

**TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI  
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.03/30.12.2019.T.04.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**BIOORGANIK KIMYO INSTITUTI**

**HASANOV JAHONGIR HIKMATILLOYEVICH**

**MAHALLIY XOMASHYOLARDAN MUHIM YOG‘ KISLOTALARIGA  
BOY MOYLAR OLISHNING MAQBUL TEXNOLOGIYALARINI ISHLAB  
CHIQISH**

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

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FAN DOKTORI (DSc) DISSERTATSIYASI  
AVTOREFERATI**

**Toshkent - 2025**

**Texnika fanlari bo'yicha fan doktori (DSc) dissertatsiyasi avtoreferati  
mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора технических наук (DSc)**

**Contents of the dissertation abstract of Doctor of Technical Science (DSc)**

**Hasanov Jahongir Hikmatilloevich**

Mahalliy xomashyolardan muhim yog' kislotlariga boy moylar olishning maqbul texnologiyalarini ishlab chiqish.....3

**Хасанов Жахонгир Хикматиллоевич**

Разработка оптимальной технологии получения масел, богатых эссенциальными жирными кислотами, из местного сырья.....25

**Khasanov Jahongir Hikmatilloevich**

Development of optimal technologies for the recovery of oil's from local sources with rich sources of essential fatty acids .....47

**E'lon qilingan ishlar ro'uxati**

**Список опубликованных работ**

List of published works.....51

**TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI  
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.03/30.12.2019.T.04.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**BIOORGANIK KIMYO INSTITUTI**

**HASANOV JAHONGIR HIKMATILLOYEVICH**

**MAHALLIY XOMASHYOLARDAN MUHIM YOG‘ KISLOTALARIGA  
BOY MOYLAR OLIISHNING MAQBUL TEXNOLOGIYALARINI ISHLAB  
CHIQISH**

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

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FAN DOKTORI (DSc) DISSERTATSIYASI  
AVTOREFERATI**

**Toshkent - 2025**

Texnika fanlari bo'yicha doktorlik (DSc) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.3.DSc/T297 raqam bilan ro'yxatga olingan

Doktorlik dissertatsiyasi O'zR Fanlar akademiyasi Bioorganik kimyo institutida bajarilgan.  
Dissertatsiya avtoreferati uchta tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezюме)) ilmiy kengash veb-sahifasi (ik-kimyo.nuu.uz) hamda «Ziynet» axborot-ta'lim portalida (www.ziynet.uz.) joylashtirilgan.

Ilmiy maslahatchi:	Salixov Shavkat Ismoilovich biologiya fanlari doktori, akademik
Rasmiy opponentlar:	Isabaev Ismoil Babadjanovich texnika fanlari doktori, professor Axmedov Azimjon Normo'minovich texnika fanlari doktori, professor Abduraximov Ahror Anvarovich texnika fanlari doktori, professor
Yetakchi tashkilot:	O'zbekiston Fanlari akademiyasi O'simlik moddalar kimyosi instituti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent kimyo-texnologiya instituti huzuridagi DSc.03/30.12.2019.T.04.01 raqamli Ilmiy Kengashning «19» 05 2025-yil soat «10»<sup>00</sup> da majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100011, Toshkent shahri, Shayhontohur tumani, A. Navoi ko'chasi, 32. Tel.: (+99871) 244-79-21; faks: (+99871) 244-79-17, e-mail:tkti\_info@edu.uz). Toshkent kimyo-texnologiya instituti Ma'muriy binosi, 2-qavat, anjumanlar zali).

Dissertatsiya bilan Toshkent kimyo-texnologiya institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin. <sup>796</sup> -raqami bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100011, Toshkent shahri, Shayhontohur tumani, A. Navoi ko'chasi, 32. Tel.: (+99871) 244-79-21; faks: (+99871) 244-79-17.

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil «13» 05 kuni tarqatildi.  
(2025-yil «13» 04 kuni 97 raqamli reyestr boyonnomasi).



S.M. Turohjonov  
Ilmiy darajalar beruvchi  
Ilmiy Kengash Raisi, t.f.d., akademik.

X.F. Qodirov  
Ilmiy darajalar beruvchi  
Ilmiy Kengash kotibi, t.f.d., professor.

Q.P. Serkaev  
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy  
Kengash qoshidagi ilmiy seminarga  
ra'islik qiluvchi t.f.d. professor

## KIRISH (Fan doktori (DSc) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Jahonda aholining kundan-kunga ortib borishi, turmush darajasining yaxshilanishi va tabiiy, ekologik toza mahsulotlarga bo'lgan talabning ortishi boshqa sohalar qatori oziq-ovqat, farmatsevtika va kosmetika sanoatlari uchun ham yangi texnologik jarayon va tizimlarda mahsulotlar ishlab chiqarish, mavjud texnologiyalarni modernizatsiya qilish masalalarini dolzarb vazifa sifatida qarash zaruriyatini qo'ymoqda. Bundan tashqari, ilm fanimizni dunyo olimlari olib borayotgan ilg'or texnologiyalar yaratishga qaratilgan tadqiqotlar va urinishlar bilan yanada boyitish orqali ishlab chiqarishdan ilm fanni ilgarilashiga erishish muhim va kechiktirib bo'lmaydigan vazifalardan hisoblanadi. Ushbu maqsadlarga erishish kelajakda arzon va sifatli mahalliy mahsulotlarni yetarli miqdorda ishlab chiqarish imkoniyatini yaratadi. Maqbul texnologik ko'rsatkichlarni tadqiq qilish orqali texnologik uzviyliklarni ishlab chiqish va takomillashtirish muhimdir.

Dunyoda olimlari tomonidan yuqori sifatli moylar ishlab chiqarish va shu borada ilmiy izlanishlar olib borishga katta e'tibor qaratilmoqda. Moylar ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish, shu bilan bir qatorda, sifat, miqdor va iqtisodiy ko'rsatkichlarni modellashtirish va bashoratlash dolzarb masala hisoblanadi.

Respublikamizda moy ishlab chiqarish asosan qattiq modda suyuqlik fazasida ekstraksiyalash jarayonlari orqali olib boriladi. Qurilmalarning turlicha konstruktsiyalarida hamda ekstraksiyalanuvchi mahsulotlarning har xil turlarida jarayonni jadallashtirish, maqbul texnologik ko'rsatkichlarni taklif qilish ustida ko'plab ilmiy tadqiqotlar amalga oshirilgan va muayyan natijalarga erishilgan. Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida "Sanoatni sifat jihatidan yangi bosqichga ko'tarish, mahalliy xomashyo manbalarini chuqur qayta ishlash, tayyor mahsulot ishlab chiqarishni jadallashtirish, yangi turdagi mahsulotlar va texnologiyalarni o'zlashtirish"<sup>1</sup> vazifalari belgilab berilgan. O'zbekiston taraqqiyotining yangi bosqichida, ko'zlangan natijalarga erishish uchun o'simlik xomashyosidan moylar, ekstraktlar va biologik faol moddalarni ajratib olishda yakuniy mahsulotning yuqori sifatini ta'minlashga qaratilgan ilg'or mahalliy texnika va texnologiyalarni keng ko'lamda yaratish va qo'llash zarur.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son «Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»gi, 2019-yil 29-iyuldagi PQ-4406-son «Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini chuqur qayta ishlash, jumladan meva va sabzavotlarni saqlash va qayta ishlash, ularning iste'mol me'yorlarini talab darajasiga yetkazish hamda turli yarimfabrikatlar ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish, oziq-ovqat sanoatini yanada rivojlantirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida»gi, 2019 yil 1 maydagi PQ-4302-son «Sanoat kooperatsiyasini yanada rivojlantirish va talab yuqori bo'lgan mahsulotlar ishlab chiqarishni kengaytirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi farmonlari va qarorlari hamda mazkur

---

<sup>1</sup>O'zbekiston Respublikasi Prezidentining «2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»gi 2022-yilning 28-yanvardagi PF-60-son Farmoni.

faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalarni rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga mosligi.** Mazkur tadqiqot Respublikada fan va texnologiyalarni rivojlantirishning V. "Qishloq xo'jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof-muhit muhofazasi".

**Dissertatsiya mavzusi bo'yicha xorijiy ilmiy tadqiqotlar sharhi.**<sup>2</sup> Muhim yog' kislotalariga boy o'simlik moylari, zig'ir moyi, ularni olish texnologiyalari, matematik modellash va optimallashtirish usullari, moyli urug'larning mos turlarini tanlashga yo'naltirilgan ilmiy izlanishlar jahonning yetakchi ilmiy markazlari va oliy ta'lim muassasalari, jumladan Qishloq xo'jaligi fanlari va veterinariya universiteti (Ruminiya), Garvard universiteti (AQSH), Britaniya ovqatlanish jamg'armasi (Britaniya), Porto universiteti (Portugaliya), G'arbiy Avstraliya universiteti (Avstraliya), Milliy sut mahsulotlari tadqiqot instituti (Hindiston), Cornell Universiteti (AQSH), Haryana (India), Kumamoto Universiteti (Yaponiya), Umumrossiya baliqchilik xo'jaligi va okeanografiya ilmiy-tadqiqot instituti (Rossiya), Buxoro muhandislik texnologiya instituti, Toshkent kimyo-texnologiya instituti, Bioorganik kimyo hamda O'simlik moddalari kimyosi ilmiy tadqiqot institutlarida (O'zbekiston) olib borilmoqda.

Dunyoda muhim yog' kislotalariga boy moylar, na'matak va zig'ir moylari, zig'ir moyini olish texnologiyalari, ularning yog' kislotalariga oid olib borilgan tadqiqotlar natijasida qator, jumladan quyidagi ilmiy natijalar olingan: zig'ir va na'matak urug'lari moyining fizik kimyoviy xususiyatlari o'rganilgan, ushbu urug'lar moyining sifat va miqdoriy ko'rsatkichlari taxlil qilingan (Organik kimyo Instituti, Fitokimyo markazi, (Bolgariya), Rim Sapienza Universiteti, (Italiya), Kwame Nkumah Ilm va texnologiya Universiteti, (Gana), Otago Universiteti, (Yangi Zelandiya), Ottava Universiteti, (Kanada), Munhen Texnika Universiteti (Germaniya), Tabiiy va amaliy fanlar Universiteti, (Polsha), Sankt Peterburg davlat kimyo-farmatsevtika akademiyasi, Umumrossiya xushbo'y va dorivor o'simliklar instituti, (Rossiya), na'matak va zig'ir urug'idan moy olish jarayonlarini modellash va optimallashtirishning muammolari, eruvchanlik, presslash texnologiyasi va yuqori kritik ekstraksiyalash texnologiyalari Qishloq xo'jaligi fanlari va veterinariya universiteti, (Ruminiya), Xitoy qishloq xo'jaligi universiteti, (Xitoy), Saskatchewan Universiteti, (Kanada), Pamukkale Universiteti, (Turkiya), Alberta Universiteti, (Kanada), Kumamoto Universitetlarida (Yaponiya) yaratilgan, muhim yog' kislotalarining maqbul nisbatlari aniqlangan, zig'ir urug'i biofaol moddalari asosida bioqo'shimchalar tayyorlangan, ularni texnik iqtisodiy bashoratlashlari University of Campinas, (Braziliya), Buxoro muhandislik texnologiya instituti, Toshkent kimyo-texnologiya instituti, Bioorganik kimyo hamda O'simlik moddalari kimyosi ilmiy tadqiqot institutlarida (O'zbekiston) amalga oshirilgan.

---

<sup>2</sup>Dissertatsiya mavzusi bo'yicha xorijiy ilmiy-tadqiqotlar sharhi: [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id), [www.iagre.org](http://www.iagre.org), [www.itu.edu.tr](http://www.itu.edu.tr), [www.cornell.edu](http://www.cornell.edu), [www.psu.edu](http://www.psu.edu), [www.nrel.gov](http://www.nrel.gov), [www.unical.it](http://www.unical.it), [www.csic.es](http://www.csic.es), [www.unicamp.br](http://www.unicamp.br), [www.tanta.edu.eg](http://www.tanta.edu.eg), [www.tugraz.at](http://www.tugraz.at), [www.uwaterloo.ca](http://www.uwaterloo.ca), [www.renewability.com](http://www.renewability.com), [www.mgupp.ru](http://www.mgupp.ru), [www.kniihpsp.ru](http://www.kniihpsp.ru), [www.tdtu.uz](http://www.tdtu.uz), [www.tkti.uz](http://www.tkti.uz), [www.urmon.uz](http://www.urmon.uz) va boshqa manbalar asosida ishlab chiqilgan.

Dunyoda na'matak va zig'ir urug'laridan moylar olish va moylarining fizik-kimyoviy xususiyatlari bo'yicha qator, jumladan, quyidagi ustuvor yo'nalishlarda tadqiqotlar olib borilmoqda: omega-6: omega-3 yog' kislotalarining optimal nisbatlarini o'rganish, shuningdek, yuqori sifatli va arzon moylarni olish usullarini o'rganish, zig'ir urug'ini ekstraktsiya qilishda "yashil" texnologiyalarni qo'llash bo'yicha innovatsion yo'nalishlarga e'tibor qaratish, zig'ir urug'laridan moylarni ajratib olishning iqtisodiy jihatdan samarali usullarini tadqiq qilish, o'simlik xom ashyosidan qimmatli komponentlarni ajratib olishni jadallashtirish.

