushadi. Analogik holat kungaboqar moyini rafinatsiyalashda ham kuzatilsada, undagi soapstok zarrachalari kichikligi

natijasida soapstokni to‘liq cho‘kish davri 6 soatni tashkil etadi. Sinov tajribalarida, hosil bo‘lgan soapstok miqdori moy massasiga nisbatan kam bo‘lsada cho‘kishga moyil emas, ya’ni asosiy qismi moyda kichik zarrachalar ko‘rinishida muallaq turib qoladi.

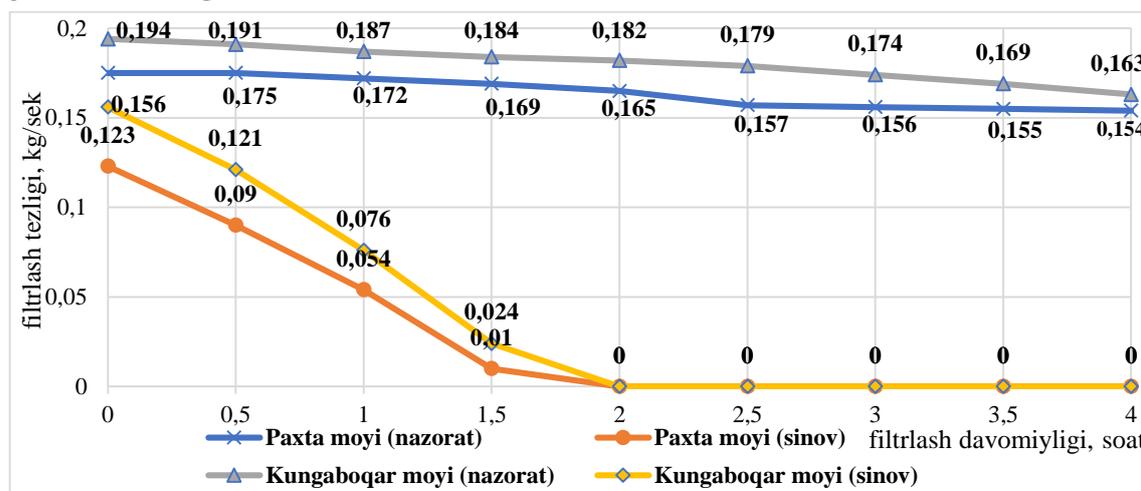
### 3-jadval

#### Sayqallovchi rafinatsiyalangan moylarning soapstogini cho‘ktirish natijalari

Moy turi	Soapstokni cho‘ktirish davomiyligi, soat							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Cho‘kmaga tushgan soapstokning umumiy hisoblangan miqdorga nisbatan ulushi, %							
Paxta moyi: nazorat;	70	90	95	97	98	98	98	98
sinov	15	18	19	19	20	20	21	21
Kungaboqar moyi: nazorat;	64	69	79	89	94	98	98	98
sinov	12	15	15	16	17	18	19	19

Natijada, 8 soat davomida paxta moyida hosil bo‘lgan cho‘kmaning 21%, kungaboqar moyida esa 19% cho‘kmaga tushgan.

Aniqlanishicha, reaksiyon aralashmadagi cho‘kma miqdori 1,0% dan oshmasada, zarrachalarning kichikligi cho‘kma tushishiga to‘sqinlik qiladi. 1-rasmda sayqallovchi rafinatsiyalangan moylarni 0,3 MPa gacha bosimda filtrlash natijalari keltirilgan.



1-rasm. Sayqallovchi rafinatsiyalangan moylarni filtrlash tezligini vaqt davomida o‘zgarishi

1-rasmdan ko‘rinib turganidek, hosil bo‘lgan zarrachalar namligi yuqori va plastik bo‘lgani uchun filtr matoning yuzasida deformatsiyalangan qatlam hosil qilib g‘ovakliklarni to‘lib qolishi jarayon samarasini pasaytiradi. Filtr mato namlik ta‘sirida bo‘kadi va drenaj xususiyati yomon bo‘lgan plastik cho‘kma bilan qoplanib qoladi. Biz tomonimizdan, soapstok zarrachalarini filtrlash jarayonida filtr to‘siqlarini tiqilib qolishini bartaraf etuvchi maxsus filtrlash agentlarini qo‘llash taklif qilindi. Buning uchun biz Karmana opokasimon gili va korxonalaridan olingan kungaboqar luzgasining sorbsion xususiyatlarini tadqiq etdik. Opokasimon gil va kungaboqar luzgasini 200<sup>0</sup> C haroratda termik ishlov berish bilan faollashtirish va olinadigan adsorbentning nisbiy yuzasini mos ravishda 192,34 va 132,14 m<sup>2</sup>/g gacha oshirish mumkinligi aniqlangan bo‘lib,

opokasimon gilda mezo va makrog'ovakliklar asosiy o'rinni egallasa, kungaboqar luzgasidan piroliz yo'li bilan olingan materialda mikro:mezo va makrog'ovaklar nisbati 4:6 ni tashkil etadi.

Tajribalarimizda 1,0-2,0 mm oraliqda maydalangan kungaboqar luzgasini massasiga nisbatan 0,2% miqdorida karbamidning 20% eritmasi bilan 50-60 daqiqa davomida namlandi, so'ng 2% alyumokaltsiyli kvarts bilan ishlov berib, 180-200<sup>0</sup> C haroratda opokasimon gil bilan 50:50 nisbatda aralashtirib kislorodsiz muhitda piroliz qilindi. Bunda strukturaviy bog'langan suvni chiqarib yuborish natijasida gilning g'ovakligi o'zgaradi va kationlar adsorbsiyasini ta'minlovchi qo'shimcha g'ovakliklar paydo bo'ladi. Natijalar 4-jadvalda keltirilgan.

#### 4-jadval

### Alohida va aralashma holda faollashtirilgan opokasimon gillarning ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlar	Namunalar*			
	OG	TF-OG	P-KL	FA
Nisbiy yuza (BET), m <sup>2</sup> /g	153,25	192,34	132,14	165,1
Mikrog'ovaklarning nisbiy yuzasi, m <sup>2</sup> /g	-	-	58,72	29,36
Mezo va makrog'ovaklarning nisbiy yuzasi, m <sup>2</sup> /g	153,25	192,34	73,42	132,5
G'ovaklarning umumiy hajmi, sm <sup>3</sup> /g	0,262	0,405	0,162	0,287
Adsorbsion g'ovaklarning o'rtacha o'lchami, Å	98	120	33,1	77,01

\*-OG-tabiiy opokasimon gil, TF-OG - termik faollashtirilgan opokasimon gil, P-KL - piroliz qilingan kungaboqar luzgasi, FA – aralashmadan iborat filtrlash agenti.

4-jadvaldan ko'rish mumkinki, tabiiy opokasimon gilga termik ishlov berish natijasida uning nisbiy yuzasi 153,25 dan 192,34 m<sup>2</sup>/g gacha oshdi. Unda butun yuza mezo va makrog'ovaklardan iborat bo'lib, mikrog'ovaklar mavjud emas. Bu gilning boshqa gillardan yana bir asosiy farqli jihati g'ovakliklarning umumiy hajmi (0,405 sm<sup>3</sup>/g) va ularning o'rtacha o'lchami kattaligida (120 Å). Bunday o'lchamli g'ovakliklar yirik molekulali moddalarni (sovun qoldiqlari, oksidlanishning birlamchi va ikkilamchi hosilalari) sorbsiyalash va filtrlashda qo'l keladi. Lekin, kichik o'lchamli moddalarni sorbsiyalashda ishtirok etish uchun katta hisoblanadi.

Kichik o'lchamli g'ovaklikli tarkibni hosil qilish uchun kungaboqar luzgasini pirolizlab, yuzaning nisbiy maydoni 132,14 m<sup>2</sup>/g gacha oshirilgan, mikrog'ovaklarning nisbiy yuzasi 58,72 m<sup>2</sup>/g gacha bo'lgan, adsorbsion g'ovaklarning o'rtacha o'lchami 33,1 Å bo'lgan tarkibini olishga erishildi. Bunday tarkibiy tuzilish va adsorbsion ko'rsatkichlar olingan mahsulotlar kompozitsiyasini yaratish va FA sifatida qo'llashga asos bo'ldi.

Bizning tadqiqotlarimizda o'simlik moyi tarkibidagi ion bog'lanishga moyil hamroh moddalarni faol markazlar yordamida birlashtirish muhimligidan kelib chiqib, bunday markazlarni ko'proq saqlab qolish imkoniyatini qidirdik va organik kislotalar bilan ishlov berilganda ularning tarkibi "yumshoq" ta'sirga uchrab, faol markazlarni ko'proq saqlanib qolishini inobatga olib, opokasimon gillarni sirka kislotasida (UK) faollashtirdik. Sirka kislotali faollashtirishda kislotaning 70% konsentratsiyali eritmasida maksimalga erishildi. Bunda gil va kislotali eritmaning nisbati sulfat kislotali ishlov berishdagi kabi, 1:2,5 bo'lgan gidromodul tanlanib, 25-40% kislotasarfida faollashtirildi. Olingan suspenziyali massa distillangan suv

bilan pH muhiti 4-5 ga yetguncha yuvildi. Hosil bo'lgan gil massasi dastlab ochiq sharoitda, so'ngra esa quritish shkafida harorat 110-120<sup>0</sup> C da, 2 soat davomida quritildi. Gilning sorbsion sig'im ko'rsatkichlarini tahlil qilinib, namunalarning nisbiy yuzasi, mikro va mezog'ovakliklar nisbiy yuzasi, g'ovakliklarning umumiy hajmi, shuningdek o'rtacha o'lchami kabi ko'rsatkichlari aniqlandi. 5-jadvalda sirka kislotali faollashtirilgan opokasimon gil (UKF-OG), piroliz qilingan kungaboqar luzgasi (P-KL) va ularning aralashmasining FOA sorbsion xossalari keltirilgan. Natijalar 5-jadvalda keltirilgan.

## 5-jadval

### Turli usullarda faollashtirilgan opokasimon gillarning sorbsion xossalari

Ko'rsatkichlar	Namunalar*			
	SKF-OG	UKF-OG	P-KL	FOA
Nisbiy yuza (BET), m <sup>2</sup> /g	164,36	179,20	132,14	159,11
Mikrog'ovaklar nisbiy yuzasi, m <sup>2</sup> /g	4,70	8,55	58,72	69,45
Mezo va makrog'ovaklarning nisbiy yuzasi, m <sup>2</sup> /g	159,66	170,65	73,42	124,06
G'ovakliklarning umumiy hajmi, sm <sup>3</sup> /g	0,384	0,307	0,162	0,242
Adsorbsion g'ovakliklarning o'lchami, Å	74	82	33,1	60,39

\*SKF-OG-sulfat kislotali va UKF-OG-sirka kislotali faollashtirilgan opokasimon gil, P-KL-piroliz qilingan kungaboqar luzgasi, FOA – filtrlash-oqlash agenti.

5-jadvaldan ko'rinib turibdiki, opokasimon gilga sirka kislotasida ishlov berilganda nisbiy yuza 179,2 m<sup>2</sup>/g gacha undagi mikrog'ovaklar 8,55 m<sup>2</sup>/g gacha oshgani, g'ovakliklarning umumiy hajmi 0,307 sm<sup>3</sup>/g ni tashkil etdi. Sirka kislotasining past konsentratsiyasida asosiy o'zgarish uning gidroksil guruhini gilning yuzasidagi protonoaktseptor markazlari bilan ta'sirida kechadi. Yuqori konsentratsiyali sirka kislotasi bilan esa gilning elektronaktseptor Lyuis markazlari kislotaning karbonil kislorodi bilan ta'sirlashadi. Natijada, zarrachalar sirtida koordinatsion to'yingan alyuminiy atomi va monodetanant holdagi karboksilatni tutgani uchun Bronsted bo'yicha protondonor markazli gidroksil guruhga ega bo'ladi. Sirka kislotasida faollashtirilgan opokasimon gillar strukturasi maqsadli o'zgartirish bilan ham kislotali ham asosli ta'sir markazlari hosil bo'ladi.

Dissertatsiyaning **“Sayqallovchi rafinatsiyalash texnologiyasi va filtrlash-oqlash agentlarini sanoatda qo'llash”** deb nomlangan to'rtinchi bobida sayqallovchi rafinatsiyalangan paxta va kungaboqar moylarini FA va FOA agentlari bilan ishlov berishning filtrlash jarayoniga ta'sirini o'rganish, sanoat sharoitida sinash va iqtisodiy ko'rsatkichlarni aniqlashga qaratilgan. Biz tomonimizdan olingan aralashmalarni sayqallovchi rafinatsiyalangan paxta va kungaboqar moylarida soapstok zarrachalarini koagulyatsiyalovchi va filtrlash-oqlash agenti sifatida sinab ko'rildi (6-jadval).

6-jadvaldan ko'rinib turibdiki, sayqallovchi rafinatsiyalashdan keyin TF-OG qo'shib so'ng filtrlangan namunalarda reagent sarfi 0,5-2,0% gacha bo'lganda moyning rang ko'rsatkichlari 8 dan 7 qiz. birlikkacha kamayishi, kislotasi sonini 0,15 dan 0,11 mg KOH/g gacha tushirishga imkon berdi. Moyning rangi reagent sarfi 0,5-1,0% ni tashkil etganda 6 qizil.birl gacha pasaygan bo'lsa, 1,5-2,0% da 5 qizil birl. gacha pasaygan.

Shu moyga piroliz qilingan kungaboqar luzgasidan olingan reagentni (P-KL) qo'llanganda olingan natijalar ham 6-jadvalda keltirilgan.