**Muammoning o'rganilganlik darajasi.** Muhim yog' kislotalariga boy moylar olish texnologik jarayonlari va muhim yog' kislotalari ustida dunyo olimlari tomonidan tadqiqotlar olib borilmoqda. Shuningdek, muhim yog' kislotalarining moy sifatiga ta'siri yuqoriligiga bogliq ravishda, yuqori bosimli jarayonlarda ekstraktsiyalash yoki an'anaviy texnologiyalar yordamida moylar olish ustida mashhur olimlar va mutaxassislar tomonidan tadqiqotlar amalga oshirilgan, bular: Jian-Zhong Yin, R. Montero-Vazquez, E. Mart'inez de la Ossa, John R. Dean J., Eggers, V.Louli., Irena Zizovic., Iraj Goodarznia, Be'la Sima'ndi, Yadollah Yamini, Koshevoy Ye.P., Siyunxov X.R., Derevich I.V., Chexov O.S., Shindyapkin A.A., Glushchenkova A.I., Sagdullaev A.A., Isabayev I.B., Serkaev Q.P., Abduraximov S.A., Gusakova S.D. va boshqa olimlar yuqori sifatli, muhim yog' kislotalariga boy o'simlik moylari olishning innovatsion texnologik jarayonlarini ishlab chiqish, shu jumladan, zaruriy moddalarni yuqorikritik ekstraktsiyalashning iqtisodiy ko'rsatkichlari va an'anaviy usullarida har xil turdagi organik erituvchilar orqali moy olish bilan o'zaro taqqoslash, loyihalashtirilayotgan qurilmalarni sanoat miqyosigacha kattalashtirishga qaratilgan talab yuqori bo'lgan muammolar bilan muvaffaqiyatli shug'ullanmoqdalar.

Yuqorikritik ekstraktsiya (YuKE), presslash va ana'naviy usullarda mahalliy urug'lardan moylar olingan. Olingan moylarning fizik kimyoviy xususiyatlari, sifat ko'rsatkichlari aniqlangan va baholangan. YuKE jarayonini matematik modellashtirish va jadallashtirish ustida tadqiqotlar amalga oshirilgan.

O'zbekistonda ham o'simlik moylari olishning texnologik tizimlari va moylarining sifat ko'rsatkichlari sohasida tadqiqotlar olib borilmoqda, jarayon texnologik ko'rsatkichlarining ekstrakt sifatiga ta'siri, YuKE jarayonining iqtisodiy ko'rsatkichlarini an'anaviy usullar bilan taqqoslash, jarayonni boshqa turdagi organik erituvchilardan foydalanish sharoitida o'rganish, YuKE jarayonini keng ko'lamda o'tkazish va uni sanoatga joriy etish masalalari o'rganilmoqda.

**Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasining ilmiy-tadqiqot ishlari bilan bog'liqligi.** Dissertatsiya ishi O'zR FA Bioorganik kimyo instituti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining ITD-7.12 "Geranium sanguineum o'simligidan olingan SARS-COV-2 virusiga qarshi biologik faol moddalarning tuzilishi va molekulyar ta'sir mexanizmini o'rganish asosida virusga qarshi dori vositasini ishlab chiqarish" (2023-2026 y.y.) mavzusidagi amaliy loyiha doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** zig'ir va na'matak urug'laridan to'yinmagan yog' kislotalariga boy moylar olishning maqbul texnologiyalarini ishlab chiqishni ilmiy

amaliy asoslashdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari:**

mahalliy xom ashyolar o'simlik moyining talab etilgan yog' kislotalar tarkibiga mos keladigan urug' turlarini tanlash;

na'matak (*Rosa canina*) va zig'ir (*Linum usitatissimum*) urug'lari hamda moylarining xususiy holatlari tahlilini amalga oshirish;

na'matak va zig'ir urug'laridan ekstraksiyalash jarayonlari orqali moy olishning tajribaviy va analitik matematik modellari o'zaro mosligini nazariy asoslash;

o'simlik xom ashyosini ekstraksiyalash usullarini qiyosiy tahlil qilish, na'matak va zig'ir urug'laridan moy olishning ma'qul texnologik sharoitlarini ilmiy-amaliy asoslash;

na'matak urug'idan ekstraksiyalash orqali moy olishning maqbul texnologiyalarini asoslash;

zig'ir urug'idan moy olishning maqbul texnologiyalarini yaratish;

muhim yog' kislotalariga boy moylar uchun standartlar ishlab chiqish va tasdiqlash.

**Tadqiqotning ob'ekti** sifatida tarkibida o'rta va yuqori omega-3, omega-6 yog' kislotalari saqlovchi na'matak, zig'ir urug'lari moyi olingan.

**Tadqiqotning predmeti** na'matak va zig'ir urug'lari moyining miqdori, sifati va narxini maqbullashtirishdan iborat.

**Tadqiqotning usullari.** Dissertatsiyada zamonaviy kimyoviy, fizik-kimyoviy, spektral usullar, Box-Behnken va  $2^3$  tajriba rejalashtirish usullaridan foydalanilgan. Tajriba natijalari regression tahlil, maqbullashtirish va modellashtirish usullarini qo'llash orqali tahlil qilingan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi:**

na'matak urug'ining  $0,27 \text{ mm} < d_{2,3} < 1,4 \text{ mm}$  zarracha o'lchamlarida "kanallanish" va "segregatsiya" xodisasi isbotlanib, ilk bor yuqori kritik ekstraksiyalash tizimida 94,7 % moy olingan;

YuKE texnologiyasida na'matak urug'idan moy olishning maqbul ko'rsatkichlari ilmiy asoslangan;

na'matak urug'idan YuKE orqali moy olishda diffuziya koeffitsientini aniqlash usuli asoslangan;

ilk bor YuKE texnologiyasi orqali olingan na'matak urugi moyining texnik iqtisodiy bashoratlari asoslangan;

presslashda urug' namligining zig'ir moyi sifati va miqdoriga ta'siri nazariy asoslangan;

YuKE orqali zig'ir urug'idan moy olishda adsorbsion kuchlar gradiyenti kamayishi isbotlangan;

zig'ir urug'idan ikki bosqichli harorat ta'sirisiz presslash va YuKE usullarida olingan moylarning omega-6:omega-3 yog' kislotalari nisbati maqbul qiymatlardan iboratligi aniqlangan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari:**

zig'ir va na'matak urug'laridan moy olishning asosiy texnologik jarayonlarini



modellashtirish va optimallashtirish masalalari yechilgan.

na'matak va zig'ir urug'laridan moy olish texnologik ketma-ketligining tajribaviy va nazariy natijalari asosida texnik-iqtisodiy simulyatsiyalash hamda imitatsion modellashtirish amalga oshirilgan;

na'matak va zig'ir urug'laridan presslash, an'anaviy ekstraksiyalash hamda YuKE usullarida moylar olishning apparatura sxemalari ishlab chiqilgan;

na'matak va zig'ir urug'lari uchun tashkilot standarti ishlab chiqilgan va tasdiqlangan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi.** Tadqiqot natijalarining yuqori impakt faktorli ilmiy jurnallarda chop etilishi, tajriba natijalari va matematik modellashtirish usullari orasidagi moslik, normativ texnologik hujjatlarning tasdiqlanganligi va Matlab, Matematika, Autocad, Solid works, Super Designer, Stat zamonaviy dasturlaridan foydalanilishi bilan tasdiqlanadi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.** Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati urug' turlarining xususiy holatlaridan kelib chiqqan ilmiy texnologik yechimlar taklif etiladi. Na'matak urug'ining morfologik tuzilishi asosida zarrachalar o'lchami kichraytirilgan, natijada molekulyar diffuziya jadallashgan.

Presslashda urug' namligining boshqarilishi va val aylanishlar sonini oshirish issiqlikning moy massasiga o'tishini kamaytiradi. YuKE orqali zig'ir urug'idan moy olishda zarracha o'lchamlarining kichrayishi va yuqori bosim modda almashinish tezligi ortishiga olib keladi.

Tadqiqot natijalarining ahamiyati shundan iboratki, mahalliy na'matak moyini fizik kimyoviy xususiyatlarining o'ziga xosligidan kelib chiqib surtmalar va kosmetik moylar sifatida qo'llash mumkin. Zig'ir urug'i tarkibida essensial yog' kislotalari nisbatining maqbulligi hisobiga, uni oziq-ovqat maqsadlarida tavsiya etish mumkin.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Zig'ir va na'matak urug'laridan to'yinmagan yog' kislotalariga boy moylar olish texnologiyalarini maqbullashtirish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

Zig'ir urug'i moyi va CO<sub>2</sub>-ekstrakti ishlab chiqarishga texnik shart «Uzstandart» agentligi tomonidan tasdiqlangan (Ts 03535693-45:2023). Natijada zig'ir moyi substansiyalarini mahalliyashtirish imkonini bergan;

Na'matak urug'i moyi va CO<sub>2</sub>-ekstrakti ishlab chiqarishga texnik shart «Uzstandart» agentligi tomonidan tasdiqlangan (Ts 03535693-44:2023). Natijada na'matak moyi substansiyalarini mahalliyashtirish imkonini bergan;

Harorat ta'sirisiz presslash orqali moy olish texnologiyasi «Baqqol don Savdo» MChJning «2023-2025 yillarda joriy etishga qabul qilingan ishlanmalar» ro'yxatiga kiritilgan («O'zyog'moysanoat» korxonalari uyushmasining 2023 yil 5-iyulidagi KS/3-332 son ma'lumotnomasi). Natijada zig'ir urug'idan birinchi bosqichda 40,99 %, ikkinchi bosqichda 62,2 % moy olish imkonini bergan.

Harorat ta'sirisiz presslash orqali moy olish texnologiyasi «Baqqol don Savdo» MchJning «2023-2025 yillarda joriy etishga qabul qilingan ishlanmalar » ro'yxatiga kiritilgan («O'zyog'moysanoat» korxonalari uyushmasining 2023 yil 5-iyulidagi KS/3-332 son ma'lumotnomasi). Natijada zig'ir urug'idan birinchi bosqichda kislota soni 1,79 mg KOH/g moy, perekis soni 2,34 mekv/kg moy va

erkin yog' kislotalari 0,9 %, ikkinchi bosqich orqali mos ravishda kislota soni 2,11 mg KOH/g moy, perekis soni 1,89 mekv/kg moy va 1,1 % erkin yog' kislotalariga ega moy olish imkonini bergan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Tadqiqot natijalari 4 ta xalqaro va 4 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi.** Dissertatsiya mavzusi bo'yicha 21 ta ilmiy ishlar, 13 ta maqola, shundan 4 tasi O'zbekiston Oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan tavsiya etilgan xorijiy jurnallarda chop etilgan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya ishi kirish, 6 ta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning umumiy hajmi 169 betdan iborat bo'lib, 39 ta rasm va 44 ta jadvalni o'z ichiga oladi.

## DISSERTATSIYANING ASOSIY QISMI

Dissertatsiyaning **kirish** qismida tadqiqotlarning dolzarbligi, ilmiy hamda nazariy asoslari, maqsadi va vazifalari, obyekti va predmetlari tavsiflangan, dissertatsiya ishining Respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi keltirib o'tilgan. Izlanishning ilmiy yangiligi va amaliy ahamiyati yoritilgan. Tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy qilinishi, nashr qilingan ilmiy ishlar hamda dissertatsiyaning tuzilishi haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning «**Na'matak va zig'ir urug'laridan to'yinmagan yog' kislotalariga boy moylar olishda zamonaviy usullarning nazariy va amaliy holatlari**» deb nomlangan **birinchi bobida** yog' kislotalari, muhim yog' kislotalarining ahamiyati va asosiy manbalarining tahlili keltirilgan. Na'matak va zig'ir urug'i moylari, moylarning yog' kislotalari miqdori, to'yinmagan yog' kislotalariga boy moylar olish texnologiyalarining o'ziga xosligi ochiqqlangan. An'anaviy va "yashil" texnologiyalar yordamida moy olishning nazariy va amaliy holati tahlili, na'matak va zig'ir urug'laridan erituvchi turlarida, presslashning turli usullarida hamda YuKE texnologiyalarida moylar olishning joriy holati tahlili keltirilgan bo'lib, ushbu tahlillar asosida tadqiqot maqsadi va vazifalari shakllantirilgan.

Dissertatsiyaning «**Obyektlar va tadqiqot usullari**» deb nomlangan **ikkinchi bobida** asosan oziq-ovqat, farmatsevtika va kosmetika sohalari uchun nozik moylar olishda maqbul texnologiyalar ishlab chiqishga qaratilgan amallar ketma-ketligi keltirilgan. Tajriba va nazariy tadqiqotlarni amalga oshirishda tizimli harakatlar majmuasi tanlangan. Urug' turlarini tanlash, urug'larni ekstraksiyalash, moylarning yog' kislotalari tarkibini aniqlash, maqbul tarkibli yog' kislotalariga ega moyli urug'larni tanlash, an'anaviy hamda "yashil" texnologiyalar yordamida moy olishning texnologik ko'rsatkichlari maqbullashtirilgan. Olib borilgan tahlillar va o'rganilayotgan obektning maqbul texnologik ko'rsatkichlari asosida ratsional apparatura sxemalari ishlab chiqilgan.

Moyning sifat va miqdoriy ko'rsatkichlarini baholashda kislota soni, perekis soni, elementlar tahlili va yog' kislotalari metil efirlarini aniqlash usullaridan va ISP-MS (Nexion 2000) induktiv bog'langan plazmali mass-spektrometri hamda Agilent Technology GS 7890V/MS 7000D analitik qurilmalaridan foydalanilgan.

Dissertatsiyaning «An'anaviy va yuqori kritik ekstraksiyalash usullari orqali na'matak urug'i (*Rosa canina*) dan moy olishda texnologik omillar ta'sirini o'rganish va jarayonni maqbullashtirish» deb nomlangan uchinchi bobida mahalliy o'simlik urug'lari moyi yog' kislotalarining miqdor tahlili orqali tadqiqot obyekti tanlangan, yog' kislotalarining tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

**1-jadval**

**Mahalliy moy namunalarining yog' kislotalari miqdorlari**

Yog' kislotalari	Moy namunalari					
(%)	IM	GKM	NUM	YoM	ZM	SM
Miristin	0,19±0,02	0,33±0,01	0,05			
Palmitolein			0,14±0,01	6,72±0,89		
Pentadekan			0,03			
Palmetin	5,24±1,06	22,8±1,83	4,95±0,79		6,95±1,03	9,4±0,97
Margarin						
Linol	16,1±1,29	24,49±1,38	49,7±2,89	58,67±3,3	15,2±1,23	55,24±4,12
Linolen	10,02±0,9	1,85±0,32	28,14±0,89	6,03±1,1	52,58±3,36	7,48±0,78
Olein	65,15±4,49	46,94±2,79	13,44±0,99	25,12±2,0	19,98±1,1	25,33±1,7
Stearin	1,51±0,36	2,48±0,29	1,54±0,12	3,46±0,78	5,2±1,01	2,55±0,29
Bexen	0,42±0,03		0,11±0,01		0,07	
Araxidin	0,48±0,01	0,75±0,05	0,55±0,04		0,02	
Eruk	0,16±0,01					
Lignoserin		0,58±0,03				
TYoK*	7,84	26,72	7,28	3,46	12,24	11,95
MTYoK**	65,31	46,94	13,58	31,84	19,98	25,33
PTYoK***	26,85	26,34	77,84	64,7	67,78	62,72
omega6:omega3	1,6	13,23	1,76	9,72	0,28	7,38
TYoK:MTYoK:PTYoK	1:8,33:3,3	1,01:1,78:1	1:1,86:10,6	1:9,2:18,6	1:1,63:5,5	1:2,11:5,2

Izohlar: keltirilgan ko'rsatkichlar ikki marta takrorlashlarning o'rtachasi va og'ishlaridir. IM-indov moyi, GKM-guruch kepagi moyi, NUM-na'matak urug'i moyi, YoM-yong'oq moyi, ZM-zig'ir moyi, SM-soya moyi. TYoK\*-to'yingan yog' kislotalari, MTYoK\*\*-monoto'yinmagan yog' kislotalari, PTYoK\*\*\*-polito'yinmagan yog' kislotalari.

1-jadvalda indov moyining yog' kislotalari tarkibi (olein yog' kislotalari 65,15±4,49 %, omega-6:omega-3 yog' kislotalarining nisbati 1,6 dan iborat) keltirilgan. Guruch kepagi moyi tarkibida olein yog' kislotalari 46,94±2,79 %, omega-6:omega-3 yog' kislotalari nisbati 13,23 va TYoK:MTYoK:PTYoK nisbati 1,01:1,78:1 ni tashkil qildi. Na'matak urug'i moyida linol yog' kislotalari eng ko'p 49,7±2,89 % bo'lib, omega-6:omega-3 yog' kislotalari nisbati 1,76 va PTYoK:TYoK nisbatlari yuqori qiymatni (10,69) tashkil qilgan. Bundan tashqari, linolen yog' kislotalarining miqdori 28,14±0,89 % dan iboratdir. Yong'oq va soya moylarida omega-6:omega-3 yog' kislotalari nisbati mos ravishda 9,72 va 7,38 ni tashkil qiladi va bu mavjud tavsiyalardan yuqoridir. Zig'ir urug'i moyi tarkibida linolen yog' kislotalari miqdori 52,58±3,36 % bo'lib, o'rganilgan urug' moylarining linolen yog' kislotalari miqdoridan eng yuqorisidir. Zig'ir moyining omega-6:omega-3 yog' kislotalari nisbati 0,28, shu sababli ushbu urug' moyi o'rganishlar

obyekti sifatida tanlab olingan. Omega-6:omega-3 yogʻ kislotalarining maqbul nisbatlari asosida urugʻ turlari ilmiy tadqiqotning obyekti sifatida tanlangan. Ushbu bobda, naʼmatak urugʻidan moy olishga taʼsir etuvchi texnologik omillar tadqiq etilgan. Naʼmatak urugʻidan ekstraksiyalash orqali moy olishda taʼsir etuvchi omillar, kodlangan va kodlanmagan qiymatlarda ifodalangan. Naʼmatak (*Rosa canina*) yanchilmasini ekstraksiyalash, ekstraksiya benzini yordamida 2<sup>3</sup>-toʻliq faktorial rejasi asosida tasodifiy tanlash yoʻli bilan 8 ta ketma-ket tajribalarda amalga oshirilgan. Naʼmatak urugʻining moyliligi 8,875 % va namligi 2,74 % ni tashkil qilgan. Tajribalarning har birida 40 gramm urugʻ qoʻllangan, tajriba rejasi va natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

**2-jadval**

**Naʼmatak urugʻidan anʼanaviy usulda moy olishning toʻliq faktorli 2<sup>3</sup> rejasi**

№	Kodlangan daraja			Tajribalar matritsasi			Yogʻ miqdori (g)		
	D	T	G	A	B	C	Natija 1	Natija 2	Oʻrtacha
1	-1	-1	-1	0,3<d <sub>1</sub> <1	35-40	3:1	2,34	2,52	2,43
2	1	-1	-1	1<d <sub>2</sub> <2	35-40	3:1	2,24	1,8	2,02
3	-1	1	-1	0,3<d <sub>1</sub> <1	55-60	3:1	2,855	2,745	2,8
4	1	1	-1	1<d <sub>2</sub> <2	55-60	3:1	1,76	2,34	2,05
5	-1	-1	1	0,3<d <sub>1</sub> <1	35-40	5:1	2,68	2,76	2,72
6	1	-1	1	1<d <sub>2</sub> <2	35-40	5:1	1,61	2,43	2,02
7	-1	1	1	0,3<d <sub>1</sub> <1	55-60	5:1	3,24	3,20	3,22
8	1	1	1	1<d <sub>2</sub> <2	55-60	5:1	1,98	2,12	2,05

2-jadvalning 7-sonli tajribasida yanchilma zarrachalarining diametri 0,3<d<sub>1</sub><1 mm, harorati 55-60 °C va 5:1 ml/g gidromodulida 90,7 % moy ekstraksiyalangan, shuningdek, 2-sonli tajribada yanchilma zarrachalarining diametri 1<d<sub>2</sub><2 mm, harorati 35-40 °C va 3:1 ml/g gidromodulida 56,9 % moy olingan. Quyidagi tenglamada ekstraksiyalangan moy va taʼsir etuvchi koʻrsatkichlarning oʻzaro bogʻliqligi keltiriladi.

$$y=2,6562-0,1362A+0,2338B+0,2213C+0,0162A*B+0,0437A*C+0,0237B*C \quad (1)$$

Naʼmatak urugʻi va moylari tarkibidagi elementlar tahlil qilingan. Bunda, eng kam moy miqdorida temir elementi 0,8116 mg/kg, eng koʻp moy miqdorida esa 0,104 mg/kg dan iboratligi aniqlangan. Shuningdek, eng kam moyda 0,98 mg/kg va eng koʻp moyda 0,21 mg/kg mis elementi mavjud. Moy miqdorining ortishi bilan temir va mis elementlarining miqdori kamayishi kuzatilgan, bu bir vaqtning oʻzida haroratga teskari proporsionaldir. Ekstraksiyalash jarayonida bu boʻgʻliqlikni bugʻlanish harorati bilan izohlash mumkin. Urugʻ tarkibida Fe va Cu elementlarining miqdori mos ravishda 1,2486 mg/kg va 3,147 mg/kg dan iboratligi aniqlangan. Boʻlimning keyingi tadqiqotlarida naʼmatak urugʻidan moy olishga organik erituvchi turlari va texnologik koʻrsatkichlarning taʼsiri oʻrganilgan.

Uch bosqichli Boks-Behnken method rejalashtirish usuli asosida 15 marta tajribalar bajarilgan. Kodlanmagan kattaliklar uchun regression tenglamalarning

ko‘rinishi quyidagicha, bunda: C-bosqichlar -1, 0 va 1 uchun mos ravishda (2), (3) va (4) tenglamalaridan iborat.

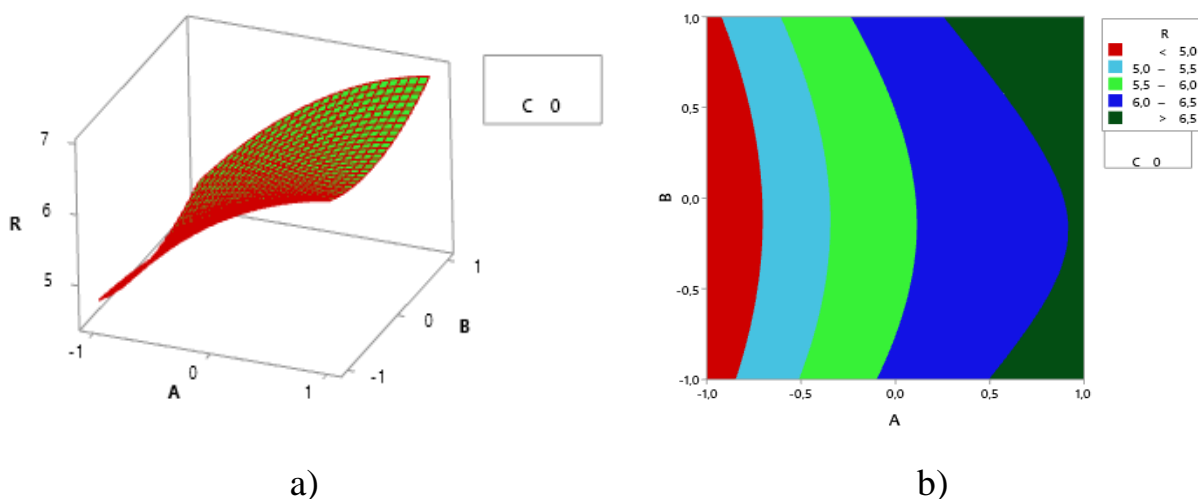
$$R=5,4+0,08A+0,217B-0,373A^2+0,286B*B+0,02 A*B \quad (2)$$

$$R=5,897+1,01 A+0,08B-0,373A^2+0,286B*B+0,02 A*B \quad (3)$$

$$R=4,73+0,68A-1,715B-0,373A^2+0,286B*B+0,02 A*B \quad (4)$$

Xloroform yordamida ekstraksiyalashda gidromodulning ta'siri haroratga nisbatan kamroq bo'lib, harorat, qovushqoqlik va zichlikka to'g'ridan to'g'ri ta'siri qiladi. Gidromodulning 3:1 qiymatida ekstraksiyalash samaradorligi pastroq (quyi haroratda), shuningdek 50-55 °C haroratda va ushbu gidromodulda ekstraksiyalash miqdori yuqoridir. Xloroform yordamida ekstraksiyalash jarayonini xarakterlovchi regression tenglama (2) da ifodalangan. Keyingi tajribalarda erituvchi sifatida ekstraksiya benzini tanlanib, 5:1 gidromodul va 50-55 °C haroratda maksimal 84,1% moy olingan, jarayonni xarakterlovchi regression tenglama esa (3) orqali ifodalangan (1-rasm a va b).

Na'matak urug'idan izopropanol yordamida moy olish jarayonining regression tenglamasi (4) formulada keltirilgan. Sirt (a) va (b) kontur chizmasida 3:1 gidromodul va 50-55 °C haroratda, eng yuqori 89,5 % moy ekstraksiyalangan. Eng kam moy gidromodulning 3:1 va haroratning 30-35 °C qiymatida olingan. Na'matak urug'i yanchilmasidan izopropanol yordamida ekstrakt olish miqdori yuqori va bu 50-55 °C haroratda hamda gidromodulning bashoratlangan 4,87 qiymatiga to'g'ri keladi, ammo ekstraksiya benzining narxi nisbatan arzon va moy miqdori yuqoridir.