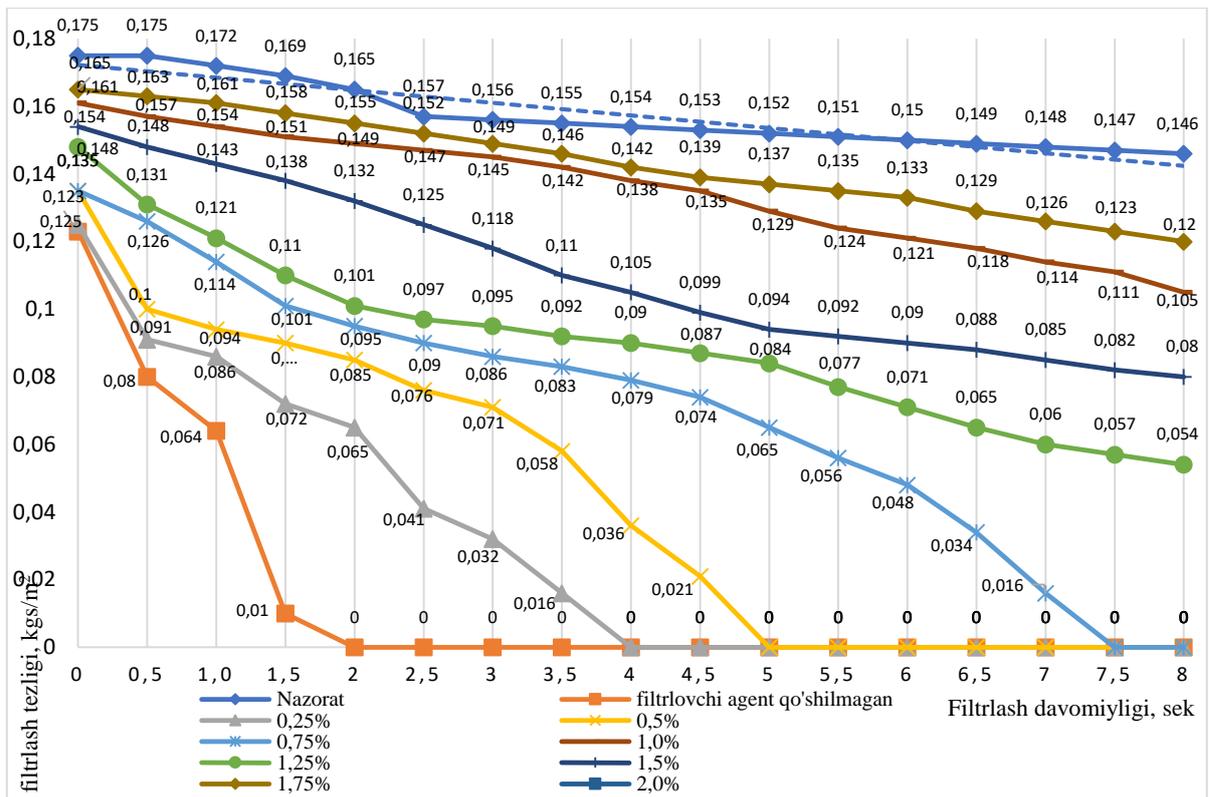
**Paxta moyini termik ishlov berilgan opokasimon gil, piroliz qilingan kungaboqar luzgasi va ularning aralashmasida ishlov berish natijalari**

Ko'rsatkichlar	Gil namunalari			
	TF-OG	P-KL	FA	FOA
Reagent sarfi, moy massasiga nisbatan 0,5%				
Kislota soni, mg KOH/g	0,15	0,15	0,15	0,13
Rangi*	8	8	7	7
Shaffofligi	xiralik bor	xira	shaffof	shaffof
Perekis soni, $\frac{1}{2}$ O/mmol kg	3,9	4,1	3,8	3,5
Sovunga sifat tahlili	musbat	musbat	manfiy	manfiy
Namlik va uchuvchan moddalar, %	0,1	0,09	0,09	0,09
Reagent sarfi, moy massasiga nisbatan 1,0%				
Kislota soni, mg KOH/g	0,13	0,14	0,13	0,12
Rangi*	7	8	7	6
Shaffofligi	shaffof	xira	shaffof	shaffof
Perekis soni, $\frac{1}{2}$ O/mmol kg	3,7	4,1	3,6	3,0
Sovunga sifat tahlili	manfiy	musbat	manfiy	manfiy
Namlik va uchuvchan moddalar, %	0,11	0,09	0,09	0,10
Reagent sarfi, moy massasiga nisbatan 1,5%				
Kislota soni, mg KOH/g	0,12	0,14	0,12	0,11
Rangi*	7	8	7	6
Shaffofligi	shaffof	xira	shaffof	shaffof
Perekis soni, $\frac{1}{2}$ O/mmol kg	3,7	4,1	3,6	2,9
Sovunga sifat tahlili	musbat	musbat	manfiy	manfiy
Namlik va uchuvchan moddalar, %	0,11	0,09	0,08	0,09
Reagent sarfi, moy massasiga nisbatan 2,0%				
Kislota soni, mg KOH/g	0,11	0,14	0,12	0,11
Rangi*	7	8	7	6
Shaffofligi	shaffof	xira	shaffof	shaffof
Perekis soni, $\frac{1}{2}$ O/mmol kg	3,5	3,8	3,5	2,5
Sovunga sifat tahlili	manfiy	manfiy	manfiy	manfiy
Namlik va uchuvchan moddalar, %	0,10	0,09	0,1	0,1

\*-paxta moyining rangi Lovibond bo'yicha doimiy 35 sar.birl. da, qizil birl., kungaboqar moyining rangi yod shkalasi bo'yicha, mgJ birliklarida keltirilgan.

Ikkala reagentning 50:50 nisbatdagi aralashmasidan tashkil topgan koagulyatsiyalovchi FOA qo'shilgan moylarda eng ahamiyatli tomoni shundaki, ularning shaffofligi va sovunga sifat tahlili manfiyligi kuzatildi.

Keyingi tadqiqotlarimizda o'simlik moylarini sayqallovchi rafinatsiyalash jarayonida hosil bo'ladigan siqiluvchan cho'kmani filtrlashda filtrlovchi agent miqdorining vaqt davomida, shuningdek, filtr yuzasida hosil bo'ladigan cho'kmaning qalinligiga bog'liq ravishda filtrlash tezligi va bosimiga ta'sirini tadqiq etildi. Tajribalarda ishqoriy rafinatsiyalangan, sayqallovchi rafinatsiyalangan, filtrlovchi agent qo'shilmagan va 0,25% dan 2,0% gacha qo'shilgan moy namunalari GOST 332-91 mos keluvchi filtrlovchi belting (FB) matosida filtrlash ko'rsatkichlari o'rganildi. Dastlab bosimning yuqori chegarasi 0,3 MPa bo'lgan sharoitda filtrlash tezligini tadqiq etildi. Tajriba natijalari 2-rasmda keltirilgan.



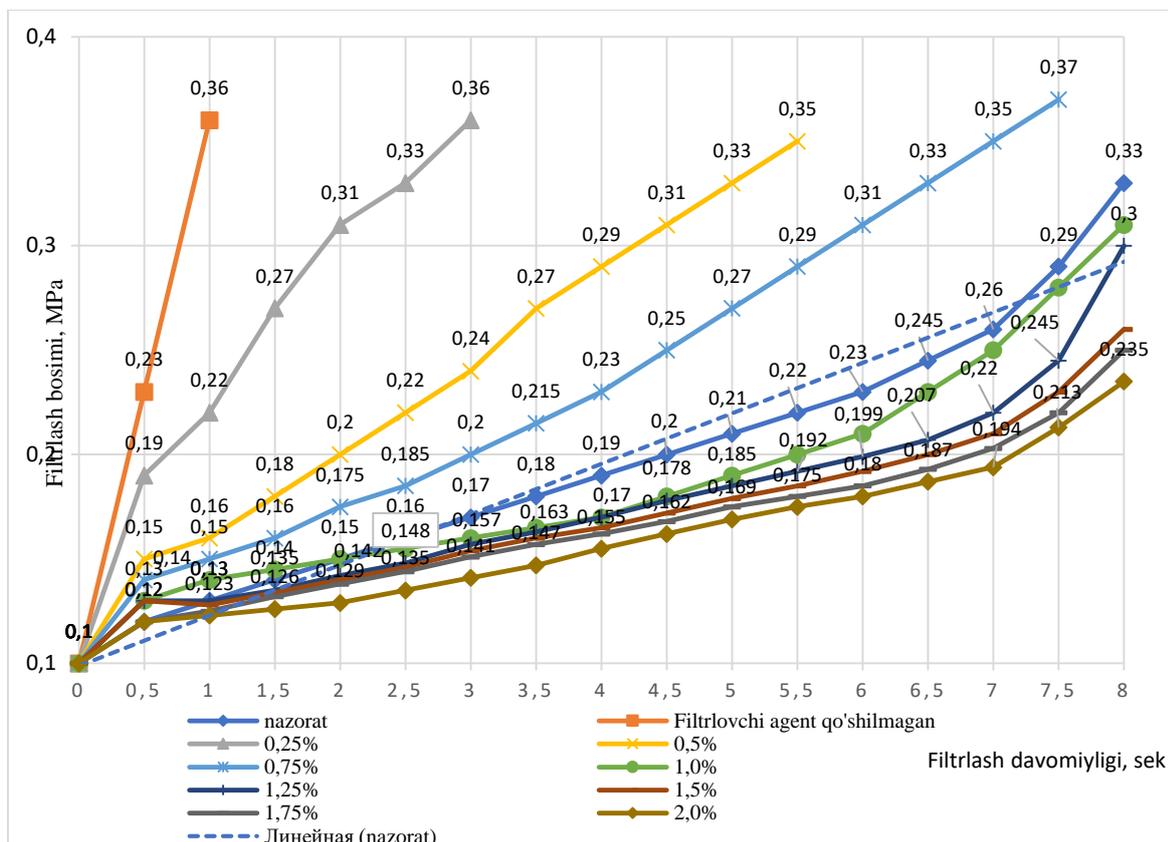
**2-rasm. Filtrlovchi agent miqdoriga bog‘liq ravishda vaqt davomida filtrlash tezligini o‘zgarishi**

Keyin esa xuddi shu namunalarni filtrlashda filtrlovchi agent miqdorini vaqt davomida bosimning o‘zgarishiga ta’siri aniqlandi.

Nazorat uchun ishqoriy rafinatsiyalangan va avval soapstogini cho‘ktirish yo‘li bilan ajratilgan moyni filtrlandi (2-rasm, nazorat tajribasi). Bunda filtrlashning dastlabki tezligi  $0,175 \text{ kg/m}^2$  ni tashkil etdi. Filtrlash jarayoni 1 soatgacha davom ettirilganda oqim tezligi sezilarli o‘zgarishi qayd etilmadi. 1,5-4 soat ichida filtrlash tezligi  $0,169$  dan  $0,154 \text{ kg/m}^2$  gacha pasayishi 8 soatda esa  $0,146 \text{ kg/m}^2$  gacha, ya’ni jami 8 soatlik ish jarayonida  $0,029 \text{ kg/m}^2$  ga pasayishi kuzatildi.

3-rasmda namunalarni filtrlash jarayonida qo‘llangan filtrlovchi agentni miqdoriga bog‘liq ravishda bosimning o‘zgarishi keltirilgan. Jumladan, nazorat tajribasida boshlang‘ich bosim  $0,1 \text{ MPa}$  ni tashkil etib, tadqiq etilgan dastlabki 6 soatda bosimning oshishi deyarli tekis chiziqli ko‘rinishga ega va soatiga  $0,2 \text{ MPa}$  ni tashkil etib,  $0,23 \text{ MPa}$  gacha oshdi. Keyingi 6-8 soatda sezilarli oshib,  $0,33 \text{ MPa}$  ga yetdi.

Sinov tajribalarida sayqallovchi rafinatsiyalangan, filtrlovchi agent qo‘shilmagan va  $0,25\%$  dan  $2,0\%$  gacha qo‘shilgan moy namunalarni filtrlashda tezlik va bosimning o‘zgarishlari tadqiq etildi. Natijalardan ko‘rinib turganidek (2- va 3-rasmlar), filtrlovchi agent qo‘shilmagan namunalarni filtrlash jarayonida 1-2 soat oralig‘ida bosimning  $0,1 \text{ MPa}$  dan  $0,36 \text{ MPa}$  gacha oshishi va filtrlash tezligi  $0,123 \text{ kg/m}^2$  dan  $0,01 \text{ kg/m}^2$  gacha, ya’ni amalda to‘xtab qolishiga olib keldi.



### 3-rasm. Filtrlovchi agent miqdoriga bog‘liq ravishda vaqt davomida filtrlash bosimini o‘zgarishi

Sayqallovchi rafinatsiyalangan moylarni massasiga nisbatan 0,25 dan 0,75% gacha filtrlovchi agent qo‘shilishi moyni filtr to‘siqlaridan oquvchanligini 2 soatdan 7 soatgacha oshirish imkonini bergan bo‘lsada (3-rasm), 0,25% reagent qo‘shilgan moyni filtrlash bosimi 2,5 soatda, 0,5% reagent qo‘shilgan moyda esa 5 soatda reglament me‘yorlaridan oshib ketgani kuzatildi. Sinov tajribalarida moyga qo‘shilayotgan filtrlovchi agent miqdorini 0,75-1,5% gacha qo‘shilishi dastlabki filtrlash tezligini 0,135 kg/m<sup>2</sup> dan 0,161 kg/m<sup>2</sup> gacha oshishini hamda 8 soatlik tajriba davrining to‘liq siklida filtrning o‘tkazuvchanligi pasayib borsada, saqlanib qolishiga (2-rasm), filtrlash bosimini esa me‘yordan oshib ketmasligini ta‘minladi.

Sayqallovchi rafinatsiyalangan moyga qo‘shiladigan reagent sarfi 1,5-2,0% gacha oshirilishi filtrlashning dastlabki tezligini 0,154 kg/m<sup>2</sup> dan 0,165 kg/m<sup>2</sup> gacha oshishi va 8 soatlik tajriba davrining oxirida 0,105 kg/m<sup>2</sup> dan 0,120 kg/m<sup>2</sup> gacha saqlab qolinishiga (3-rasm), shu bilan birga filtrlash bosimini barcha vaqt oralig‘ida nazorat namunasiga xos ravishdagi oshishi va reglament me‘yorlaridan oshmaganligi kuzatildi. Tajribalarda shu narsa kuzatildiki, barcha namunalarda filtrlashning dastlabki 30 daqiqa vaqtida bosimning keskin oshishi kuzatiladi. Bu holat filtrning to‘siqli yuzasida cho‘kma qatlamining paydo bo‘lishi, to‘siqlarning oqim qarshiligini oshishi bilan izohlanadi. Keyinchalik bosimning tekis o‘zgaruvchan va boshlang‘ich davrdagiga nisbatan sekinroq ravishda o‘zgarishi filtrning to‘siqlari ustida bizning pirovard maqsadimiz hisoblangan mustahkam g‘ovaksimon qatlamni hosil bo‘lgani va cho‘kma qatlami qalinlashishiga qaramasdan bu drenaj strukturani saqlanib qolishini ko‘rsatadi.

Filtrlash tezligi jihatidan eng yuqori natijalar moy massasiga nisbatan 2,0% miqdorida reagent qo'llanganda kuzatildi. Lekin, bosim o'zgarishining nazorat namunasiga yaqin ko'rsatkichlari reagent sarfi 0,75-1,5% bo'lganda erishildi. Agarda, reagent sarfi va foydalanilgan filtrlovchi agentning o'zi bilan olib chiqib ketadigan moylilikini inobatga olsak, amalda moyni filtrlash uchun qo'llanadigan reagent miqdori 0,75-1,0% bo'lishi yetarli degan xulosaga kelish mumkin.

Keyingi tadqiqotlarimizda, filtr yuzasida to'planadigan cho'kma qalinligini filtrlash jarayoni bosimi va tezligi o'zgarishiga ta'sirini eksperimental yo'l bilan aniqladik. Bunda, reglament bo'yicha filtrlash jarayonida filtr matoning tavsifiy ko'rsatkichlaridan kelib chiqib, bosimning nominal darajasi 0,3 MPa va yuqori chegarasi 0,5 MPa dan oshmasligi kerakligi va bir smenada (8 soatda) kamida bir marta tozalanishi kerakligidan kelib chiqqan holda tajribalar o'tkazildi. Tajriba natijalari 7- va 8-jadvallarda keltirilgan.

7-jadvaldan ko'rinib turganidek, nazorat namunalarida dastlabki 1 mm gacha cho'kma qatlami hosil bo'lishida filtrlash bosimi sezilarli o'zgarmaydi va keyingi 2-6 mm gacha cho'kma qatlami hosil bo'lishi jarayonida bosim 0,14-0,34 MPa gacha oshadi va 6-9 mm gacha qatlam qalinligi paydo bo'lishida reglamentdagi nominal bosimdan ko'tarilib, 10 mm gacha qatlam hosil bo'lishi bilan bosim ruxsat etilgan 0,5 MPa dan oshib ketgani tufayli filtrlash jarayonini to'xtatildi.

**7-jadval**

**Filtr yuzasidagi cho'kma qalinligiga bog'liq ravishda bosimning o'zgarishi**

Filtrlovchi agent miqdori, %	Qatlam qalinligi, mm									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Filtrlash bosimi, MPa									
Nazorat	0,08	0,14	0,20	0,25	0,3	0,34	0,39	0,43	0,47	0,50
0,00*	0,20	0,35	0,50	x	x	x	x	x	x	x
0,25	0,15	0,25	0,36	0,45	0,51	x	x	x	x	x
0,50	0,13	0,22	0,29	0,34	0,39	0,42	0,46	0,50	x	x
0,75	0,13	0,20	0,25	0,30	0,34	0,38	0,41	0,45	0,49	x
1,00	0,10	0,13	0,16	0,19	0,23	0,27	0,31	0,35	0,39	0,43
1,25	0,10	0,12	0,14	0,17	0,19	0,22	0,26	0,29	0,34	0,38
1,50	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,22	0,25	0,29	0,33
1,75	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,24	0,28
2,00	0,07	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,24

\*-filtrlovchi agent qo'shilmagan namuna, x- bosim ruxsat etilgandan oshgani uchun filtrlash to'xtatilgan.

Sayqalovchi rafinatsiyalangan va filtrlovchi agent bilan ishlov berilmagan namunani filtrlash jarayonida cho'kma qatlami qalinligi 2 mm gacha yetishi bilan, cho'kmaning deformatsiyalanuvchi plastik strukturaga egaligi natijasida, o'z g'ovakligini yo'qotadi va oqimga qarshiligi yuqori bo'lgan qatlamni hosil qilishi bilan qatlam qalinligi 3 mm gacha yetganda bosim ruxsat etilgan chegaradan oshib ketadi.

Filtrlash yuzasidagi cho'kmaning oqimga teskari ta'sir qiluvchi qarshiligi yuqoriligini 8-jadvaldagi mos ravishdagi ma'lumotlardan (Filtrlovchi agent

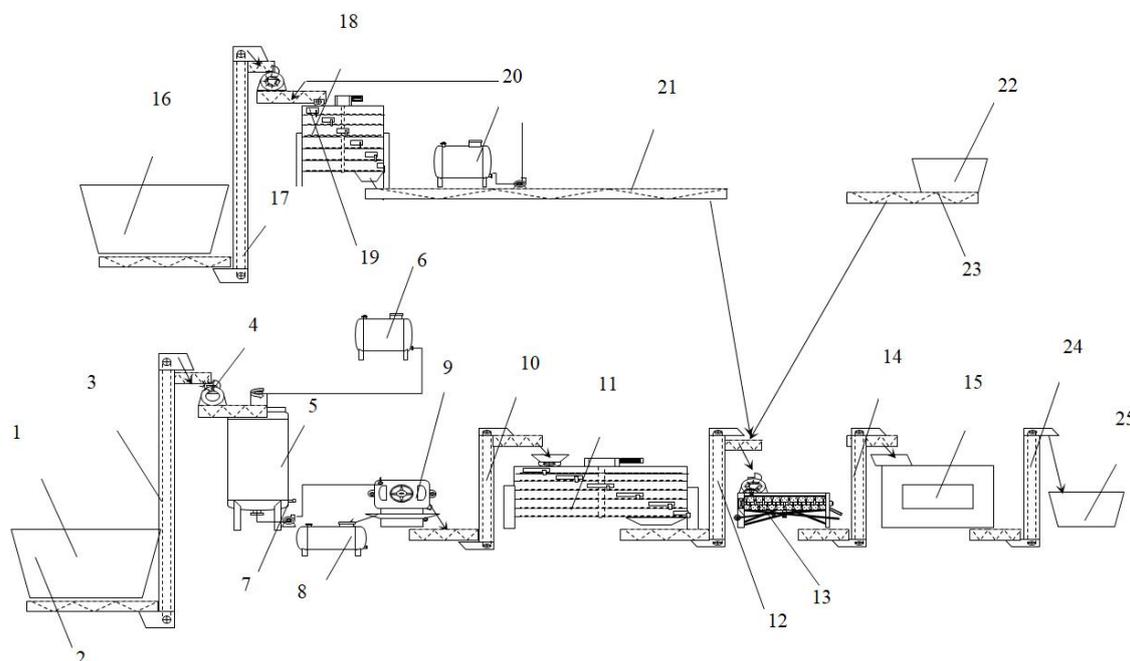
qo‘shilmagan namuna) qatlam qalinligi 3 mm gacha yetganda oqim tezligi 0,03 kg s/m<sup>2</sup> (100 kg soat/m<sup>2</sup>) dan pasayib ketishida ham ko‘rishimiz mumkin.

## 8-jadval

### Filtr yuzasida cho‘kma qalinligiga bog‘liq ravishda filtrlash tezligining o‘zgarishi

Filtrlovchi agent miqdori, %	Qatlam qalinligi, mm									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Filtrlash tezligi, kg s/m <sup>2</sup>									
Nazorat	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14
0,00*	0,12	0,06	0,03	x	x	x	x	x	x	x
0,25	0,13	0,09	0,06	0,03	0,02	x	x	x	x	x
0,50	0,14	0,11	0,09	0,06	0,04	0,02	0,02	0,02	x	x
0,75	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02
1,00	0,15	0,12	0,11	0,10	0,09	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04
1,25	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,09	0,09	0,09	0,08	0,07
1,50	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,09
1,75	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,09
2,00	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11

Filtrlovchi agent miqdori 1,0% ni tashkil etganda cho‘kmaning 1 mm qatlamida jarayondagi bosim 0,10 MPa bo‘lsa, qatlam qalinligi 9 mm ga bosim 0,39 MPa ni tashkil etadi. Cho‘kma qalinligi 1 mm ga yetganda filtrlash tezligi 0,15 kg s/m<sup>2</sup> ni tashkil etgan bo‘lsa, qatlam qalinligi 9 mm ga yetganda filtrlash tezligi 0,05 kg s/m<sup>2</sup> gacha pasaygan.



#### 4-rasm. Koagulyatsiyalovchi filtrlash-oqlash agentini ishlab chiqarish texnologik sxemasi.

1-opokasimon gil uchun bunker, 2-shnek, 3-noriya, 4-bolg‘ali maydalagich, 5-reaktor, 6-kislota sig‘imi, 7-nasos, 8-nordon suvni neytrallashtirish sig‘imi, 9-filtr, 10, 12, 14, 17, 23, 24-shnekli noriya, 11-quritish tonneli, 13-maydalagichli aralashtirgich, 15-pirroliz pechi, 16-luzga uchun bunker, 18-maydalagich, 19-bo‘ktirish tonneli, 20-karbamid eritmasi uchun sig‘im, 21-maydalangan luzga uchun shnek, 22-alyumokaltsiyli kvarts sig‘imi, 25-filtrlash agenti uchun sig‘im

Filtrlovchi agent miqdorini moy massasiga nisbatan 1,25-2,0% gacha qo'shilishi jarayonda boshlang'ich bosimning 0,10 MPa dan 0,07 MPa gacha pasayishini, cho'kma qatlami qalinligi 9 mm gacha yetganda esa 0,34 MPa dan 0,21 MPa gacha pasayishiga olib keldi va 2,0% qo'shilganda filtrlash tezligini 0,12 kg s/m<sup>2</sup> gacha saqlanib qolishiga erishildi. Jarayonni olib borish texnologik sxemasi 4-rasmda keltirilgan.

Ishlanmalarni qo'llashdan olinishi mumkin bo'lgan, ya'ni yiliga 240 t filtrlash-oqlash agenti ishlab chiqarish va 10800 t sayqallovchi rafinatsiyalangan moyni filtrlab iste'molga qaytarishdan olinadigan iqtisodiy samara 17880 mln so'mni tashkil etadi.

## XULOSA

1. O'simlik moylari tarkibidagi to'yinmagan yog' kislotalari va biologik faol moddalar mavjudligi tufayli oksidlovchi shikastlanishga moyil bo'lsada, zanjir reaksiyasi kelib chiqishi uchun qator qonuniyatlarga buysunuvchi omillar mos kelishi kerak.

2. Birlamchi oksidlangan paxta va kungaboqar moylarini kaustik sodaning 250 g/l konsentratsiyali eritmasida 50% ortiqcha ishqor sarfi bilan sayqallovchi rafinatsiyalash texnologiyasi ishlab chiqilgan bo'lib moyning perekis sonini 10 barobargacha pasaytirishga erishildi.

3. Moy-soapstok muhitidagi muallaq zarrachalarni samarali filtrlash uchun 20% konsentratsiyali karbamid eritmasi va alyumokaltsiyli kvarts shimdirilgan kungaboqar luzgasining Karmana opokasimon gili bilan 50:50 nisbatdagi aralashmasini 180-200<sup>0</sup> C haroratda pirolizlash bilan olingan, g'ovakliklarining o'rtacha o'lchami 77,01 Å bo'lgan FA olishga erishildi;

4. Karmana opokasimon gilini 70% li uksus kislotasida yumshoq usulda faollashtirib pirolizlangan kungaboqar luzgasi bilan aralashtirib olingan koagulyatsiyalovchi va adsorbtsion faollikga ega FOA moyning kislota hamda perekis sonlarini 30% gacha samarali pasaytirishga erishildi;

5. Filtrlovchi agent qo'shilishi va uni miqdori oshirib borilishi bilan qatlam qalinligi oshishiga qaramasdan filtrlash bosimi va tezligi to'g'ri proporsional o'zgarishi aniqlangan bo'lib, filtr yuzasidagi cho'kma qatlami qalinligi 9 mm gacha bo'lganda filtrlash mumkinligi qayd etildi.

6. Oksidlangan paxta va kungaboqar moylarini sayqallovchi rafinatsiyalash, moy:soapstok muhitida moyni samarali FA va koagulyatsiyalovchi va adsorbtsion faollikga ega FOA olish texnologiyalari ishlab chiqildi va sanoat sinovlaridan o'tkazildi.

7. Yiliga 11000 t saqlashdan qaytarilgan paxta va kungaboqar moylarini sayqallovchi rafinatsiyalab, 10800 t moyni iste'molga qaytarish va uni filtrlash uchun 240 t filtrlash-oqlash agenti ishlab chiqarishdan olinadigan iqtisodiy samara 17880 mln so'mni tashkil etishi hisoblab chiqilgan.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/2025.27.12.T.16.05 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ БУХАРСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ  
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

---

**КАРШИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**ЭРКАЕВА НОДИРА ЧОРИЁРОВНА**

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАФИНАЦИИ  
РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЛЬТРУЮЩИХ  
ДОБАВОК**

**02.00.17 - Технология и биотехнология обработки, хранения и переработки  
сельскохозяйственных и пищевых продуктов**

**АВТОРЕФЕРАТ диссертации доктора философии (PhD)  
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Бухара - 2026**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2023.3.PhD/T3844.

Диссертация выполнена в Каршинском государственном техническом университете.  
Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице Научного совета ([www.bstu.uz](http://www.bstu.uz)) и Информационно-образовательном портале «Ziyouet» по адресу ([www.ziyouet.uz](http://www.ziyouet.uz)).