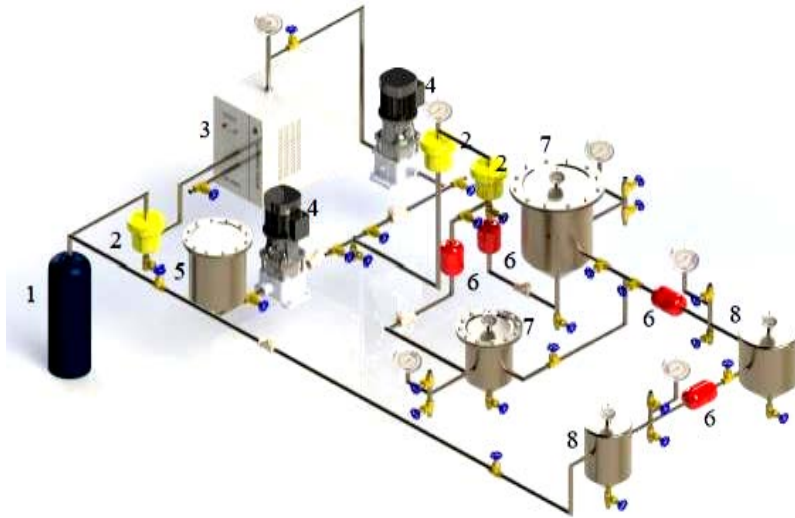


**1-rasm. Na'matak urug'i yanchilmasini ekstraksiyalash jarayonini ifodalovchi sirt (ekstraksion benzin) (a) va kontur chizmalar (b) (R-moy miqdori (g)).**

Ekstraksiya benzini orqali eng yuqori moy miqdori bashoratlangan gidromodulning 5,31 va haroratning 50-55 °C qiymatiga mos keladi. Tajriba va bashoratlash natijalarining maqbul qiymatlari o'zaro muvofiqdir.

Tadqiqot ishining keyingi bosqichida YuKEda na'matak urug'i yanchilmasi diametrlarining moy miqdoriga ta'siri o'rganilgan. Bunda, yanchilma zarrachalari uch xil diametrli elaklarda qismlarga ajratib olingan. Diametri  $d_1 < 0,27$  mm,

0,27<d<sub>2</sub><0,7 mm va 0,7<d<sub>3</sub><1,4 mm o'lchamdagi zarrachalarda tajribalar amalga oshirilgan. Matematik modellash tirish tadqiqotlari texnologik ko'rsatkichlari 30 MPa bosim, 50 °C harorat va CO<sub>2</sub> sarfining 22,34 g/min qiymatlarida amalga oshirilgan.



2-rasm. O'simlik xomashyosidan YuKE orqali moy olish texnologik sxemasi.

YuKE tizimining ko'rinishi 2-rasmida keltirilgan. Karbonat angidrid (CO<sub>2</sub>) 1 ballondan tizimga beriladi. CO<sub>2</sub> gazi filtr 2 orqali o'tib, 7 °C haroratgacha sovitgich (konditsioner) 3 da sovutiladi, CO<sub>2</sub> ekstraktorga 4 nasos va filtrlar 2 orqali 6 qizdirgichga yetkazib beriladi. Qizdirgichda CO<sub>2</sub> ning harorati zaruriy holatga kelgunicha qizdiriladi. Ekstraktor 7 sig'imida flyud faza va na'matak yanchilmasi zarralari o'zaro ta'sirlashadi. Harorat va bosim termometr va manometrlarda doimiy nazorat qilib turiladi. Ekstraktor 7 da flyud va moy aralashmasi qizdirgich 6 orqali, sig'imi 2 l li 8 separatorlarga beriladi. CO<sub>2</sub> gazi 8 separatordan keyin qayta tizimga yo'naladi. Tadqiqotda na'matak urug'ini YuKEning mavjud matematik modelidan<sup>3</sup> foydalanilgan.

$$uV \frac{\partial a}{\partial h} + \epsilon V \frac{\partial a}{\partial t} + S_p K(j - j^*) = 0 \quad (1 - \epsilon)V \frac{\partial j}{\partial t} = -S_p K(j - j^*)$$

$$a = k_p j \quad t = 0, a = 0, j = j_0 \text{ da} \quad h = 0, a(0, t) = 0 \text{ da}$$

$$d_a \frac{\partial a}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\partial a}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left( c \frac{\partial a}{\partial y} \right) + \beta_x \frac{\partial a}{\partial x} + \beta_y \frac{\partial a}{\partial y} = f$$

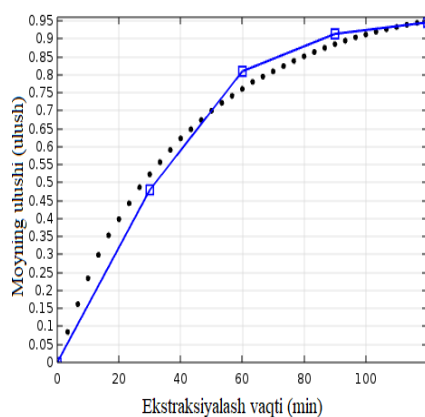
$$e_a \frac{\partial^2 a}{\partial t^2} + d_a \frac{\partial a}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x} \left( c \frac{\partial}{\partial x} a + \alpha a - \gamma \right) + \beta * \frac{\partial}{\partial x} a + \alpha a = f$$

$$(1 - \epsilon)V \frac{\partial j}{\partial t} = -S_p K(j - a/k_p)$$

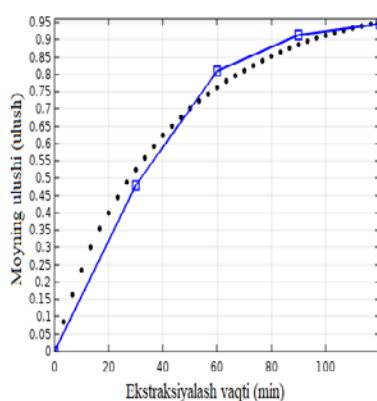
Bu yerda: u-flyud faza tezligi m/s; a-flyud fazadagi moy konsentratsiyasi; V-ekstraktor hajmi m<sup>3</sup>;  $\epsilon$ —bo'shliq; t-vaqt; S<sub>p</sub>k-konstanta; j-qattiq fazadagi boshlang'ich moylilik; j\*-qattiq faza chegara qatlamidagi moy konsentratsiyasi; k<sub>p</sub>-bo'linish koeffitsiyenti;  $\psi$ —forma ko'rsatkichi, 3/5; l-V<sub>p</sub>/S<sub>p</sub>-urug' hajmining urug' yuzasiga nisbati.

3-rasmning a dan to d gacha bo'lgan grafiklarida diffuziyalash koeffitsiyentlarining qiymatlari keltirilgan.

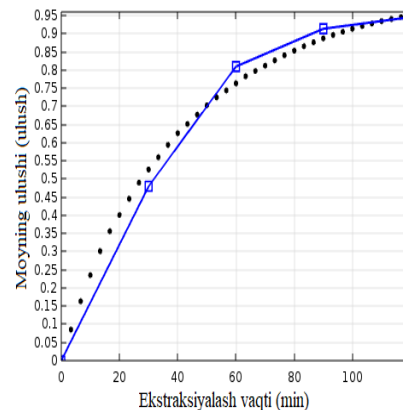
<sup>3</sup> Reverchon E., 1999.



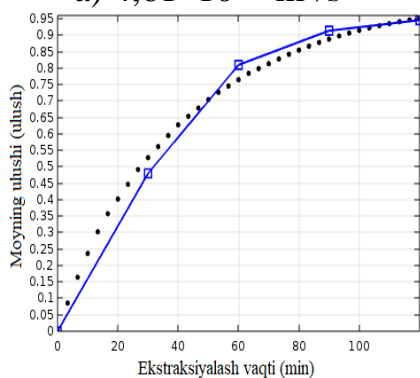
a)  $4,61 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2/\text{s}$



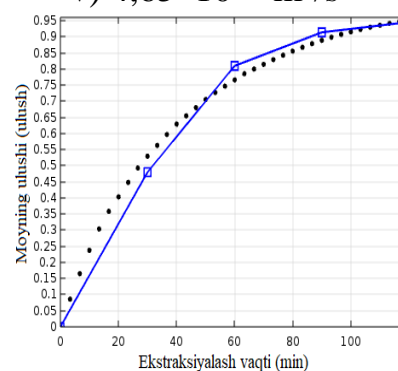
b)  $4,63 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2/\text{s}$



v)  $4,65 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2/\text{s}$



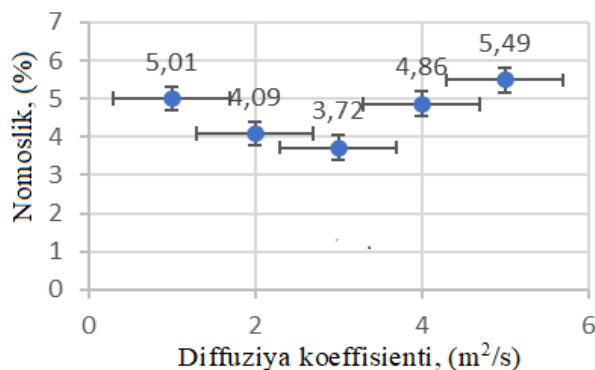
g)  $4,67 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2/\text{s}$



d)  $4,69 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2/\text{s}$

**3-rasm. Na'matak urug'idan YuKE usulida moy olishda diffuziya koeffitsientining o'zgarish grafigi ( $D_{o,r}=4,61 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2/\text{s}$ ;  $D_{o,r}=4,69 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2/\text{s}$ ), (nuqtali chiziq-model; to'liq chiziq-tajriba natijalari).**

Yuqoridagi grafiklarda simulyatsiyalash va tajriba natijalari hamda diffuziya koeffitsiyentlarining o'zaro bog'liqlilari namoyon etilgan (3-rasm). Na'matak urug'idan YuKE usulida moy olishda diffuziya koeffitsiyentlarining  $4,6-4,7 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2/\text{s}$  qiymatlari oralig'ida har bir  $0,02 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2/\text{s}$  o'zgarishlarda nomoslik qiymatlari hosoblangan va shular asosida maqbul diffuziya koeffitsiyenti taklif etilgan. Na'matak urug'ini yuqori kritik ekstraksiyalashda diffuziya koeffitsiyenti va nomoslik qiymatlari orasidagi bog'liqlik 4-rasmda keltirilgan

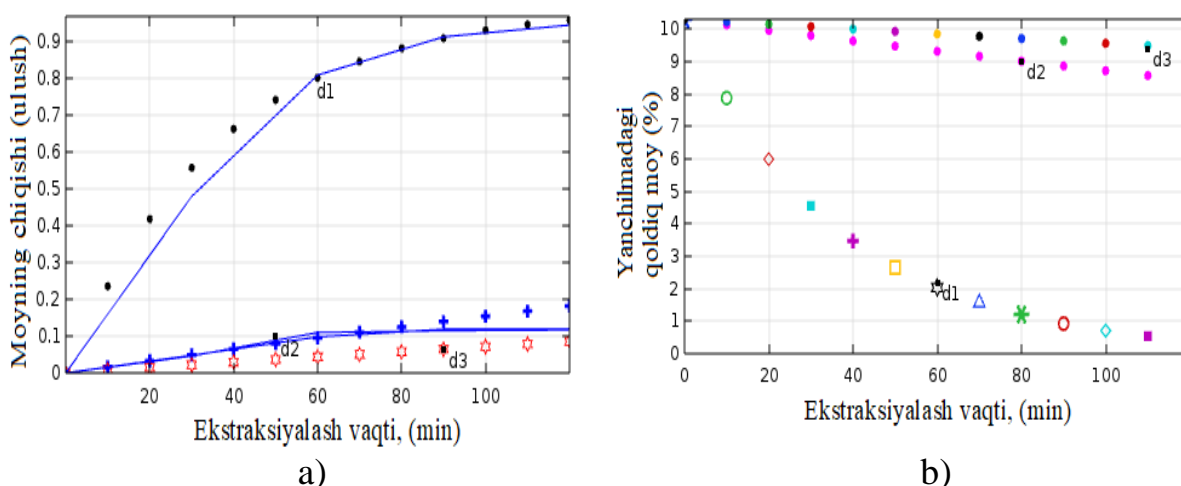


**4-rasm. Diffuziya koeffitsiyentlari va nomoslik ulushlari orasidagi bog'liqlik ( $1-4,61 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2/\text{s}$ ;  $2-4,63 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2/\text{s}$ ;  $3-4,65 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2/\text{s}$ ;  $4-4,67 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2/\text{s}$ ;  $4,69 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2/\text{s}$ )**

Nomoslik (noadekvatlik) ulushlarining eng kichik qiymati 3,72 % va bu diffuziya koeffitsiyentining  $D_{o,r}=4,65 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2/\text{s}$  qiymatiga to'g'ri kelgan.



Aniqlangan diffuziya koeffitsiyenti asosida simulyatsion tadqiqotlar amalga oshirilgan va tajriba natijalari o‘zaro taqqoslangan, va bu 5-rasmda keltirilgan.



**5-rasm. Na'matak urug'i yanchilmasidan YuKE usulida moy olishning bog'liqlik grafiklari. (a) moy va b) shrotning qoldiq moyi, (to'liq chiziqli-tajriba; uzun nuqtalar-simulyatsiyalash natijalari), ( $d_1 < 0,27$  mm,  $0,27 \text{ mm} < d_2 < 0,7$  mm,  $0,7 \text{ mm} < d_3 < 1,4$  mm)**

Yanchilma diametrlarining o'lchamlari  $d_1$  da nazariy va tajriba natijalari orasidagi moslik 93,8 % ni tashkil qilgan bo'lsa,  $d_2$  va  $d_3$  diametrli yanchilma o'lchamlarida moslik 75-85 % ni tashkil qilgan. Bundan tashqari, yanchilmada moyning vaqt mobaynida o'zgarish grafiklari 5-b rasmda ifodalangan. YuKE orqali olingan na'matak moyining linol (C 18:2), linolen (C18:3) va olein (C18:1) yo'g kislotalari mos ravishda 53,08%, 22,68% va 15,18 % dan iborat bo'lib, shu bilan bir qatorda to'yingan yog' kislotalari miqdori 8,31 % ni, to'yinmagan yog' kislotalari miqdori esa 91,68 % ni tashkil qilgan.

Amaliy va nazariy tadqiqotlar asosida aniqlangan yanchilma zarrachalari diametrining  $0,15 \text{ mm} < d_z < 0,7 \text{ mm}$  o'lchamlari oralig'i maqbul qiymatlar sifatida qabul qilingan va shu o'lchamlarda tajribalar davom ettirilgan. YuKE texnologik ko'rsatkichlarida ekstraktor harorati  $T = 35-50$  °C; separator harorati  $T_c = 35-50$  °C; ekstraktor bosimi  $P = 20-35$  MPa va  $G = 5-20$  L/soat  $\text{CO}_2$  sarflarida tajribalar ortogonal reja asosida amalga oshirilgan.

Na'matak urug'idan YuKE usuli orqali moy olishda harorat 35°C, bosim 20 MPa, separator harorati 35 °C va  $\text{CO}_2$  sarfi 5 l/soatni tashkil qilganda eng yuqori moy 79,1 % dan iboratligi aniqlangan.

Na'matak urug'i moyi yog' kislotalarining tarkibi 3-jadvalda keltirilgan.

**3-jadval**

**Na'matak urug'i moyining muhim yog' kislotalari tarkibi**

№	omega-9, %	omega-6, %	omega- 3,%	omega-6/omega-3	to'yingan/to'yinmagan yog' kislotalari
1	15,89	51	23,64	2,15	0,096

Na'matak urug'i moyining C 18:1 monoto'yinmagan yog' kislotalari 15,89 %, C 18:2, C 18:3 yog' kislotalarining miqdori mos ravishda 51 % va 23,64 % dan iboratligi aniqlangan. Shuningdek, C18:2/C18:3 yog' kislotalarining nisbati 2,15, to'yingan yog' kislotalarining umumiy miqdori 8,79 %, to'yinmagan yog'



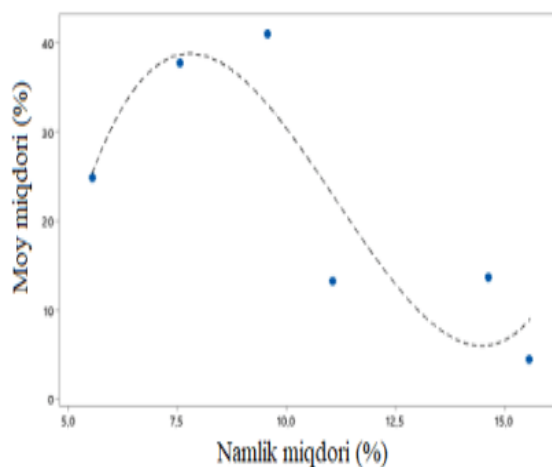
kislotalari miqdori 91,21 % ni tashkil qilgan va ularning nisbati 0,096 ga teng (3-jadval). Moy muhim yog' kislotalarining o'zaro nisbati tavsiyalar doirasidadir.

Umumiy holda, an'anaviy va yuqori kritik ekstraktsiyalash texnologiyasi orqali olingan moylarning sifat ko'rsatkichlari standart talablariga javob beradi. Ushbu moylarning olinish usulidan kelib chiqqan holda kosmetika va farmatsevtika sanoatlariga qo'llash imkoniyati mavjud.

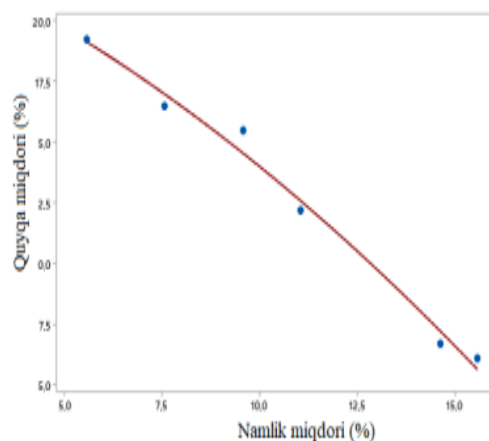
Dissertatsiyaning «**Na'matak urug'idan an'anaviy va yuqori kritik ekstraktsiyalash usullari orqali moy olish texnologiyasini ishlab chiqish**» deb nomlangan to'rtinchi bobida dastlab an'anaviy ekstraktsiyalash usulida moy olishning texnik iqtisodiy ko'rsatkichlari baholangan.

Ushbu tadqiqotda na'matak urug'idan yuqori kritik ekstraktsiyalash usulida moy olishning texnik iqtisodiy bashoratlari amalga oshirilgan, bashoratlash natijalari asosida apparatura sxemasi ishlab chiqilgan. Na'matak urug'idan an'anaviy ekstraktsiyalash usulida olingan moyning (50 °C haroratda va 2 soat) tannarxi sezilarli past miqdorni tashkil qilgan (mos ravishda 148000 va 298000 so'm/kg dan iborat). YuKE tizimida sig'imning 5 litrdan 500 litrgacha o'zgarganida, yakuniy mahsulot narxi pasayib, bunda 1 kilogramm moyning narxi 870 000 so'mdan 200 870 so'mgacha arzonlashadi. Ammo, bu ko'rsatkich umumiy xarajatlarni qoplash uchun yetarli emasdir. YuKE texnologiyasida olingan na'matak moyining tannarxi yuqoridir. Shundan kelib chiqqan holda, ushbu moy turini organik erituvchilar yordamida an'anaviy usullarda olinishi va kosmetika sanoatida qo'llashga tavsiya etish mumkin.

Dissertatsiyaning «**Zig'ir urug'idan harorat ta'sirisiz presslash usulida olingan moyning sifati, miqdori va iqtisodiy ko'rsatkichlari**» deb nomlangan beshinchi bobida dastlab zig'ir urug'i moyi va sifatiga asosiy ta'sir ko'rsatuvchi omillardan biri bo'lib hisoblangan maqbul namlik miqdori aniqlangan. 6-rasm namlik miqdorlarining (5,55 %, 7,55 %, 9,56 %, 11,05 %, 14,62% va 15, 57 %) moy va quyqa miqdorlariga bog'liqlik grafiklarini ifodalaydi. Mahalliy zig'ir urug'ining moylilik 33,1 % va namligi 5,67 % dan iborat.



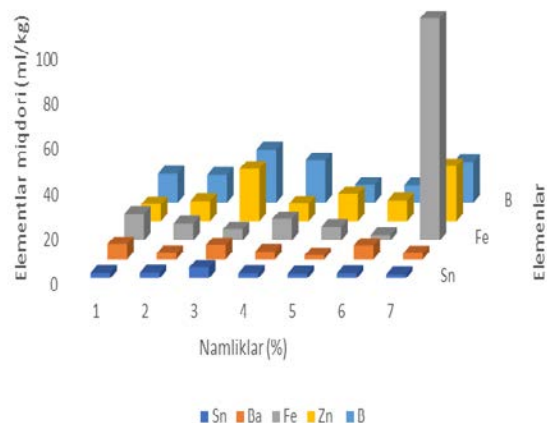
a)



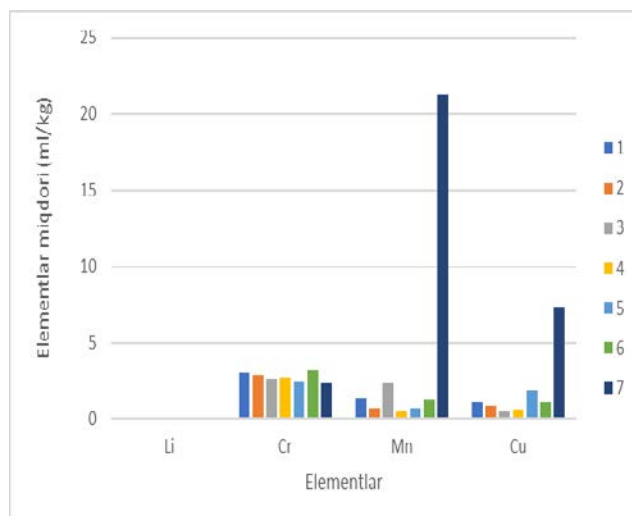
b)

**6-rasm. Zig'ir urug'i namligining moy va quyqa miqdorlariga ta'siri ((a) moy miqdori; quyqa miqdori (b)).**

Issqlik ta'sirisiz presslashda zig'ir urug'i namligining 7,55-9,56 % qiymatlarida olingan moyning sifati standart talablariga javob beradi, ammo moy tarkibidagi quyqa miqdori ushbu qiymat oraliqlaridan yuqoriligicha qolgan (6-rasm).



a)



b)

**7-rasm. Presslash jarayonida zig'ir urug'i namligini moyning asosiy elementlar miqdoriga ta'siri (a, b grafiklar-elementlar ketma ketligi).**

Moylar tarkibida 44 ta elementning konsentratsiyasi o'rganilib, ammo Sn, Ba, B, Na, Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn elementlarining miqdori sezilarli yuqoriligi sababli tahlillar shu elementlarda amalga oshirilgan.

Moyning sifatiga asosiy ta'sir ko'rsatuvchi elementlar Cu (0,51 mg/kg) va Fe (4,9 mg/kg) miqdorlari talab etilgan ko'rsatkichlarga yaqinligi aniqlangan (7-a, b rasm). Bir bosqichli presslash usuli tajriba natijalari asosida ikki bosqichli harorat ta'sirisiz presslash usulida olingan moyning sifat va miqdor ko'rsatkichlari o'rganilgan. Ikki bosqichli harorat ta'sirisiz presslash usulida va sanoat sharoitida issiqlik ta'sirida olingan moylarning taqqoslovi 4-jadvalda keltirilgan.

**4-jadval**

**Zig'ir urug'idan yarim sanoat qurilmasida ikki bosqichli presslash orqali va sanoat sharoitida olingan moylarning sifat va miqdoriy ko'rsatkichlari**

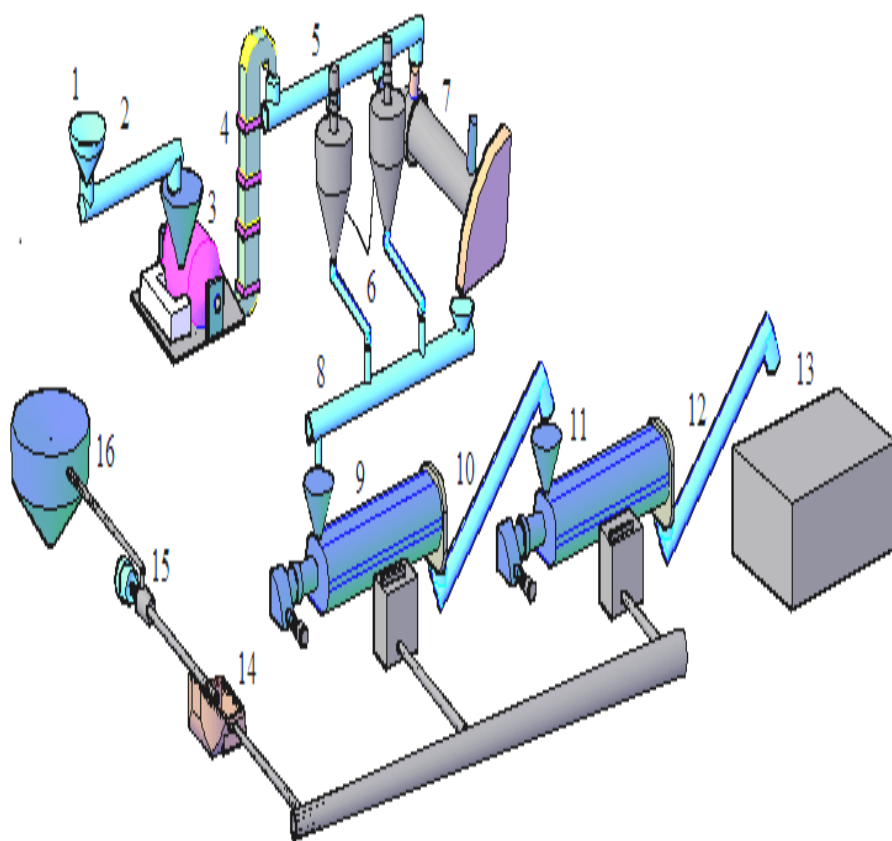
TEK* SMK*	Yarim sanoat presslash qurilmasida		Sanoat qurilmasida
	Birinchi presslashda olingan moy	Ikkinchi presslashda olingan moy	Harorat ta'sirida olingan moy
Kislota soni, (mg KOH/g moy)	1,79	2,11	2,3-2,6
Perekis soni, (mekv/kg moy)	2,34	1,89	-
Erkin yog' kislotalari, (%)	0,9	1,1	-
Moy miqdori, (%)	40,99	62,2	50-70
Quyqa miqdori, (%)	15,45	7,14	0,45-0,9
Moy namligi, (%)	0,14	0,091	0,13-0,17
Uchuvchan moddalar, (105 °C da)	-	-	0,131

TEK\* -ta'sir etuvchi ko'rsatkichlar; SMK\*\* -sifat-miqdoriy ko'rsatkichlar.