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Ахмедов Ашмжон Нормуминович</b> доктор технических наук, профессор
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Мажидов Кахрамон Халимович</b> доктор технических наук, профессор <b>Рузибоев Акбарали Турсунбаевич</b> кандидат технических наук, профессор
<b>Ведущая организация:</b>	<b>Гулистанский государственный университет</b>

Защита диссертации состоится 03 февраля 2026 г. в 09:00 часов на заседании Научного совета DSc.03/2025.27.12.T.16.05 в Бухарском государственном техническом университете. (Адрес: 200117, г.Бухара, ул. К.Муртазаева, 15. Тел.: (+99865)223-68-42, факс: (+99865)223-78-84, e-mail: [info@bstu.uz](mailto:info@bstu.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Бухарского государственного технического университета (зарегистрирована за № 483). (Адрес: 200117, г.Бухара, ул. К.Муртазаева 15. Тел.: (+99865) 223-68-42, факс: (+99865)223-78-84).

Автореферат диссертации разослан 14 января 2026 г.  
(протокол реестра №15 от 31 октября 2025 г.).



**С.Ф.Фозитов**  
член научного совета по присуждению учёных степеней, доктор технических наук, профессор

**А.Т.Олтиев**  
учёный секретарь научного совета по присуждению учёных степеней, доктор технических наук, доцент

**И.Б. Исабаев**  
Председатель научного семинара при научном совете по присуждению учёных степеней, доктор технических наук, профессор

## ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации (PhD) доктора философии)

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** По мере роста населения мира и сокращения площади земель, пригодных для сельского хозяйства, растет и спрос на безопасные продукты питания. Это включает обеспечение растительными маслами, которые имеют важное физиологическое значение и являются обязательным компонентом рациона питания. Также, на сегодняшний день важнейшее значение имеет обеспечение безопасности пищевых продуктов путем предохранения растительных масел от окисления и регенерации деградировавших масложировых продуктов.

Несмотря на то, что объемы мирового производства масличного сырья и, соответственно, растительных масел за последние 20 лет увеличились более чем вдвое, в связи с изменениями в отраслях производства и культуре потребления растительных масел последовательно проводятся и научные исследования масложировой продукции. Несмотря на то, что в этом направлении предполагается производство масел, прошедших несколько стадий рафинации в соответствии с требованиями безопасности пищевых продуктов, однако под воздействием множества факторов, постоянно влияющих на них в процессе хранения и использования, их физико-химические характеристики изменяются, а качество ухудшается, несмотря на принимаемые при этом меры предосторожности, в связи с тем, что растительные масла содержат достаточное количество окисляющих присадок для самопроизвольного окисления, физико-химические свойства длительно хранящихся масел, особенно пищевых масел с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот, ухудшаются, появляются продукты окисления с повышением кислотного и перекисного чисел, особое внимание уделяется новым технологическим решениям.

В нашей республике приняты меры по расширению ассортимента масложировой продукции, созданию конкурентной среды, повышению качества продукции и обеспечению населения гарантированными продуктами питания, проводятся научные исследования по производству товарной пищевой продукции. В стратегии развития нового Узбекистана поставлена задача «...расширение ассортимента продовольственных товаров, привлечение иностранных экспертов, проведение исследований по влиянию членства республики во Всемирной торговой организации на продовольственную сферу и разработка конкретных предложений в целях расширения сырьевой базы продовольствия и поэтапного увеличения объемов производства органической продукции в рамках реализации программы развития пищевой промышленности»<sup>1</sup>.

Настоящее диссертационное исследование в определенной мере послужит реализации задач, обозначенных в Указе Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития Нового Узбекистана», Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-4118 от 16 января

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан №УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

2019 года « О дополнительных мерах по дальнейшему развитию масложировой отрасли и внедрению рыночных механизмов управления отраслью», Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан № 724 от 17 ноября 2020 года «Об утверждении Общего технического регламента о безопасности масложировой продукции» и других нормативно-правовых актах, связанных с данной деятельностью.

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

**Степень изученности проблемы.** Ведущие учёные мира, такие как S.A.Hussain, R.Jamal, M.Tariq, M.M.Iqbal, F.Chigondo, B.S.Nyamunda, V.Bhebhe, K.Yildiz, V.P.Rjexin, A.A.Shmidt, H.C.Арутюнян, Н.Л.Меламуд, а также учёные нашей страны как А.А.Абдурахимов, А.И.Глушенкова, С.А.Абдурахимов, А.Н.Лисицын, А.Т.Ильясов, К.Х.Маджидов, И.Б.Исабаев, К.П.Серкаев, Д.С.Салиханов, А.Н.Ахмедов, А.А.Абдурахимов, Д.С.Сагдуллаева, О.А.Икромов, учитывая, что ненасыщенные жирные кислоты растительных масел подвержены окислению под воздействием различных факторов не только при хранении и переработке масличных семян, но и при хранении и использовании готовых маслопродуктов, проводили научные исследования в этом направлении, в частности, в различных технологических процессах, с целью улучшения качества масел, расширения их ассортимента и улучшения технико-технологических возможностей, и добились значительных научных и практических результатов.

Они создали совершенные технологии извлечения растительных масел, повышающие эффективность процессов переработки, обеспечивающие качество продукции и безопасность пищевых продуктов, таких как гидратация, рафинация и отбеливание.

Однако на сегодняшний день научные исследования, направленные на комплексное совершенствование технологии жиров и масел, а также проблемы, связанные с сохранением масел от окисления, ухудшением качества масел при длительном хранении и регенерацией первичных окисленных масел путем глубокой переработки, изучены недостаточно.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ Каршинского государственного технического университета в рамках хоздоговора № АТ-1/23 на 2023-2024 годы по теме «Совершенствование процесса первичной очистки растительных масел».

**Целью исследования** является совершенствование технологии рафинации путем использования фильтрующе-отбеливающих добавок с коагулянтными свойствами при восстановлении первичных окисленных растительных масел.

**Задачи исследования** заключаются в следующем:

определение возможности восстановления масел, подвергшихся первичному окислению, путем исследования факторов окисления растительных масел;

разработка технологии повторной рафинации, направленной на устранение продуктов первичного окисления;

создание фильтрующего агента с пористой структурой, предназначенного для эффективной фильтрации масла в системе масло-соапсток с низким содержанием сопутствующих веществ;

разработка технологии получения фильтрующих-отбеливающих реагентов, предназначенных для эффективной коагуляции соапстока и удаления продуктов окисления;

определить влияние фильтрующих агентов на показателях фильтрации масла;

проведение промышленных испытаний результатов, оценка технологической и экономической эффективности.

**Объектами исследования** являлись: физико-химический состав хлопковых и подсолнечных масел, изменения масел во время хранения, а также процессы получения рафинирующих и фильтрующих агентов, направленных на устранение продуктов окисления.

**Предметом исследования** являлись хлопковое и подсолнечное масла, вернувшиеся с хранения и имеющие признаки первичного окисления, термической и кислотной обработки опокавидных глин, а также фильтрующие и отбеливающие агенты, полученные пиролизом лузги подсолнечника.

**Методы исследования.** В диссертационной работе использованы современные физические, химические и физико-химические методы ВЭЖХ, ГХ, ТСХ анализа и другие методы для изучения опокавидных глин, активированных углеродных глин на основе лузги подсолнечника и их композиций, а также переработанных масел.

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в следующем:

доказано, что следы гидропероксидов, образующихся в растительных маслах под действием липоксигеназ в семенах масличных культур, реагируют с ионами металлов или другими свободными радикалами и разлагаются до малоновых диальдегидов под воздействием света, температуры и влаги в продукте;

научно доказано снижение вязкости хлопкового и подсолнечного масел с 14,1 до 4,2 ммоль  $\frac{1}{2}$  О/кг, а подсолнечного масла с 17,3 до 1,4 ммоль  $\frac{1}{2}$  О/кг, на основе технологии рафинации раствором едкого натра концентрацией 250 г/л,;

научно доказано, что фильтрующий агент (ФА), полученный путем пиролиза смеси 50:50 лузги подсолнечника, замоченной в 20% растворе мочевины, и Карманинской опокавидной глины при температуре 180-200°C для эффективной фильтрации взвешенных частиц в масло-соапстоковых средах, увеличивает скорость фильтрации масла до 1,34 раза при среднем размере пор 77,01 Å;

показано, что коагулянт и адсорбционный фильтрующий-отбеливающий агент (ФОА), полученный путем пиролиза Карманинской опокавидной глины, смешанной с лузгой подсолнечника, которая мягко активируется в 70% уксусной кислоте, эффективно снижает кислотное и перекисное числа масла до 30%.

доказано, что ФОА с коагулянтной и адсорбционной активностью, полученный путем пиролиза Карманинской опокавидной глины, смешанной с подсолнечной лузгой, мягко активированной в 70% уксусной кислоте, эффективно снижает кислотное и перекисное числа масла до 30%;

научно доказано, что обработка рафинированных хлопкового и подсолнечного масел фильтрующе-обеливающим агентом в количестве 1,5-2,0% от массы масла при температуре 60 С увеличивает начальную скорость фильтрации до 10% за счет образования центров коагуляции и уплотнения соапстока в среде масло-соапсток;

разработаны технологии полирующей рафинации окисленных хлопкового и подсолнечного масел, получения ФА для эффективной фильтрации масел в среде масло-соапсток и ФОА, обладающих коагулянтной и адсорбционной активностью.

**Практические результаты исследования** заключается в следующем:

обосновано влияние различных факторов на процесс окисления растительных масел и физиологическое значение этих процессов:

разработана возможность регенерации масел из первичных продуктов окисления, образующихся в промышленности и при хранении, до уровня потребителя методом полировки и рафинации;

разработана экологически безопасная технология, основанная на использовании смеси термоактивированной опокавидной глины и пиролизованной лузги подсолнечника для отделения от масла мелкодисперсного взвешенного соапстока, образующегося при полировке рафинированных хлопковых и подсолнечных масел, а также органической уксусной кислоты для кислотной активации опокавидной глины;

повышена эффективность фильтрации до 10% при использовании ФА и ФОА, полученных по разработанным технологиям, при сохранении их проницаемости в пределах нормативных значений;

**Достоверность результатов исследования** подтверждается проведением параллельных экспериментов, обеспечивающих достаточную точность результатов исследования, снижением грубых ошибок, проверкой однородности дисперсий и погрешности повторяемости эксперимента, использованием международных методов количественного анализа и статистической обработки, а также экспериментальных исследований.

**Научная и практическая значимость результатов исследования:** Научная значимость результатов исследований заключается в том, что доказано, что в растительных маслах липоксигеназы масличных семян реагируют с ионами металлов или другими свободными радикалами под действием света, температуры и влаги, образующихся в продукте, и разлагаются до малоновых диальдегидов, обоснована технология отбеливающей рафинации хлопкового и подсолнечного масел раствором едкого натра 250 г/л, результаты экспериментов показывают, что

липоксигеназы увеличивают скорость фильтрации масла до 1,34 раза, показано эффективное снижение кислотного и перекисного чисел масла липоксигеназы с адсорбционной активностью до 30%, обработка отбеленных рафинированных хлопкового и подсолнечного масел фильтрующим отбеливателем в количестве 1,5-2,0% от массы масла при температуре 60 °С увеличивает начальную скорость фильтрации до 10%.

Практическая значимость результатов заключается в том, что установлено влияние различных факторов на процесс окисления растительных масел и физиологическое значение этих процессов; создана возможность регенерации масел первичными продуктами окисления, образующимися в промышленности и при хранении, до потребительского уровня путем полирующей рафинации; разработаны экологически безопасные технологии, основанные на использовании органической основы уксусной кислоты при кислотной активации опоковидной глины; повышена эффективность фильтрации до 10% при использовании ФА и ФОА, полученных по созданным технологиям; обеспечен уровень сохранения их проницаемости в пределах нормативных норм; установлено, что использование ФОА позволяет дополнительно снизить цветность, кислотное и перекисное числа масла..

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных и практических результатов диссертационного исследования:

внедрена технология полирующей рафинации на предприятии ООО «Asian golden oil» (справка Ассоциации «Узёгмойсаноати корхоналари» №КС/3-369 от 25 октября 2024 г.). В результате удалось снизить кислотное число масла с 0,52 до 0,17 мг КОН/г, перекисное число с 18,4 до 6,4  $\frac{1}{2}O_2$  ммоль/кг, цветность с 23 до 14 мг Дж, а также увеличить скорость фильтрации масла с 0,42 до 1,63 кг·с/м<sup>2</sup> при фильтровании проб с добавлением фильтрующего агента в количестве 1,0-2,0%;

внедрена технология отбеливающей рафинации и выделения соапстока из масла с использованием агентов ФОА на предприятии ООО «Sultontex group» (справка Ассоциации «Узёгмойсаноати корхоналари» №КС/3-369 от 25 октября 2024 г.). В результате добавление в масло фильтрующе-отбеливающего агента в количестве 1,0-2,5% позволило увеличить скорость фильтрации масла до 4,56 раз, снизить его цветность до 12%, снизить кислотное число до 30% и перекисное число до 15%.

**Апробация результатов исследования.** Результаты диссертационной работы изложены и обсуждены на 6 международных и 5 республиканских научно-технических конференциях.

**Публикация результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано всего 24 работ, из них 13 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций, в том числе 9 в республиканских и 2 в зарубежных журналах, а также 2 в журналах, индексируемых в базе данных Scopus.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 113 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, описаны объекты и предмет исследования, его соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты, обоснована достоверность полученных результатов, приведены результаты внедрения разработок в производство, сведения об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной **«Перспективы совершенствования процесса рафинации растительных масел»**, на основе анализа литературных источников рассматриваются состав и физико-химические свойства растительных масел, их очистка от сопутствующих веществ, особенности рафинации, перспективные направления по предупреждению изменений при хранении масел и устранению продуктов окисления, а также ускорению процесса фильтрации масел, обосновано направление диссертационного исследования.

Во второй главе диссертации, озаглавленной **«Характеристика сырья и материалов, использованных при проведении исследования, методы исследования и методы анализа результатов»**, приведены сведения об описании сырья и материалов, использованных при проведении исследования, описание лабораторного оборудования, использованного при проведении исследования, и порядок проведения экспериментов, методы исследования, методы использованные при статистической обработке результатов, анализ достоверности полученных результатов.

В третьей главе диссертации, озаглавленной **«Разработка технологии полирующей рафинации для растительных масел, изменивших качество в процессе хранения»**, изложены результаты исследований, проведенных с целью устранения изменений в процессе хранения растительных масел. Для достижения поставленных целей и задач нами были проведены экспериментальные исследования по следующим 3 направлениям:

разработка технологии полирующей рафинации, направленной на эффективное удаление продуктов окисления из растительных масел;

разработка фильтрующих и фильтрующе-отбеливающих агентов, направленных на коагуляцию и адсорбцию частиц соапстока в среде масляно-щелочной эмульсии;

разработка способа эффективного отделения соапстока от реакционной смеси масло-соапсток путем совершенствования процесса фильтрации.

В экспериментальных исследованиях использовались масла, возвращенные из хранилища, физико-химические характеристики которых приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Физико-химические характеристики первично-окисленных растительных масел**

Показатели	Перед сохранением		При возврате от хранения		Стандартные требования	
	хлоп. масло	подсол. масло	хлоп. масло	подсол. масло	хлоп. масло	подсол. масло
Кислотное число, мг КОН/г	0,18	0,24	0,6	0,9	0,3	0,6
Цвет*	8	10	8	10	8	10
Перекисное число, ммоль ½ О/кг	6,1	3,3	14,1	17,3	10,0	10,0
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	0,19	0,1	0,21	0,11	0,2	0,1
Неомыляемые вещества, %	0,85	0,14	0,86	0,41	1,0	Не допус.

\*- Цвет: для хлопкового масла по Ловибонду в кювете толщиной 1 см константа 35 желтых единиц - красных единиц; для подсолнечного масла по йодной шкале - мг йода.

Как показано в таблице 1, после окончания срока хранения кислотное число хлопкового масла увеличилось до 0,6 мг КОН/г, а подсолнечного - до 0,9 мг КОН/г. Хотя цвет масел не изменился, перекисное число составило 14,1 и 17,3 ммоль ½О/кг для хлопкового и подсолнечного масел соответственно. Увеличение кислотного и перекисного чисел, неизменный цвет и прозрачность свидетельствуют о том, что образцы масла все еще находятся в процессе первичного окисления. С целью устранения продуктов первичного окисления и доведения показателей качества до нормативных требований нами предложена полировочная рафинация и значение этого слова (термина) заключается в том, что, исходя из низкого содержания в масле сопутствующих веществ, очистка осуществляется с использованием 50%-ного избытка раствора едкого натра концентрацией 250 г/л в соответствии с кислотным числом. Процесс отличается от обычной щелочной очистки следующим:

щелочечувствительные сопутствующие вещества масла, включая красители, были удалены в процессе рафинации перед хранением;

поскольку основной целью является нейтрализация свободных жирных кислот и продуктов окисления, образующихся при хранении, нет необходимости в высокой концентрации и избыточном расходе щелочи в процессе;

в связи с низким содержанием в масле щелочечувствительных фосфолипидов, каротиноидов и хлорофиллов, которые поляризуют соапсток и образуют центры коагуляции, образование соапстока затруднено.

в экспериментах, исходя из кислотного и перекисного чисел масла, для хлопкового масла использовалось 0,65 кг/т щелочи, а для подсолнечного – 0,75 кг/т. Температура масла в начале процесса составляла 25°C, а в конце – 50°C. Расход воды на смачивание соапстоком рассчитывался таким образом, чтобы конечная концентрация составила 0,125 г/л. Скорость вращения смесителя составляла 50–60 об/мин, время нейтрализации – 30 минут, время

коагуляции 15–20 минут. Полученные результаты представлены в таблице 2.

**Таблица 2**

**Физико-химические показатели хлопкового и подсолнечного масел после процесса «полирующей рафинации»**

Показатели	Показатели масло	
	хлопковый	подсолнечный
Выход чистого масла, %	96,1	95,5
Кислотное число, мг КОН/г	0,15	0,14
Цвет	8	10
Прозрачность	прозрачный	прозрачный
Перекисное число, ммоль ½ О/кг	4,2	1,4
Анализ качества мыла	нет	нет
Влага и летучие вещества, %	0,1	0,1
Неомыляемые вещества, %	0,8	0,1

Как показано в таблице 2, кислотное число хлопкового масла после полирующей рафинации снизилось до 0,15 мг КОН/г, а подсолнечного масла - до 0,14 мг КОН/г, перекисное число - до 4,2 и 1,4 ммоль ½О/кг соответственно для хлопкового и подсолнечного масел.

Таким образом, предлагаемый способ полирующей рафинации масел, подвергшихся окислению при хранении, позволяет снизить кислотное и перекисное числа масла до требуемого уровня. Однако образующийся при этом soapstock трудно удалить из-за отсутствия коагулянтов, способствующих его коагуляции, и мелкие частицы остаются во взвешенном состоянии без агрегации. В таблице 3 представлены результаты отстаивания soapstock, образовавшегося в полирующих рафинированных хлопковом и подсолнечном маслах.

В хлопковом масле 90% осаждающихся частиц оседают за 2 часа, а 98% - за 4-5 часов. Аналогичная ситуация наблюдается при очистке подсолнечного масла, но из-за малых размеров частиц soapstock в нём время полного осаждения soapstock составляет 6 часов. В опытных образцах, хотя количество образующегося soapstock мало по сравнению с массой масла, он не склонен к осаждению, то есть основная его часть остаётся взвешенной в масле в виде мелких частиц.

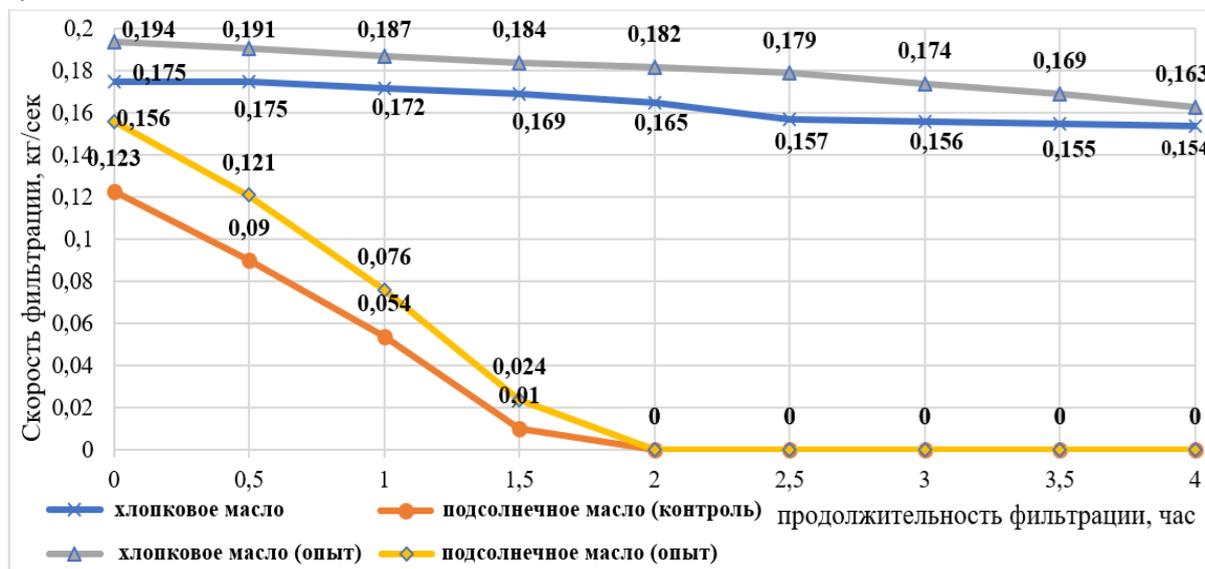
**Таблица 3**

**Результаты осаждения soapstock полированных рафинированных масел**

Тип масла	Время отстаивания soapstock, часы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Доля осажденного soapstock к общему расчетному количеству, %							
Хлопковое масло: контроль;	70	90	95	97	98	98	98	98
опыт	15	18	19	19	20	20	21	21
Подсолнечное масло: контроль;	64	69	79	89	94	98	98	98
опыт	12	15	15	16	17	18	19	19

В результате 21% образовавшегося осадка в хлопковом масле и 19% в подсолнечном масле осело в течение 8 часов.

Установлено, что количество осадка в реакционной смеси не превышает 1,0%, однако малый размер частиц препятствует седиментации. На рисунке 1 представлены результаты фильтрации очищенных масел при давлениях до 0,3 МПа.



**Рис. 1. Изменение скорости фильтрации полирмасел с течением времени**

Как видно из рисунка 1, полученные частицы имеют высокую влажность и пластичны, поэтому образуют деформированный слой на поверхности фильтровальной ткани и заполняют поры, снижая эффективность процесса. Под воздействием влаги фильтровальная ткань разбухает и покрывается пластиковым осадком, имеющим плохие дренажные свойства.

Мы предложили использовать специальные фильтрующие агенты, которые предотвращают засорение фильтров в процессе фильтрации частиц соапстока. Для этого были изучены сорбционные свойства Карманской опокавидной глины и лузги подсолнечника, полученных от предприятий. Установлено, что опокавидную глину и лузгу подсолнечника можно активировать путем термической обработки при температуре 200 °С, при этом относительная площадь поверхности полученного адсорбента может быть увеличена до 192,34 и 132,14 м<sup>2</sup>/г соответственно. Если в опокавидной глине основное место занимают мезо- и макропоры, то в материале, полученном пиролизом из лузги подсолнечника, соотношение микро: мезо- и макропор составляет 4:6.

В наших экспериментах лузгу подсолнечника, измельченную до размера частиц 1,0-2,0 мм, замачивали в 20% растворе мочевины концентрацией 0,2% по массе в течение 50-60 мин, затем обрабатывали 2% алюмокальциевым кварцем, смешивали с опокавидной глиной в соотношении 50:50 при температуре 180-200<sup>0</sup> С и подвергали пиролизу в бескислородной среде. В результате высвобождения структурно-связанной воды изменяется пористость глины и появляются дополнительные поры, обеспечивающие адсорбцию катионов. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4

**Показатели активированных опакавидных глин, по отдельности и в смесях**

Показатели	Образцы*			
	НГ	ТФ-ОГ	П-ПЛ	ФА
Относительная площадь поверхности (ВЭТ), м <sup>2</sup> /г	153,25	192,34	132,14	165,1
Относительная площадь поверхности микропор, м <sup>2</sup> /г	-	-	58,72	29,36
Относительная площадь поверхности мезо- и макропор, м <sup>2</sup> /г	153,25	192,34	73,42	132,5
Общий объем пор, см <sup>3</sup> /г	0,262	0,405	0,162	0,287
Средний размер адсорбционных пор, Å	98	120	33,1	77,01

\*-ОГ - природная опакавидная глина, ТА-ОГ - термоактивированная опакавидная глина, П-ПЛ - пиролизованная лузга подсолнечника, ФА - смешанный фильтрующий агент.

Из таблицы 4 видно, что в результате термической обработки природной опакавидной глины ее относительная поверхность увеличилась с 153,25 до 192,34 м<sup>2</sup>/г. Вся поверхность состоит из мезо- и макропор, микропоры отсутствуют. Еще одним основным отличием этой глины от других глин является общий объем пор (0,405 см<sup>3</sup>/г) и их средний размер (120 Å). Поры такого размера полезны для сорбции и фильтрации крупномолекулярных веществ (мыльных остатков, первичных и вторичных продуктов окисления). Однако они слишком велики для участия в сорбции мелкогазовых веществ.

Для получения композиции с малыми размерами пор лузгу подсолнечника подвергали пиролизу, в результате чего была получена композиция с относительной площадью поверхности до 132,14 м<sup>2</sup>/г, относительной площадью поверхности микропор до 58,72 м<sup>2</sup>/г и средним размером адсорбционных пор 33,1 Å. Такое структурное строение и параметры адсорбции послужили основой для создания композиции полученных продуктов и использования их в качестве ФА.

В наших дальнейших исследованиях опакавидная глина была активирована кислотой для повышения ее полярности и сорбционных свойств. В процессе декатионирования, который начинается с гидрирования опакавидных глин при обработке сильными кислотами, происходит разрыв связи между соседними тетраэдрами, что приводит к нарушению тетраэдрической кристаллической структуры. В наших исследованиях, исходя из важности связывания ионных соединений в растительных маслах с активными центрами, мы стремились в большей степени сохранить такие центры, и учитывая, что при обработке органическими кислотами их структура подвергается «мягкому» воздействию, и активные центры сохраняются в большей степени, мы активировали опакавидные глины в уксусной кислоте (УК). При активации уксусной кислотой максимальный результат достигался в 70% концентрированном растворе кислоты. При этом соотношение глины и раствора кислоты подбиралось, как и при обработке серной кислотой, 1:2,5, а активация гидромодуля проводилась при расходе 25-40% кислоты. Полученную суспензионную массу промывали

дистиллированной водой до достижения рН 4-5. Полученную глинистую массу высушивали сначала в открытых условиях, а затем в сушильном шкафу при температуре 110-120 °С в течение 2 часов. Проведен анализ сорбционной емкости глины, при этом определялись такие показатели, как относительная площадь поверхности образцов, относительная площадь поверхности микро- и мезопор, общий объем пор, а также средний размер. В таблице 5 представлены сорбционные свойства активированной уксусной кислотой опакавидной глины (АУК-ОГ), пиролизованной подсолнечной лузги (П-ПЛ) и их смеси (ФОА). Результаты представлены в таблице 5.