Hisoblashlarimiz asosida issiqlik ta'sirisiz tizimni qo'llashda namlik, sifat va energiyani boshqarish orqali o'rta hisobda 327,6 mln so'm (15 tonna zig'ir misolida) tejab qolish mumkinligi aniqlangan. Bundan tashqari, zig'ir urug'iga issiqlik ta'sir ettirish orqali moy olish miqdori yuqori bo'lishiga (70 %) qaramasdan, to'yinmagan yog' kislotlariga boy bo'lgan moylarni imkon qadar past haroratli jarayonlar ketma-ketligida olinishi maqsadga muvofiqdir.

Issiqlik ta'sirisiz presslash orqali olingan moy miqdori kamroq bo'lsada (62,2 %) xaridorgir hisoblanadi.

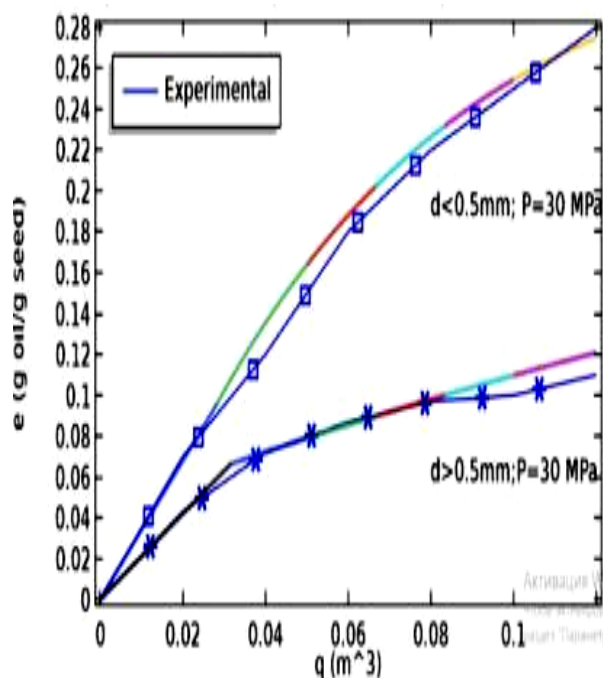
Tadqiqotlar asosida harorat ta'sirisiz presslashning apparatura sxemasi ishlab chiqildi. Namlik boshqariluvchi harorat ta'sirisiz presslash usuli orqali moy olish tizimini uzluksiz yoki partiyali miqdordagi urug'larni qayta ishlashda qo'llash uchun taklif etish mumkin (8-rasm).



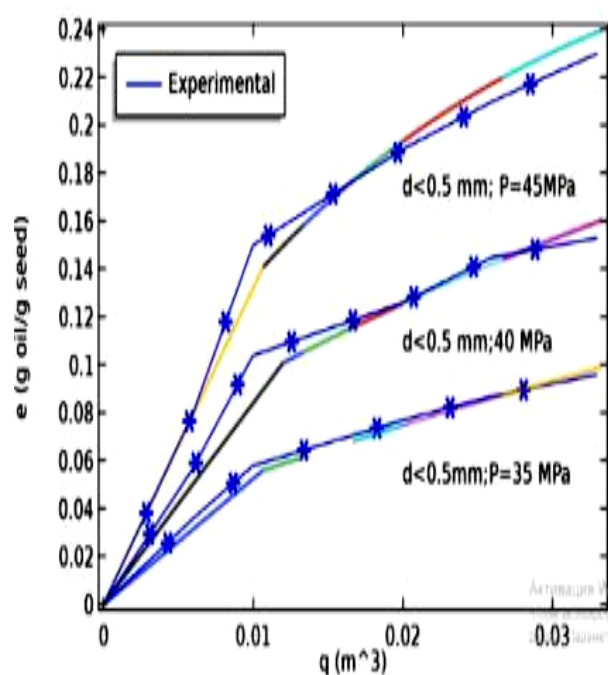
**8-rasm.**  
**Urug' namligi**  
**boshqariluvchi**  
**issiqlik**  
**ta'sirisiz**  
**presslashning**  
**apparatura**  
**sxemasi**

Shuningdek, issiqlik ta'sirisiz presslash yordamida olingan moyning tannarxi taqqoslanuvchi usulga nisbatan bir qancha arzon va sotish narxi qimmatroq bo'ladi.

Dissertatsiyaning **«Yuqori kritik ekstraksiyalash texnologiyalari yordamida olingan moyning sifati, miqdori va iqtisodiy ko'rsatkichlarini baholash»** deb nomlangan **oltinchi bobida** zig'ir urug'idan yarim sanoat YuKE tizimida moy olish, matematik modellashirish, YuKE tizimining texnik iqtisodiy ko'rsatkichlarini bashoratlash, zig'ir va na'matak urug'lari uchun apparatura sxemasi taklif qilish masalalari keltirilgan.



9-rasm. Zig'ir urug'idan moy olishda zarracha o'lchamlarining ta'siri (YuKE usulida)



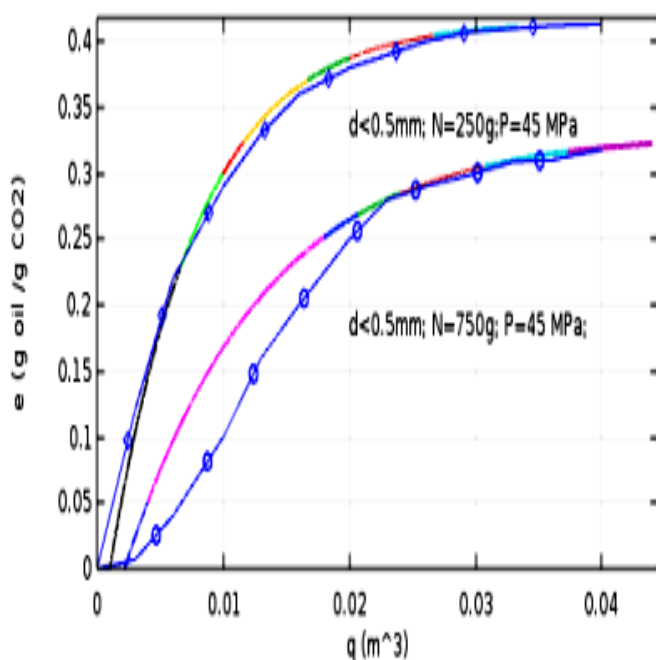
10-rasm. Zig'ir urug'idan moy olishda bosim ta'siri (YuKE usulida)

Dissertatsiya matnida YuKE jarayonini ifodalovchi mavjud soddalashtirilgan matematik modeli keltiriladi.

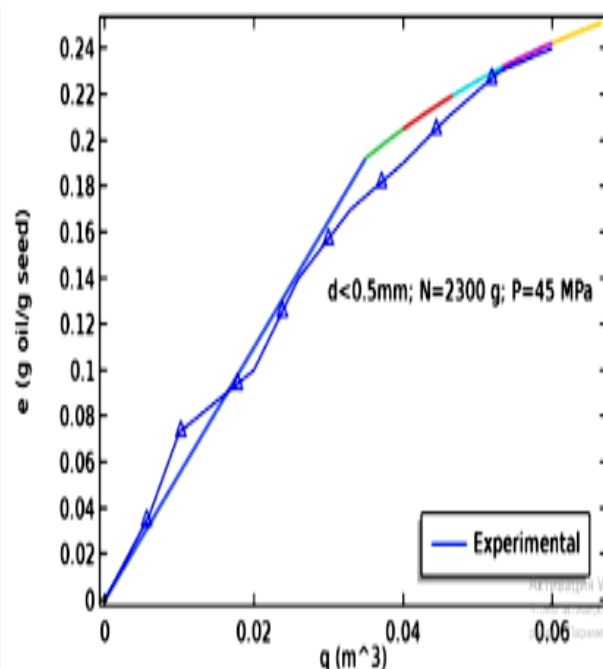
Yanchilma zarrachalarining  $d_2 > 0,5$  mm qiymatida moyning chiqish miqdori kam va bunda birinchi bosqich ekstraktsiyalash vaqti (grafikda x o'qida 0,02 l/min  $\text{CO}_2$  sarfi) 95 daqiqadan iborat. Zig'ir urug'idan moy olishda segregatsiya hodisasi kuzatilgan va bu  $d_1 < 0,5$  mm o'lchamli zarrachalarda ham ta'sir etishi namoyon bo'lgan. YuKE vaqtining 360 daqiqa oralig'ida moy to'liq ekstraktsiyalanmagan (9-rasm). 10-rasmda bosimning turli ya'ni 35, 40 va 45 MPa qiymatlarida ekstraktsiyalashning dastlabki vaqtlarida sezilarli farqlar mavjud emasligi aniqlangan.

Quyidagi 11-rasmda  $F_1/N_1 = 0,02/0,25$  va  $F_2/N_2 = 0,02/0,75$  qiymatlarida (45 MPa, 55 °C va  $d_1 < 0,5$  mm) moy va  $\text{CO}_2$  sarflarining o'zaro bog'liqliklari keltirilgan. Dastlabki  $F_1/N_1$  qiymatida ekstraktsiyalash jarayoni jadal borib, umumiy ekstraktsiyalash davomiyligi o'rta hisobda 100 daqiqani tashkil qilgan. Zig'ir yanchilmasi zarrachalari o'lchamining o'ta kichik holatgacha maydalanishi va  $F_1/N_1$  ning yuqoriligi 90-95 % moy ekstraktsiyalanishini ta'minlagan. Ammo, jarayonda yanchilma miqdorining kamligi umumiy moy unumdorligining kamayishiga olib kelgan.

$F_2/N_2$  qiymatlarida ekstraktsiyaning muvozanat holati 120 daqiqadan ortiqroqni va sarflangan umumiy  $\text{CO}_2$  miqdori 0,05 m³ ni tashkil qiladi.  $F_3/N_3 = 0,02\text{m}^3/2,3$  kg qiymatida, jarayonning 3,5 soat va 0,07 m³  $\text{CO}_2$  sarfida ham muvozanat holat kuzatilmagan (12-rasm). Ushbu holatda  $\text{CO}_2$  miqdorining oshirishlari maqsadga muvofiqdir.



11-rasm.  $F_1/N_1=0,02/0,25$  va  $F_2/N_2=0,02/0,75$  qiymatlarida moy va  $CO_2$  sarflarining o'zaro bog'liqligi



12-rasm.  $F_3/N_3=0,02m^3/2,3$  qiymatida moy va  $CO_2$  sarflarining o'zaro bog'liqligi

Tadqiqotlarimizning keyingi bosqichlarida esa bosimning turli qiymatlarida ekstraksiyalangan moy namunalarning sifat ko'rsatkichlari o'zaro taqqoslanadi.

#### 5-jadval

##### YuKE usulida olingan zig'ir moyining sifat ko'rsatkichlari

P (MPa)	T (°C)	Kislota soni (mg KOH/g moy)	Perekis soni (mekv/kg moy)	Zichligi (g/sm <sup>3</sup> )	Temir (mg/kg)	Mis (mg/kg)
30	55	3,47	2,23	0,89	1,12	0,172
35	55	3,48	1,94	0,91	3,42	0,23
40	55	2,99	2,28	0,914	0,32	0,2394
45	55	2,69	2,01	0,914	2,11	0,19

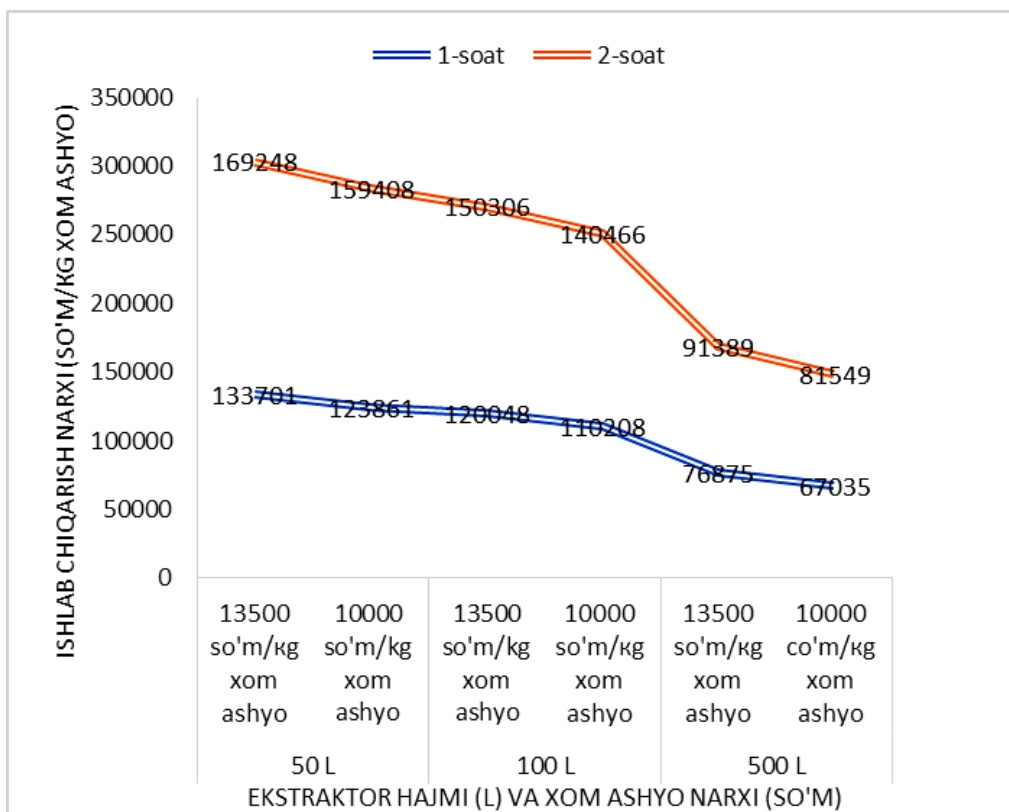
5-jadvalda jarayon bosimining ortib borishida perekis (mekv/kg moy) va kislota sonlarida (mg KOH/g moy) ahamiyatli farq mavjud, bundan tashqari bosimning ortib borishida moy zichligi qisman ortadi.