**Таблица 5**

**Сорбционные свойства опакавидных глин, активированных различными способами**

Показатели	Образцы*			
	НГАСК	АУК-ОГ	П-ПЛ	ФОА
Относительная площадь поверхности (ВЭТ), м <sup>2</sup> /г	164,36	179,20	132,14	159,11
Относительная площадь поверхности микропор, м <sup>2</sup> /г	4,70	8,55	58,72	69,45
Относительная площадь поверхности мезо- и макропор, м <sup>2</sup> /г	159,66	170,65	73,42	124,06
Общий объем пор, см <sup>3</sup> /г	0,384	0,307	0,162	0,242
Средний размер адсорбционных пор, Å	74	82	33,1	60,39

\*НГАСК-опакавидная глина, активированная серной кислотой и АУК-ОГ-активированная уксусной кислотой, П-ПЛ-пиролизная лузга подсолнечника, ФОА-фильтрующе-отбеливающий агент

Как видно из таблицы 5, при обработке опакавидной глины уксусной кислотой относительная площадь поверхности увеличилась до 179,2 м<sup>2</sup>/г, микропоры в ней увеличились до 8,55 м<sup>2</sup>/г, а общий объем пор составил 0,307 см<sup>3</sup>/г. При низких концентрациях уксусной кислоты основное изменение происходит за счет взаимодействия ее гидроксильной группы с протоноакцепторными центрами на поверхности глины. При высоких концентрациях уксусной кислоты электроноакцепторные льюисовские центры глины взаимодействуют с карбонильным кислородом кислоты. В результате частицы приобретают гидроксильную группу с протонодонорным центром по Бренстеду, за счет наличия на поверхности координационно насыщенного атома алюминия и карбоксилата в монодетантанатном состоянии. При целенаправленном изменении структуры опакавидных глин, активированных в уксусной кислоте, образуются как кислотные, так и основные центры действия.

Четвертая глава диссертации, озаглавленная «**Технология полирующей рафинации и промышленное применение фильтрующе-обеливающих агентов**» направлена на изучение влияния обработки полирующей рафинированных хлопкового и подсолнечного масел ФА и ФОА агентами на процесс фильтрации, испытания в промышленных условиях и определение экономических показателей. Полученные нами смеси были испытаны в качестве коагулирующих агентов и фильтрующе-обеливающих агентов для частиц соапстока в полирующей рафинированных хлопковом и подсолнечном маслах (таблица 6).

Как видно из таблицы 6, в образцах, отфильтрованных после полирующей рафинации с добавлением термоактивированной опакавидной глины (ТА-ОГ), показатели цветности масла составили 7 из 8 при расходе реагента 0,5-2,0%. Уменьшение кислотного числа с 0,15 до 0,11 мг КОН/г позволило снизить кислотное число. Цветность масла снизилась до 6 красных единиц при расходе реагента 0,5-1,0%, и до 5 красных единиц при 1,5-2,0%.

**Таблица 6**

**Результаты переработки хлопкового масла в термообработанной опакавидной глине, шлифовочной луже подсолнечника и их смесях**

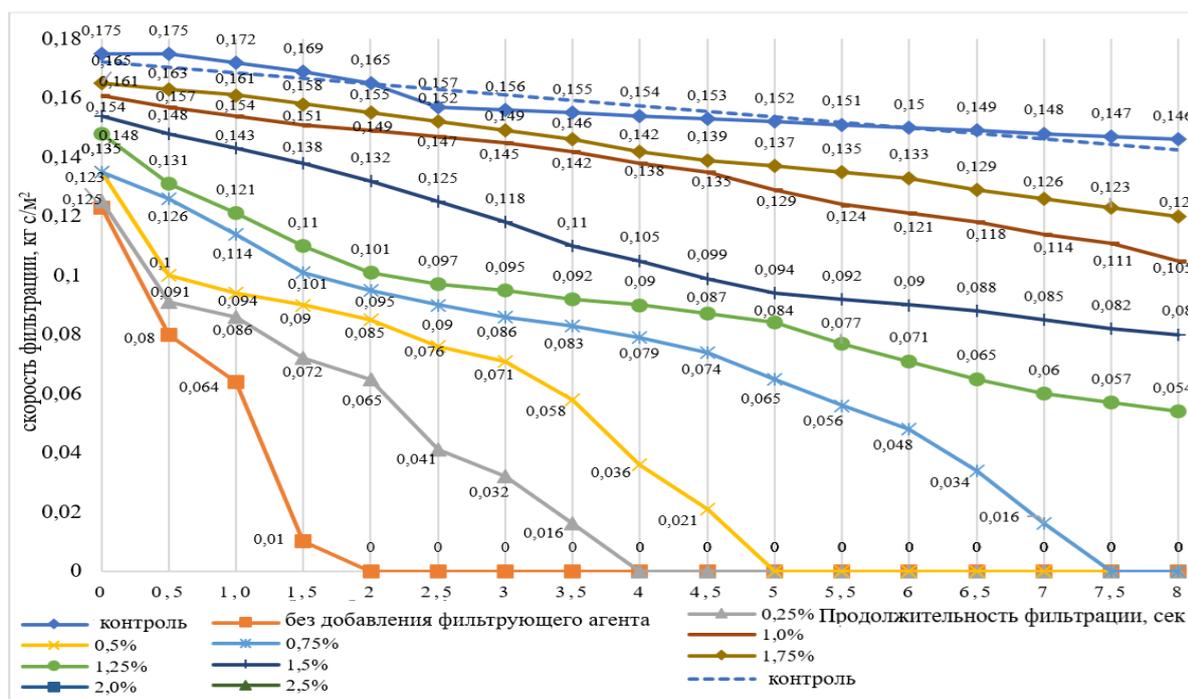
Показатели	Образцы глины			
	ТА-НГ	П-ПЛ	ФА	ФОА
Расход реагента 0,5% от массы масла				
Кислотное число, мг КОН/г	0,15	0,15	0,15	0,13
Цвет*	7	8	7	7
Прозрачность	тусклый	тусклый	прозрачный	прозрачный
Перекисное число, ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг	3,9	4,1	3,8	3,5
Анализ качества мыла	положительно	положительно	отрицательно	отрицательно
Влага и летучие вещества, %	0,1	0,09	0,09	0,09
Расход реагента, 1,0% от массы масла				
Кислотное число, мг КОН/г	0,13	0,14	0,13	0,12
Цвет*	7	8	7	6
Прозрачность	прозрачный	тусклый	прозрачный	прозрачный
Перекисное число, ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг	3,7	4,1	3,6	3,0
Анализ качества мыла	положительно	отрицательно	положительно	отрицательно
Влага и летучие вещества, %	0,11	0,09	0,09	0,10
Расход реагента, 1,5% от массы масла				
Кислотное число, мг КОН/г	0,12	0,14	0,12	0,11
Цвет*	7	8	7	6
Прозрачность	прозрачный	тусклый	прозрачный	прозрачный
Перекисное число, ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг	3,7	4,1	3,6	2,9
Анализ качества мыла	положительно	отрицательно	положительно	отрицательно
Влага и летучие вещества, %	0,11	0,09	0,08	0,09
Расход реагента, 2,0% от массы масла				
Кислотное число, мг КОН/г	0,11	0,14	0,12	0,11
Цвет*	7	8	7	6
Прозрачность	прозрачный	тусклый	прозрачный	прозрачный
Перекисное число, ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг	3,5	3,8	3,5	2,5
Анализ качества мыла	положительно	положительно	положительно	положительно
Влага и летучие вещества, %	0,10	0,09	0,1	0,1

\*-Цветность хлопкового масла указана в единицах константы 35 желтых единиц по Ловибонду, красных единиц, цветность подсолнечного масла указана в единицах мгДж по йодной шкале.

Результаты, полученные при использовании реагента, полученного из пиролизной лужги подсолнечника (П-ПЛ), к тому же маслу, также представлены в таблице 6.

Наиболее существенной особенностью масел с добавлением коагулирующего фильтрующего отбеливающего агента (ФОА), состоящего из смеси обоих реагентов в соотношении 50:50, была их прозрачность и отрицательный качественный анализ мыла.

В наших дальнейших исследованиях влияние количества фильтрующего агента на скорость фильтрации и давление во времени, а также толщину образующегося осадка на поверхности фильтра изучалось при фильтрации сжимаемого осадка, образующегося в процессе полирующей рафинации растительных масел. В экспериментах исследовалась фильтрационная способность образцов масел щелочноочищенных, полирующих рафинатов без добавления фильтрующего агента и с добавкой от 0,25% до 2,0% на фильтровальной бельтинговой ткани (ФБ) в соответствии с ГОСТ 332-91. Первоначально скорость фильтрации изучалась в условиях с верхним пределом давления 0,3 МПа. Результаты экспериментов представлены на рисунке 2.



**Рис. 2. Изменение скорости фильтрации во времени в зависимости от количества фильтрующего агента**

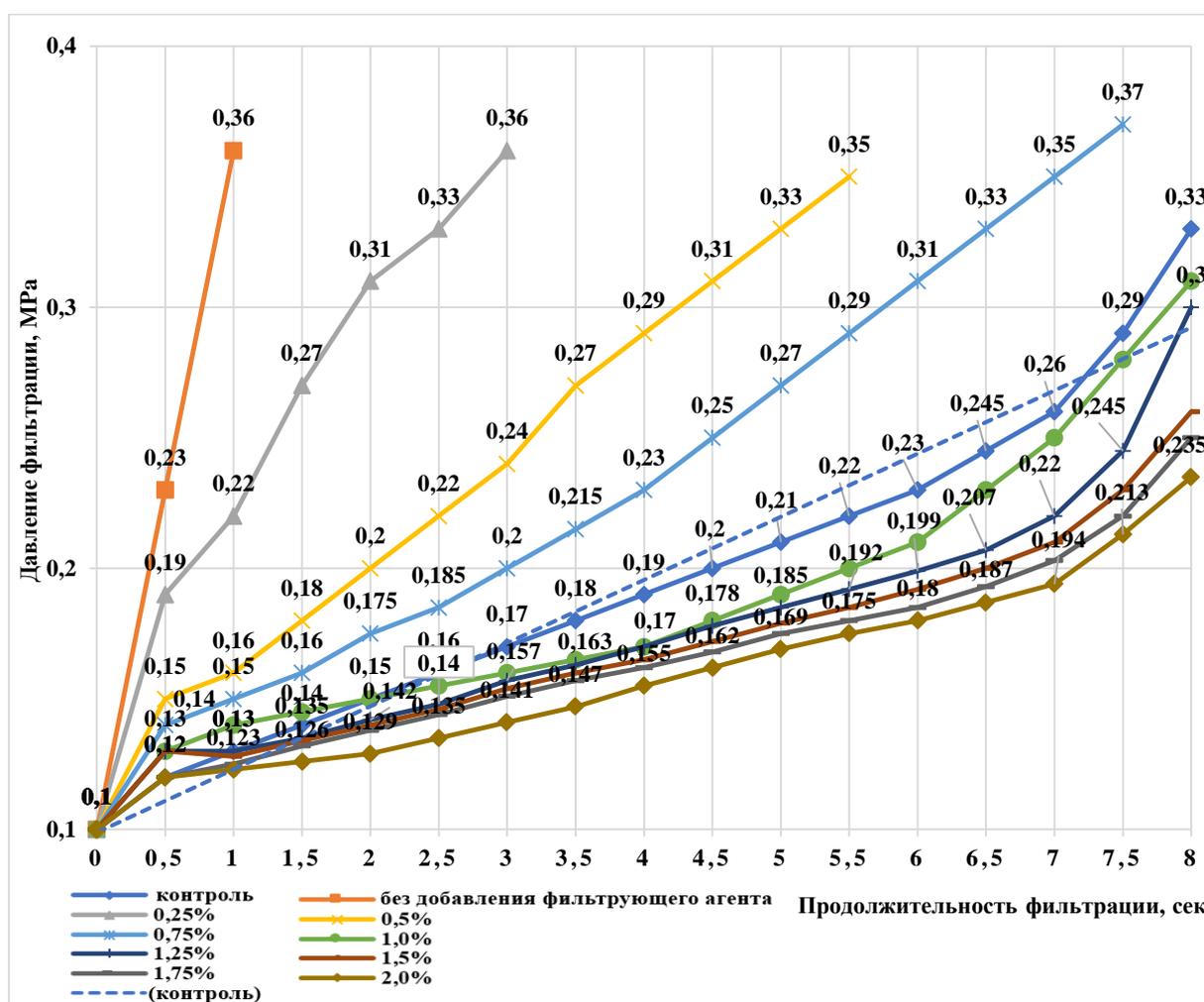
Затем определялось влияние количества фильтрующего агента на изменение давления во времени при фильтрации тех же образцов.

Для контроля фильтровалась щелочная рафинированная масла, предварительно отделенная осадением соапстока (рис. 2, контрольный эксперимент). В этом случае начальная скорость фильтрации составляла 0,175 кг/м<sup>2</sup>. При продолжении процесса фильтрации до 1 часа существенного изменения скорости потока не отмечено. В течение 1,5-4 часов скорость

фильтрации снижалась с 0,169 до 0,154 кг/м<sup>2</sup>, а в течение 8 часов - до 0,146 кг/м<sup>2</sup>, т. е. общее снижение составило 0,029 кг/м<sup>2</sup> за 8 часов работы.

На рисунке 3 показано изменение давления в процессе фильтрации образцов в зависимости от количества используемого фильтрующего агента. В частности, в контрольном эксперименте начальное давление составляло 0,1 МПа, а в первые 6 часов исследования рост давления был практически линейным и увеличивался с 0,2 МПа в час до 0,23 МПа. В последующие 6-8 часов оно значительно увеличивалось и достигало 0,33 МПа.

В опытных экспериментах изучалось изменение скорости и давления при фильтрации образцов масла с полирующим агентом, без добавления фильтрующего агента и с добавкой от 0,25% до 2,0%. Как видно из результатов (рисунки 2 и 3), фильтрация образцов без добавления фильтрующего агента привела к увеличению давления с 0,1 МПа до 0,36 МПа в течение 1-2 часов, а скорости фильтрации с 0,123 кг/м<sup>2</sup> до 0,01 кг/м<sup>2</sup>, т.е. практически прекратилась.



**Рис. 3. Изменение давления фильтрации во времени в зависимости от количества фильтрующего агента**

Хотя добавление фильтрующего агента в количестве 0,25-0,75% от массы очищенных масел позволило увеличить проницаемость масла через фильтрующие перегородки с 2 до 7 часов (рисунок 3), было отмечено, что

давление фильтрации масла с добавлением 0,25% реагента превысило нормативные нормы через 2,5 часа, а масла с добавлением 0,5% реагента - через 5 часов. В опытных экспериментах добавление количества фильтрующего агента, добавленного к маслу в количестве 0,75-1,5%, увеличило начальную скорость фильтрации с 0,135 кг/м<sup>2</sup> до 0,161 кг/м<sup>2</sup> и обеспечило сохранение проницаемости фильтра, хотя и снижаясь, в течение всего 8-часового цикла испытаний (рисунок 2), а давление фильтрации не превысило норму.

Увеличение расхода реагента, добавляемого в очищенную масла, до 1,5-2,0% привело к увеличению начальной скорости фильтрации с 0,154 кг/м<sup>2</sup> до 0,165 кг/м<sup>2</sup> и сохранению ее на уровне 0,105 кг/м<sup>2</sup> до 0,120 кг/м<sup>2</sup> к концу 8-часового экспериментального периода (рисунок 3), при этом давление фильтрации увеличивалось во всех временных интервалах, характерных для контрольного образца, и не превышало нормативных норм. В экспериментах было отмечено, что во всех образцах наблюдается резкий рост давления в течение первых 30 минут фильтрации. Это объясняется образованием слоя осадка на барьерной поверхности фильтра, увеличивающего гидравлическое сопротивление барьеров. Последующее плавное и более медленное изменение давления по сравнению с начальным периодом свидетельствует о том, что на барьерах фильтра формируется прочный пористый слой, что и является нашей конечной целью, и эта структура дренажа сохраняется, несмотря на утолщение слоя осадка.

Наиболее высокие результаты по скорости фильтрации наблюдались при использовании реагента в количестве 2,0% от массы масла. Однако изменения давления, близкие к контрольному образцу, достигались при расходе реагента 0,75-1,5%. Если учесть расход реагента и содержание масел, которое несет с собой используемый фильтрующий агент, то можно сделать вывод, что на практике для фильтрации масла достаточно количества реагента, используемого в количестве 0,75-1,0%.

В наших дальнейших исследованиях мы экспериментально определили влияние толщины осадка, накопленного на поверхности фильтра, на давление и скорость процесса фильтрации. При этом, исходя из характеристик фильтровальной ткани в процессе фильтрации согласно регламенту номинальное давление не должно превышать 0,3 МПа, а верхний предел не должен превышать 0,5 МПа, а очистка должна производиться не реже одного раза в смену (8 часов). Результаты экспериментов представлены в таблицах 7 и 8.

Как видно из таблицы 7, в контрольных образцах при образовании первого слоя осадка толщиной 1 мм давление фильтрации существенно не изменяется, а при образовании последующих слоев осадка толщиной 2-6 мм давление увеличивается до 0,14-0,34 МПа, а при достижении толщины слоя 6-9 мм оно превышает номинальное давление, указанное в регламенте, а при достижении слоя толщиной 10 мм процесс фильтрации прекращается, так как давление превышает допустимое 0,5 МПа.

Таблица 7

**Изменение давления в зависимости от толщины отложения на поверхности фильтра**

Содержание фильтрующего агента, %	Толщина слоя, мм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Давление фильтрации, МПа									
Контроль	0,08	0,14	0,20	0,25	0,3	0,34	0,39	0,43	0,47	0,50
0,00*	0,20	0,35	0,50	х	х	х	х	х	х	х
0,25	0,15	0,25	0,36	0,45	0,51	х	х	х	х	х
0,50	0,13	0,22	0,29	0,34	0,39	0,42	0,46	0,50	х	х
0,75	0,13	0,20	0,25	0,30	0,34	0,38	0,41	0,45	0,49	х
1,00	0,10	0,13	0,16	0,19	0,23	0,27	0,31	0,35	0,39	0,43
1,25	0,10	0,12	0,14	0,17	0,19	0,22	0,26	0,29	0,34	0,38
1,50	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,22	0,25	0,29	0,33
1,75	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,24	0,28
2,00	0,07	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,24

\*-образец без добавления фильтрующего агента, х-фильтрация остановлена, так как давление превысило допустимый предел.

При фильтрации образца, полирующей рафинации и не обработанного фильтрующим агентом, слой осадка достигает толщины 2 мм, что обусловлено деформируемой пластичной структурой осадка, который теряет пористость и образует слой с высоким гидравлическим сопротивлением, а давление превышает допустимый предел при достижении толщины слоя 3 мм.

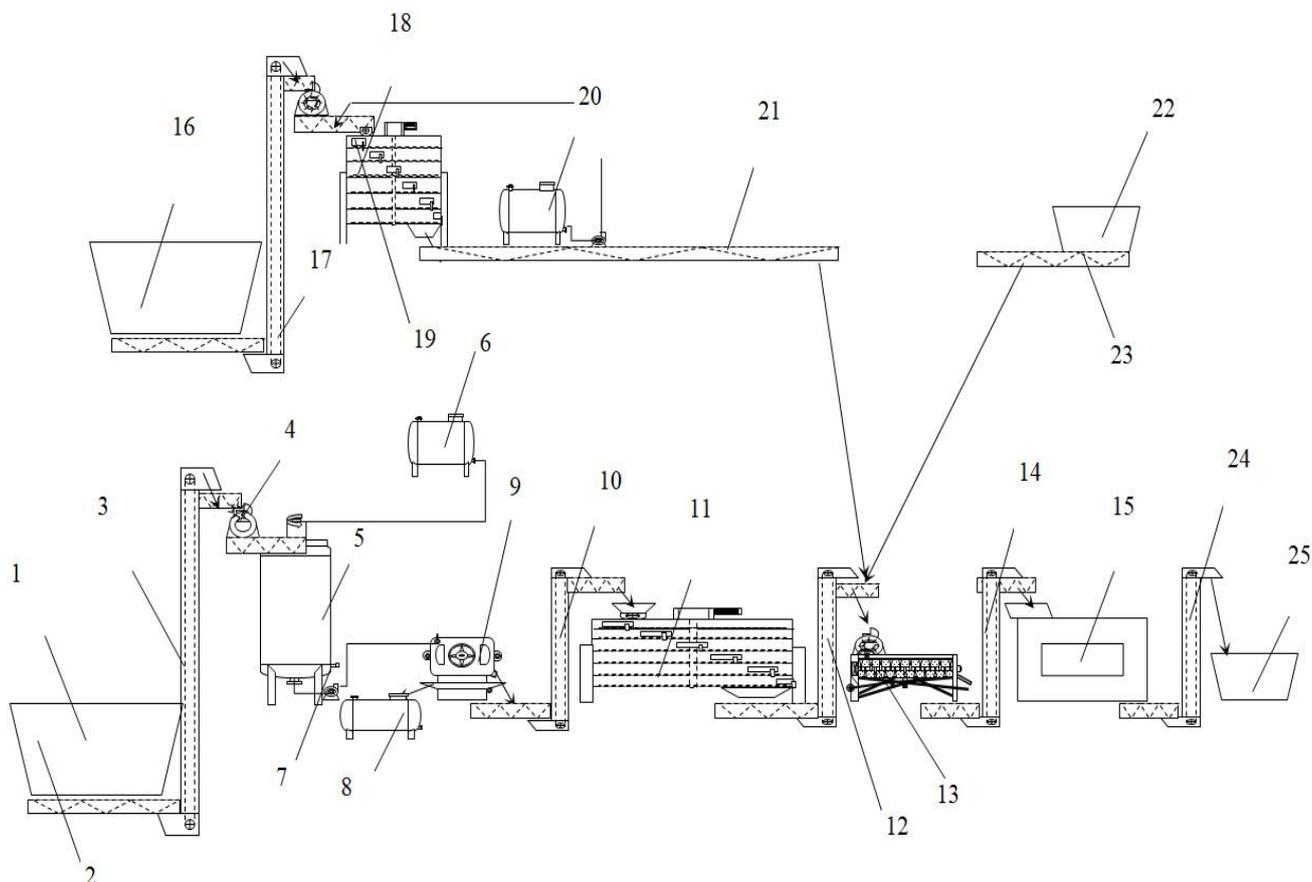
Высокое сопротивление осадка на фильтрующей поверхности обратному потоку видно и из соответствующих данных в таблице 8 (Образец без добавления фильтрующего агента), где расход уменьшается на 0,03 кг с/м<sup>2</sup> (100 кг ч/м<sup>2</sup>) при достижении толщины слоя 3 мм.

Таблица 8

**Изменение скорости фильтрации в зависимости от толщины отложения на поверхности фильтра**

Содержание фильтрующего агента, %	Толщина слоя, мм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Скорость фильтрации, кг с/м <sup>2</sup>									
Контроль	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14
0,00*	0,12	0,06	0,03	х	х	х	х	х	х	х
0,25	0,13	0,09	0,06	0,03	0,02	х	х	х	х	х
0,50	0,14	0,11	0,09	0,06	0,04	0,02	0,02	0,02	х	х
0,75	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02
1,00	0,15	0,12	0,11	0,10	0,09	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04
1,25	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,09	0,09	0,09	0,08	0,07
1,50	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,09
1,75	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,09
2,00	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11

При количестве фильтрующего агента 1,0% давление в процессе при слое осадка 1 мм составляет 0,10 МПа, а при толщине слоя 9 мм давление составляет 0,39 МПа. При достижении толщины осадка 1 мм скорость фильтрации составляет 0,15 кг/с/м<sup>2</sup>, а при достижении толщины слоя 9 мм скорость фильтрации снижается до 0,05 кг/с/м<sup>2</sup>.



**Рис. 4. Технологическая схема производства коагулирующего фильтрующе-отбеливающего средства**

1-Бункер для опакавидной глины, 2-Шнек, 3-Шнек, 4-Молотковая дробилка, 5-Реактор, 6-Резервуар для кислоты, 7-Насос, 8-Резервуар для нейтрализации кислой воды, 9-Фильтр, 10, 12, 14, 17, 23, 24-Шнековый конвейер, 11-Сушильный туннель, 13-Смеситель с дробилкой, 15-Пиролизная печь, 16-Бункер для пульпы, 18-Дробилка, 19-Туннель для шлакоудаления, 20-Резервуар для раствора мочевины, 21-Шнек для измельченной пульпы, 22-Резервуар из алюмокальциевого кварца, 25-Емкость для фильтрующего агента

Добавление фильтрующего агента в количестве 1,25-2,0% по отношению к массе масел привело к снижению начального давления в процессе с 0,10 МПа до 0,07 МПа, а при достижении толщины слоя осадка 9 мм - с 0,34 МПа до 0,21 МПа, а при добавлении 2,0% скорость фильтрации сохранялась на уровне 0,12 кг/с/м<sup>2</sup>.

Экономический эффект, который может быть получен от применения разработок, а именно производства 240 тонн фильтрующе - отбеливающего средства в год, а также фильтрации и возврата в потребление 10 800 тонн полирующего рафинационного масла, составляет 17 880млн. сум.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Хотя растительные масла подвержены окислительному повреждению из-за наличия ненасыщенных жирных кислот и биологически активных веществ, для возникновения цепной реакции необходимо наличие ряда факторов

2. Разработана технология полирующей рафинации первично окисленных хлопкового и подсолнечного масел в растворе 250 г/л едкого натра с 50%-ным избытком расхода щелочи, что привело к снижению перекисного числа масла в 10 раз.

3. Для эффективной фильтрации взвешенных частиц в среде масло:соапсток 20% концентрированный раствор мочевины и смесь 50:50 пропитанной алюмокальциевым кварцем лузги подсолнечника с апакавидной глиной Кармана подвергали полированию при температуре 180-200 ° С с получением фильтрующего агента (ФА) со средним размером пор 77,01 Å;

4. Фильтрующе-отбеливающий агент (ФОА) с коагулирующей и адсорбционной активностью, полученный путем щадящей активации апакавидной глины Кармана в 70% уксусной кислоте и смешивания ее с пирализованной шелухой подсолнечника, эффективно снизил кислотное и перекисное числа масла до 30%;

5. Установлено, что давление и скорость фильтрации изменяются пропорционально с добавлением и увеличением количества фильтрующего агента, несмотря на увеличение толщины слоя, причем отмечено, что фильтрация возможна при толщине слоя осадка на поверхности фильтра до 9 мм.

6. Разработаны и испытаны в промышленных условиях технологии полирующей рафинации окисленных хлопкового и подсолнечного масел, эффективной фильтрации масел (ФМ) в среде масло-соапсток и получения фильтрующе-отбеливающих реагентов (ФОР) с коагулирующей и адсорбционной активностью.

7. Оценивается, что экономический эффект от переработки 11 тыс. тонн хлопкового и подсолнечного масел, возвращаемых из хранения очищаются путем полирующей рафинации в год, возврата 10,8 тыс. тонн масла в потребление и получения 240 тонн фильтрующе-отбеливающих средств для его фильтрации составит 17 880 млн. сумов.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/2025.27.12.T.16.05**  
**ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES AT BUKHARA STATE**  
**TECHNICAL UNIVERSITY**

---

**KARSHI STATE TECHNICAL UNIVERSITY**

**ERKAEVA NODIRA**

**IMPROVING THE TECHNOLOGY OF REFINING VEGETABLE OILS**  
**USING FILTERING ADDITIVES**

**02.00.17 - Technology and biotechnology of treatment, storage and processing agricultural**  
**and food products**

**DISSERTATION ABSTRACT of the doctor of philosophy (PhD)**  
**IN TECHNICAL SCIENCES**

**Bukhara - 2026**

The theme of the dissertation for doctor of philosophy (PhD) in technical sciences was registered with the Supreme Attestation Commission under the Minister of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan numbered No.B2023.3.PhD/T3844

The dissertation has been completed at Karshi State Technical University.