Quyidagi 13-rasmda 2 soat davomiyligida olingan zig'ir moyining tannarxi 1 soatdagi moyga nisbatan yuqoridir. Ushbu holatda 50 l va 100 l hajmli tizimlardagi moyning tannarxi 500 l hajmli tizimga qaraganda 2 marta atrofida yuqori qiymatni tashkil etadi.

Umumiy holda, zig'ir urug'idan YuKE usuli orqali 1 soatda olingan moy, 2 soatda olingan moyga nisbatan 9,6 % kam miqdorni tashkil qilgan. Ammo,

iqtisodiy nuqtai nazardan 500 l hajmli tizim va shu tizimda 1 soatli ekstraktsiyalash vaqti xarajatlarini qoplash uchun maqbul hisoblanadi.

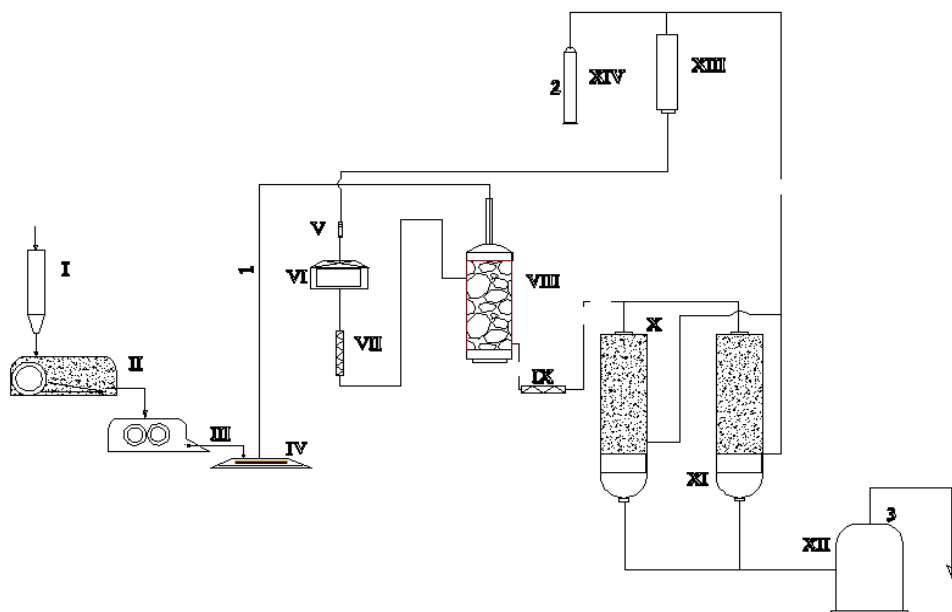
Bundan tashqari, moyning sotish narxi va xomashyo narxlari asosiy ta'sir ko'rsatuvchi omilligi aniqlangan. Texnik-iqtisodiy bashorat natijalari tahlili asosida zig'ir hamda na'matak urug'larining YuKE apparatura sxemasi ishlab chiqilgan.



**13-rasm. Zig'ir moyi tannarxi va xomashyo narxlarining o'zaro bog'liqligi (50 l, 100 l va 500 l hajmli tizimlar uchun).**

Taklif etilayotgan yarim sanoat apparatura sxemasining 1 bunkerida urug' saqlanadi va me'yorlagich 2 urug'ni keyingi 3 maydalagichga bir xil miqdorda yo'naltirish uchun xizmat qiladi (14-rasm). Maydalagich 3 da tayyorlangan yanchilma 4 tarozida o'lchanadi. O'lchangan, (maqsad qilingan) maydalangan zig'ir urug'i yanchilmasi ekstraktor 8 ga yo'naladi. Keyingi bosqichda 14 ta'minlovchi ballondan (oziq-ovqat maqsadlarida qo'llanadigan CO<sub>2</sub>) CO<sub>2</sub> ni tozalovchi filtr 5 yordamida tozalanadi va sovutgich 6 da 5-7 °C haroratgacha sovutilgandan so'ng, 7 da qizdiriladi. Qizdirilgan flyud ekstraktorga yo'naladi. Mitsella qizdirgich 9 orqali separatorlar 10 va 11 larda moy va CO<sub>2</sub> gazi aralashmasi ko'rinishida ajraladi.





**14-rasm. Zig'ir urug'idan YuKE usulida moy olishning apparatura sxemasi**

Ajaratib olingan moy 12 ajratgichda quyqadan tozalanadi. Separatorlardan chiqqan CO<sub>2</sub> gazi qayta foydalanish uchun 13 yig'gichga yig'iladi. Yuqori kritik ekstraksiyalash usuli yordamida muhim yog' kislotalariga boy moylar olish uchun taklif etilayotgan texnologik sxemaning joriy etilishi, energiya va resurs tejash imkoniyatini beradi.

## XULOSA

1. Na'matak va zig'ir urug'lari moylarining omega-6/omega-3 yog' kislotalari nisbatlari orqali tadqiqot obyekti tanlab olingan.

2. An'anaviy ekstraksiyalash usulida na'matak urug'i yanchilmasi zarrachalari diametrining 0,125~0,3 mm (47,9 %), 0,3~1 mm (52,1 %) o'lchamlarida, 5:1 gudromodulda, 50 °C haroratda va 2 soat mobaynida 81,9 % moy olingan.

3. YuKE usulida na'matak urug'i yanchilmasi zarrachalari diametrining  $d_1 < 0,27$  mm o'lchamlarida 94,1 % moy olingan va moyning yog' kislotalari tarkibida 53,08 % linol va 22,68 % linolen yog' kislotalari mavjuddir.

4. Na'matak urug'ini yuqori kritik ekstraksiyalashda diffuziya koeffitsiyenti teskari aloqa usulida aniqlangan.

5. Na'matak urug'idan YuKE usulida moy olishda maqbul qiymatlar aniqlangan, olingan moyning omega 6:omega 3 yog' kislotalari 2,15 nisbatdan iborat.

6. An'anaviy ekstraksiyalash usulida olingan moyning tannarxi 148000 so'm/kg va 298000 so'm/kg oraliqlarida o'zgarishi aniqlangan.

7. YuKE va an'anaviy ekstraksiyalash usullarida olingan na'matak urug'i moyi, kosmetik moylarning fizik-kimyoviy hamda organoleptik xususiyatlari

uchun qo'yilgan talablarga mos kelgan va bu moylarni kosmetik mahsulotlar sifatida qo'llashga tavsiya etish mumkin.

8. Na'matak urug'idan an'anaviy usulda moy olishning texnik iqtisodiy bashoratlari asosida apparatura sxemasi ishlab chiqilgan.

9. Presslash usulida zig'ir urug'i namligining 9,56 % qiymatida 40,99 % moy olingan, moyning kislota soni 2,56 mg KOH/g moy va perekis soni 4,25 mekv/kg moy iboratligi aniqlangan.

10. Harorat ta'sirisiz presslash usulida olingan moyning mis va temir elementlari miqdori talab darajasida, shu bilan birgalikda Zn, Sr va Mn elementlari miqdorining kamligi aniqlangan.

11. Namlik boshqariluvchi harorat ta'sirisiz presslashda 62,2 % moy olingan va bunda kislota va perekis sonlari mos ravishda 2,11 mg KOH/g moy, 1,89 mekv/kg moy ni tashkil qilgan.

12. Harorat ta'sirisiz moy olish uchun ikki bosqichli presslashning apparatura sxemasi ishlab chiqilgan va sxemani qo'llash orqali tejab qolingani yillik sof foyda (sutkada 15 tonna urug'dan moy olishda) 327,6 mln so'm ni tashkil qilgan.

13. Zig'ir urug'idan YuKE texnologiyasi orqali olingan moyning sifat va miqdor ko'rsatkichlari baholandi.



**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.04.01  
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ  
ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**ИНСТИТУТ БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ АН РУз**

**ХАСАНОВ ЖАХОНГИР ХИКМАТИЛЛОЕВИЧ**

**РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ  
МАСЕЛ, БОГАТЫХ ЭССЕНЦИАЛЬНЫМИ ЖИРНЫМИ  
КИСЛОТАМИ, ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ**

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

**АВТОРЕФЕРАТ  
ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК (DSc)**

**Ташкент – 2025**

Texnika fanlari bo'yicha doktorlik (DSc) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.3.DSc/T297 raqam bilan ro'yxatga olingan

Doktorlik dissertatsiyasi O'zR Fanlar akademiyasi Biorganik kimyo institutida bajarilgan.  
Dissertatsiya avtorlari uchta tilni (o'zbek, rus, ingliz (rezюме)) ilmiy kengash va-baholasi (ilmiy kengash rusi uz) hamda «Zyomati» axborot-ta'lim portalida ([www.zyomati.uz](http://www.zyomati.uz)) joylashtirilgan.

Ilmiy maslahatchi:	Salimov Sharhat Ismailovich biologiya fanlari doktori, akademik
Rasmiy opponentlar:	Iskakov Ismail Babadjanovich texnika fanlari doktori, professor Axmedov Azimjon Normo'minovich texnika fanlari doktori, professor Abduraximov Akror Anvarovich texnika fanlari doktori, professor
Yetakchi tashkilot:	O'zbekiston Fanlari akademiyasi O'rinlik moddalar kimyosi instituti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent kimyo-texnologiya instituti huzuridagi DSc 03/30.12.2019/T.04.01 raqamli Ilmiy Kengashning «19» 03 2025-yil soat «10» daqiqa majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100011, Toshkent shahri, Shayhontohur tumani, A. Navoi ko'chasi, 32. Tel.: (+99871) 244-79-21; faks: (+99871) 244-79-17, e-mail: [ikn\\_info@edu.uz](mailto:ikn_info@edu.uz)) Toshkent kimyo-texnologiya instituti Ma'muriy binosi, 2-qavat, anjumanlar zali)

Dissertatsiya bilan Toshkent kimyo-texnologiya institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (298-raqami bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100011, Toshkent shahri, Shayhontohur tumani, A. Navoi ko'chasi, 32. Tel.: (+99871) 244-79-21; faks: (+99871) 244-79-17.

Dissertatsiya avtorlari 2025-yil «13» 05 kuni topatildi.  
(2025-yil «13» 04 daqiqa 37 raqamli reyestr bayonnomasi).



S.M. Farukjonov  
Ilmiy darajalar beruvchi  
Ilmiy Kengash Raisi, t.f.d., akademik.

X.F. Qudibov  
Ilmiy darajalar beruvchi  
Ilmiy Kengash kotibi, t.f.d., professor.

Q.P. Serkarev  
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy  
Kengash qushiqdagi ilmiy seminar  
raislari qituvchi t.f.d., professor.

## **ВВЕДЕНИЕ (Аннотация диссертации доктора наук (DSc))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Ежедневный прирост населения в мире, повышение уровня жизни и увеличение потребности в натуральной, экологически чистой продукции, ставят вопросы её производства в новых технологических процессах и системах, модернизации существующих технологий, актуальных для пищевой, фармацевтической и косметической промышленности, а также других областях, что необходимо рассматривать как насущную задачу. Кроме того, одной из важных и актуальных задач является достижение опережения научных исследований в сравнении с производством путем обогащения научного потенциала нашими исследованиями и работами, в том числе проводимыми мировыми учеными, и направленными на создание передовых технологий. Достижение этих целей создаёт возможность в будущем производить дешёвую и качественную местную продукцию в достаточном объёме. Разработка и совершенствование технологических процессов путём исследования оптимальных технологических показателей при этом является злободневной задачей.

Учёные всего мира уделяют большое внимание производству масел высокого качества и проведению научных исследований в этой сфере. Совершенствование технологий получения масел, а также моделирование и прогнозирование качественных, количественных и экономических показателей маслоэкстракционных производств являются актуальными вопросами.