The dissertation abstract in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is posted on the website of the Scientific Council ([www.bstu.uz](http://www.bstu.uz)) and on the "Ziyonet" information-educational portal ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

<b>Scientific supervisor:</b>	<b>Axmedov Azimjon</b> doctor of technical sciences, professor
<b>The official opponents:</b>	<b>Majidov Kakhramon</b> doctor of technical sciences, professor <b>Ruziboyev Akbarali</b> candidate of technical sciences, professor
<b>The leading organization:</b>	<b>Gulistan State University</b>

The defense of the dissertation will take place on February 03, 2026 at 09:00 the meeting of Scientific Council DSc.03/2025.27.12.T.16.05 on awarding scientific degrees at the Bukhara State Technical University (Address: 15, K.Murtazaev street, 200117, Bukhara city. Phone: (+99865) 223-78-84, fax: (+99865) 223-78-84, e-mail: ([info@bstu.uz](mailto:info@bstu.uz))).

The dissertation is available for review at the Information and Resource Center of Bukhara State Technical University (registered number 483) Address: 215, K.Murtazaev street, 200117, Bukhara city. Phone: (+99865) 223-78-84.

The dissertation abstract was distributed on 14, January 2026.  
(register protocol № 15 dated 31 Oct 2025)



**S.F. Fozilov**

Chairman of the scientific council on awarding scientific degrees doctor of technical sciences, professor

**A.T. Oltiyev**

Scientific secretary of the scientific council on awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, associate professor

**I.B. Isabayev**

Chairman of the scientific seminar under scientific council on awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The purpose of research** is improvement of refining technology by using filtering and bleaching additives with coagulant properties in the restoration of primary oxidized vegetable oils.

**The object of the research** is the physicochemical composition of cottonseed and sunflower oils, changes in oils during storage, as well as the processes of obtaining refining and filtering agents aimed at eliminating oxidation products

**The scientific novelty of the research** is as follows:

it has been substantiated traces of hydroperoxides formed in vegetable oils by lipoxygenases in oilseeds react with metal ions or other free radicals and decompose into malonic dialdehydes under the influence of light, temperature, and moisture in the product.

a reduction in the viscosity of cottonseed and sunflower oils from 14.1 to 4.2 mmol  $\frac{1}{2}$  O/kg, and of sunflower oil from 17.3 to 1.4 mmol  $\frac{1}{2}$  O/kg, based on refining technology with a 250 g/L sodium hydroxide solution, has been scientifically proven. It has been scientifically proven that a filtering agent (FA) obtained by pyrolysis of a 50:50 mixture of sunflower husk soaked in a 20% urea solution and Karmana opoka-like clay at a temperature of 180-200°C for the effective filtration of suspended particles in oil-soap stock environments increases the oil filtration rate up to 1.34 times with an average pore size of 77.01 Å;

it has been shown that a coagulant and adsorption filtering-bleaching agent (FBA), obtained by pyrolysis of Karmaninskaya opoca-like clay mixed with sunflower husks, which is gently activated in 70% acetic acid, effectively reduces the acid and peroxide values of oil by up to 30%.

it has been substantiated that a FBA with coagulant and adsorption activity, obtained by pyrolysis of Karma opoca-like clay mixed with sunflower husks, gently activated in 70% acetic acid, effectively reduces the acid and peroxide values of oil by up to 30%. It has been scientifically proven that the treatment of refined cottonseed and sunflower oils with a filtering and bleaching agent in an amount of 1.5-2.0% of the oil mass at a temperature of 60 °C increases the initial filtration rate by up to 10% due to the formation of coagulation centers and compaction of the soap stock in the oil-soap stock environment;

technologies for polishing refining of oxidized cottonseed and sunflower oils, obtaining FA for the effective filtration of oils in an oil-soapstock medium and FOA, which have coagulant and adsorption activity, have been developed

**Implementation of the research results.** Based on the scientific and practical results of the dissertation research:

polishing refining technology was implemented at the “Asian Golden Oil” LLC enterprise (reference of the “Uzyogmoysanoati korxonlari” Association №. KS/3-369 dated October 25, 2024). As a result, it allowed reducing the acid number of the oil from 0.52 to 0.17 mg KOH/g, the peroxide number from 18.4 to 6.4  $\frac{1}{2}$ O<sup>2</sup> mmol/kg, and the color from 23 to 14 mg J. The oil filtration rate also

increased from 0.42 to 1.63 kg s/m<sup>2</sup> when filtering samples with the addition of a filtering agent in an amount of 1.0-2.0%;

technology for bleaching refining and soapstock extraction from oil using filtering and bleaching agents was implemented at the “Sultantex Group” LLC (reference of the “Uzyogmoysanoati korxonlari” Association №. KS/3-369 dated October 25, 2024). As a result, adding a filtering and bleaching agent to the oil in an amount of 1.0-2.5% increased the oil filtration rate by up to 4.56 times, reduced its color by 12%, lowered the acid value by 30%, and lowered the peroxide value by 15%.

**The structure and volume of the dissertation.**

The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 113 pages.

**E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I bo'lim (I часть; I part)**

1. Axmedov A.N., Erkayeva N.Ch. O'simlik moylarini birlamchi tozalash jarayonini takomillashtirish // Innovatsion texnologiyalar ilmiy-texnik jurnal. -2021. -35-39-b. (05.00.38).

2. Erkayeva N.Ch., Axmedov A.N., Sunnatova S.F. Bazalt tolali filtr matoda o'simlik moylarini tozalash // Agro kimyo himoya va o'simliklar karantini. -2022. -№2.-34-36-b.

3. Эркаева Н.Ч., Ахмедов А.Н. Исследование процесса фильтрации растительных масел // Universum: технические науки. -2022. -№1(94). -С.-73-75. (02.00.00; №1).

4. Erkayeva N.Ch., Axmedov A.N., Normurodova O'. Effective technology for cleaning mechanical compounds in vegetable oils // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. -2022. -№ 1-2. -P. -13-17. (02.00.00; №2).

5. Erkayeva N.Ch., Axmedov A.N. O'simlik moylarini birlamchi tozalashda ishlatiladigan zamonaviy filtrlarning sanoatda qo'llanilish texnologiyasi // Innovatsion texnologiyalar ilmiy-texnik jurnal. -2023. -№4. -B.-114-118. (05.00.38).

6. Эркаева Н.Ч., Ашуров Ф.Н., Хамидова М.О., Ахмедов А.Н. Разработка способа шлифовочной рафинации первично окисленных растительных масел // Развитие науки и технологий научно – технический журнал. -2024. -№3. -124-132-b. (02.00.14).

7. Erkayeva N.Ch., Ashurov F.N., Xusanova N.C., Boyjanov N.I., Axmedov A.N. Kungaboqar luzgasi va opokasimon gillar asosida o'simlik moylarini adsorbsiyalash va filtrlash agentlarini olish texnologiyasini ishlab chiqish // "Central Asian Food Engineering and Technology".-Toshkent. -2024. -№8 -B.-59-71. (OAK rayosatining 2023-yil 28-fevraldagi 333/5-son qarori).

8. Erkayeva N.Ch., Axmedov A.N., Mamatova D.N. Sayqallovchi rafinatsiyalashdan o'tkazilgan moylarni maxsus adsorbsion xususiyatiga ega filtrlovchi agentlarni qo'llash usullari // Central Asian Food Engineering and Technology. -2025. -№4. -248-254-b. (OAK rayosatining 2023-yil 28-fevraldagi 333/5-son qarori).

9. Erkaeva N.Ch., Axmedov A.N. Industrial trials of the refining technology for long-term stored sunflower oil // Scientific and Technical Journal Namangan Institute of Engineering and Technology. -2025. -№10. -P.-58-63. (05.00.33).

10. Boyjanov N.I., Erkayeva N.Ch., Hamidova M.O., Axmedov A.N., Serkayev Q.P. Sayqallovchi rafinatsiyalangan o'simlik moylarini filtrlashda oqlovchi-filtrlovchi agentlarni qo'llash // Kimyo va kimyo-texnologiyasi.-2025.-№1. -64-72-b. (02.00.00; №3).

11. Boyjanov N.I., Erkayeva N.Ch., Hamidova M.O., Axmedov A.N., Serkayev Q.P. Filtrlash-oqlash agentlarini moylarni filtrlash ko'rsatgichlariga

ta'siri // Guliston Davlat Universiteti Axborotnomasi, -Guliston. -2025. -№3.-74-83-b. (02.00.00; №3).

## **II bo'lim (II часть; II part)**

12. Akhmedov A.N., Erkaeva N.Ch., Rakhmonkulova O.A. New Technology Of Primary Purification Of Sunflower And Soybean Oils. Mechanization, Electrification Of Agriculture And Renewable Energy Sources // ( ID: 834 0070 5613, password: 777155, E3S Web Of Conferences 401, 04034(2023) CONMECHYDRO – 2023, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340104034>, -1-8-b. (Scopus).

13. Эркаева Н.Ч., Ахмедов А.Н. Системный анализ процессов первичной очистки растительных масел. // European Scientific Congress. Proceedings Of Iv International Scientific And Practical Conference May 15-17.-2023. - Ispaniya.Madrid,- 2023. –P.191-196.

14. Erkayeva N.Ch., Axmedov A.N. O'simlik moylarining filtrlash jarayonini intensivligi va filtr qurilmalarning ish unumdorligi filtrlash tezligiga bog'liqligini ahamiyati // Paxta tozalash, to'qimachilik va yengil sanoat sohaslarining texnologiyasini takomillashtirish mavzusidagi xalqaro ilmiy-texnik anjuman. -Termiz. -2023-yil 20-21-oktabr. - 367-369-b

15. Erkayeva N.Ch., Axmedov A.N. Kungaboqar po'chog'ini sanoatda qo'llanilishi // Kimyo va kimyoviy texnologiya sohasidagi innovatsion ishlanmalarni amalda joriy etish muammolari, yechimlari va istiqbollari mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjuman. -Qarshi. -2023-yil 26-27 aprel. - 643-645-b.

16. Akhmedov A.N., Erkaeva N.Ch. Ashurov F.N.; Xamidova M.O., Rakhmonkulova O.A. Study of an improved refining method for primary oxidized vegetable oils // VI International Scientific Conference Construction Mechanics, Hydraulics & Water Resources Engineering (CONMECHYDRO 2024). AIP Conf. Proc. 3286, 050012-1–050012-8; <https://doi.org/10.1063/5.0281110>. Published under an exclusive license by AIP Publishing. 978-0-7354-5206-0/\$30.00. (Scopus).

17. Эркаева Н.Ч., Ахмедов А.Н. Технология получения и значение лузги подсолнечника в совершенствовании процесса фильтрации и рафинации // Proceedings of III International Scientific and Practical Conference. 10-12 October -2024. -London. United Kingdom. -P.-192-200.

18. Erkayeva N.CH., Axmedov A.N. Yog'larda erkin yog' kislotalar miqdorini yo'qotish usullari // Oziq-ovqat, kimyo va neft gaz sanoatining innovatsion texnologiyalari va dolzarb muammolari mavzusidagi xalqaro miqyosidagi ilmiy-texnikaviy anjuman. -Buxoro. -2024-yil 13-15 iyun. -117-19-b.

19. Erkayeva N.Ch., Axmedov A.N., Shaxobova M.X. Rafinatsiyalash va filtrlash jarayonini takomillashtirishda opokasimon gillar olish texnologiyasini ishlab chiqish // Markaziy Osiyoda oziq-ovqat sanoatini rivojlantirish masalalari mavzusidagi xalqaro ilmiy-texnik anjuman, -Toshkent. -2024-yil 6-7 noyabr. -330-333-b.

20. Erkayeva N.Ch., Axmedov A.N. O‘simlik yog‘larini birlamchi tozalashda yog‘larning kislota sonini aniqlash yo‘llari // Oziq-ovqat xavfsizligi: global muammolarning innovasion yechimlari mavzusidgi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman. -Namangan. -2024-yil 4-5 iyun. -156-159-b.

21. Axmedov A.N., Erkayeva N.Ch. Yog‘larda peroksidlarning to‘planishi va yog‘larning taxirlanishiga olib keluvchi omillar // Iqlimning global o‘zgarishi sharoitida oziq-ovqat xavfsizligi muammolari va ilmiy-amaliy yechimlari mavzusidgi Respublika ilmiy-amaliy anjuman. -Qarshi. -2024-yil 4-5 aprel. -12-16-b.

22. Erkayeva N. Ch., Axmedov A.N., Saydalov F. O‘simlik moylarini yo‘ldosh moddalardan tozalashda uchraydigan muammolar va ularning yechimi // O‘zbekistonning janubiy hududlarida qishloq xo‘jalik mahsulotlarini yetishtirish, saqlash va qayta ishlashning muammo va istiqbollari mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjuman. -Qarshi. -2024-yil 17-18 may. -229-232-b.

23. Erkayeva N.CH., Ahmedov A.N. Sayqallovchi rafinatsiyalash va filtrlash-oqlash agenti ishlab chiqarishning texnologik sxemasi // Oziq-ovqat mahsulotlarini xavfsizligini ta‘minlash: global muammolar va yangi innovatsion yechimlari mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjuman. -Namangan. -2025-yil 6-7 iyun. -639-642-b.

24. Erkayeva N.CH., Ahmedov A.N. Filtrlash jarayonini tezligini o‘zgarishida agentlarning qo‘llashning ahamiyati // Oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarishda chiqindisiz va energiya tejankor texnologiyalardan foydalanish mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy anjuman. -Shahrisabz. -2025-yil 16-17 may. -307-308-b.





Avtoreferat “Durdoni” nashriyotida tahrirdan o‘tkazildi  
hamda o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlarini mosligi tekshirildi.

Bosishga ruxsat etildi: 9.01.2025 Bichimi: 60x84 1/16.  
“Times New Roman” garniturada raqamli bosma usulda bosildi.  
Shartli bosma tabog‘i: 3. Adadi 100. Buyurtma № 8.  
Guvohnoma AI №178.08.12.2010

“Sadriiddin Salim Buxoriy” MCHJ bosmaxonasida chop etilgan.  
Buxoro shahri, M. Iqbol ko‘chasi, 11-uy. Tel.: 65 221-26-45