В масложировой промышленности нашей Республики процессы экстрагирования растительных масел осуществляются в системе “твёрдое тело-жидкость”. Для интенсификации диффузионного извлечения целевых компонентов и обеспечения оптимальных технологических показателей, для разнообразных конструкций, устройств и различных видов извлекаемых продуктов проводятся широко масштабные научные исследования и разработки. В Стратегии развития нового Узбекистана, перед масло-жировой промышленности поставлены насущные задачи: «поднятия отрасли на новый уровень качества, глубокой переработки местных источников сырья, ускорения производства готовой продукции, внедрения новых видов продукции и технологии»<sup>1</sup>. На новом этапе развития Узбекистана для достижения желаемых результатов необходимо еще более широко и масштабно созидать передовую отечественную технику и технологии извлечения масел, экстрактов и биологически активных веществ из растительного сырья с обеспечением высокого качества конечной продукции.

Данное диссертационное исследование служит в определенной степени реализации задач, определенных в Указе Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития нового Узбекистана», РП-4406 от 29 июля 2019 года «О дополнительных мерах по глубокой переработки сельскохозяйственной продукции», в том числе, хранения и переработки плодов и овощей, достижения требуемого уровня их

---

<sup>1</sup>Указу Президента Республика Узбекистан “О Стратегии развития нового Узбекистана” № УП-60 от 28 января 2022 года

потребления, налаживания выпуска различных полуфабрикатов, развития пищевой промышленности, ПП-4302 от 1 мая 2019 года «О мерах по дальнейшему развитию промышленной кооперации и расширению производства востребованной продукции», а также другими нормативно-управляемыми документами, принятыми в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологии V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

**Обзор зарубежных исследований по теме диссертации<sup>2</sup>.** Научные исследования, направленные на выбор растительных масел, льняного масла, богатых эссенциальными жирными кислотами, технологии их получения, методы математического моделирования и оптимизации, подбор подходящих видов масличных семян проводятся в ведущих научных центрах и высших учебных заведениях мира, в том числе Университет сельскохозяйственных наук и ветеринарной медицины (Румыния), Гарвардский университет (США), Британский фонд питания (Британия), Университет Порту (Португалия), Университет Западной Австралии (Австралия), Национальный научно-исследовательский институт молочной промышленности (Индия), Корнелльский университет (США), Харьяна (Индия), Университет Кумамото (Япония), Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (Россия), Бухарский инженерно-технологический институт, Ташкентский химико-технологический институт, НИИ биоорганической химии и химии растительных веществ (Узбекистан).

В результате исследований, проведенных в мире по маслам, богатыми эссенциальными жирными кислотами, маслам шиповника и льна, технологиям получения льняного масла, их жирным кислотам, получен ряд научных результатов, в том числе: изучены физико-химические свойства масла семян льна и шиповника, проанализированы качественные и количественные показатели масла этих семян в Институте органической химии, Центре фитохимии, (Болгария), Университетах Rim Sapienza Universiteti, (Италия), Kwame Nkumah науки и Технологии, (Гана), Университет Otago, (Новая Зеландия), Университет Ottawa, (Канада), Технический университет Мюнхена, (Германия), Университет естественных и прикладных наук, (Польша), Санкт-Петербургская государственная химико-фармацевтическая академия, Всероссийский институт ароматических и лекарственных растений, (Россия), актуальные проблемы моделирования и оптимизации процессов экстракции льняного и шиповничного масла, растворимость, технология прессования и технологии суперкритической экстракции (СКЭ) изучались в Университете сельскохозяйственных наук и ветеринарной медицины, (Румыния), Китайским сельскохозяйственным университетам, (Китай), Saskatchewan University,

---

<sup>2</sup>Dissertasiya mavzusi bo'yicha xorijiy ilmiy-tadqiqotlar sharhi: [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id), [www.iagre.org](http://www.iagre.org), [www.itu.edu.tr](http://www.itu.edu.tr), [www.cornell.edu](http://www.cornell.edu), [www.psu.edu](http://www.psu.edu), [www.nrel.gov](http://www.nrel.gov), [www.unical.it](http://www.unical.it), [www.csic.es](http://www.csic.es), [www.unicamp.br](http://www.unicamp.br), [www.tanta.edu.eg](http://www.tanta.edu.eg), [www.tugraz.at](http://www.tugraz.at), [www.uwaterloo.ca](http://www.uwaterloo.ca), [www.renewability.com](http://www.renewability.com), [www.mgupp.ru](http://www.mgupp.ru), [www.kniihpsp.ru](http://www.kniihpsp.ru), [www.tdtu.uz](http://www.tdtu.uz), [www.tkti.uz](http://www.tkti.uz), [www.urmon.uz](http://www.urmon.uz) va boshqa manbalar asosida ishlab chiqilgan.

(Канада), Pamukkale University, (Турция), Университет Кумамото, (Япония), выполнен ряд научных работ в том числе, посвященных поиску оптимального соотношения эссенциальных жирных кислот, биологически активных веществ, а также на получение добавок на основе биоактивных веществ льна, и их технико-экономическое прогнозирование (University of Campinas (Бразилия), Бухарский инженерно-технологический институт, Ташкентский химико-технологический институт, НИИ биоорганической химии и химии растительных веществ, (Узбекистан).

В мире проводится ряд исследований по получению масел из семян шиповника и льна и физико-химическим свойствам масел, в том числе по следующим приоритетным направлениям: изучение оптимальных соотношений омега-6: омега-3 жирных кислот, а также изучение способов получения высококачественных и недорогих масел, уделение внимания инновационным направлениям по применению "зеленых" технологий при экстракции семян льна, исследование экономически эффективных способов извлечения масел из семян льна, интенсификация извлечения ценных компонентов из растительного сырья.

#### **Степень изученности проблемы.**

Технологические процессы получения масел, богатых эссенциальными жирными кислотами, и исследования эссенциальных жирных кислот проводятся мировыми учеными. Также, в связи с высоким влиянием эссенциальных жирных кислот на качество масел, исследования по экстракции масел с использованием процессов высокого давления или традиционных технологий проводились рядом известные ученые и специалисты: Цзянь-Чжун Инь., Р. Монтеро-Васкес., Э. Мартинес де ла Осса., Джон Р. Дин, Дж., Эгтерс., В. Лоули., Ирена Зизович., Ирай Гударзня., Беала Симаанди., Ядолла Ямини., Кошевой Е.П., Сиюнхов Х.Р., Деревич И.В., Чехов О.С., Шиндяпкин А.А., Глуценкова А.И., Сагдуллаев А.А., Исабаев И.Б., Серкаев К.П., Абдурахимов С.А., Гусакова С.Д. и другие успешно занимаются востребованными проблемами разработки инновационных технологических процессов получения высококачественных растительных масел, богатых эссенциальными жирными кислотами, в том числе сравнением экономических показателей процесса суперкритического экстрагирования с традиционными методами извлечения целевых компонентов другими видами органических растворителей, масштабирования проектируемых установок до промышленной реализации.

Получено масло из местных семян методами СКЭ, прессования и традиционными способами. Определено и оценено физико-химические свойства и качественные показатели полученных масел. Проведены исследования по математическому моделированию и интенсификации процесса СКЭ.

В Узбекистане также проводятся исследования в области технологических систем получения растительных масел и показателей качества масел, изучаются вопросы влияния технологических показателей процесса на качество экстракта, сравнения экономических показателей процесса суперкритической экстракции (СКЭ) с традиционными методами, изучения процесса в условиях использования

других видов органических растворителей, масштабного перевода СКЭ доведения его до промышленной реализации.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнено.** Диссертационная работа выполнена в рамках плана научно-исследовательских работ прикладного проекта Института биоорганической химии АН РУз создание противовирусного препарата на основе изучения структуры и молекулярного механизма действия биологически активных веществ из растения герани кровавокрасной *Geranium sanguineum* против вируса SARS-COV-2 - АЛМ-202304076-07.

**Цель исследования** научно-практическое обоснование разработки оптимальных технологий получения масел из семян льна и шиповника, богатых ненасыщенными жирными кислотами.

**Задачи исследования:**

- выбор целесообразных сортов семян по требуемому жирнокислотному составу растительного масла из местного сырья;
- анализ специфических свойств семян и масел из шиповника (*Rosa canina*) и льна (*Linum usitatissimum*);
- теоретическое обоснование целесообразности обобщенного совмещения экспериментальных и аналитических математических моделей процессов извлечения масла из семян льна и шиповника;
- сопоставительный анализ методов экстрагирования из растительного сырья и научно-практическое обоснование наиболее рациональных технологических условий извлечения масла из семян шиповника и льна;
- обоснование оптимальных технологий экстракции масла из семян шиповника;
- создание оптимальных технологий получения масла из семян льна;
- разработка и утверждение стандартов на получение масел, богатых эссенциальными жирными кислотами.

**Объект исследования** – масло шиповника и льна, содержащие среднее и высокое количество «омега-3» и «омега-6» жирных кислот.

**Предмет исследования** оптимизация количества, качества и цены масла семян шиповника и льна.

**Методы исследования.** В диссертационной работе использованы современные химические, физико-химические, спектральные методы, методы Бокса-Бенкена и планирования эксперимента. Результаты эксперимента были проанализированы с использованием методов регрессионного анализа, оптимизации и моделирования.

**Научная новизна исследования:**

доказано явление "канализации" и "сегрегации" семян шиповника при размерах частиц  $0,27 \text{ мм} < d_{2,3} < 1,4 \text{ мм}$ , впервые получено 94,7% масла в системе СКЭ;

обоснованы оптимальные показатели извлечения масла из семян шиповника при реализации технологии СКЭ;

обоснована методика идентификации коэффициента диффузии СКЭ масла из семян шиповника;

впервые обосновано технико-экономическое прогнозирование СКЭ масла из семян шиповника;

теоретически обоснованы влияние влажности семян на качество и количество льняного масла полученного прессовым методом;

доказано, что при извлечении масла из семян льна методом СКЭ уменьшается градиент адсорбционных сил;

установлено оптимальное соотношение жирных кислот омега-6: омега-3 в маслах, получаемых схемах сверхкритического экстрагирования и методами двухступенчатого прессования без теплового воздействия.

#### **Практические результаты исследования:**

Решены задачи моделирования и оптимизации основных технологических процессов получения масла из семян льна и шиповника.

На основе экспериментальных и теоретических результатов проведена технико – экономическая симуляция и имитационное моделирование технологической последовательности получения масла из семян шиповника и льна;

разработаны рациональные аппаратные схемы извлечения масел из семян льна и шиповника с использованием методов прессования, традиционного экстрагирования и сверх критического экстрагирования;

разработан и утвержден стандарт организации семян льна и шиповника.

**Достоверность результатов** исследования подтверждаются публикацией результатов в научных журналах с высоким импакт-фактором, согласованностью экспериментальных результатов с методами математического моделирования, утверждением нормативно-технологических документов, использованием современных программ, таких как Matlab, Matematica, Autocad, Solid Works, Super Designer и Stat.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследований заключается в том, что предлагаются научные технологические решения, основанные на конкретных особенностях вида семян. На основе морфологической структуры размер частиц семян был уменьшен, в результате молекулярная диффузия ускоряется.

Регулирование влажности семян и увеличение числа оборотов вала при прессовании снижает передачу тепла масляной массе. Уменьшение размера частиц и высокое давление процесса увеличивает скорость массопереноса при извлечении масла методом суперкритического экстрагирования.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам местное масло шиповника может использоваться в качестве масел и косметических масел. Благодаря оптимальному соотношению эссенциальных жирных кислот в составе масла льна его можно рекомендовать для пищевых целей.

**Внедрение результатов исследований.** На основе полученных научных результатов по оптимизации технологий получения масел, богатых ненасыщенными жирными кислотами, из семян льна и шиповника:

Технические условия на производство льняного масла и CO<sub>2</sub>-экстракта утверждены агентством "Узстандарт" (Ts 03535693-45:2023). В результате появилась возможность локализовать субстанции льняного масла;

Технические условия на производство шиповничного масла и CO<sub>2</sub>-экстракта утверждены агентством "Узстандарт" (Ts 03535693-45:2023). В результате появилась возможность локализовать субстанции льняного масла;

Технология получения масла прессования без воздействия температуры включена в список "Разработок, принятых к внедрению в 2023-2025 годах" ООО "Баккол дон Савдо" (справка КС/3-332 от 5 июля 2023 года Ассоциации предприятий "Узёгмойсаноат"). В результате удалось получить 40,99% масла из семян льна на первом этапе и 62,2% на втором этапе.

Технология получения масла прессования без воздействия температуры включена в "Перечень разработок, принятых к внедрению в 2023-2025 годах" ООО "Баккол дон Савдо" (справка КС/3-332 от 5 июля 2023 года Ассоциации предприятий "Узёгмойсаноат"). В результате на первом этапе из семян льна было получено масло с кислотным числом 1,79 мг КОН/г масла, перекисным числом 2,34 мэкв/кг масла и 0,9% свободных жирных кислот, а на втором этапе - масло с кислотным числом 2,11 мг КОН/г масла, перекисным числом 1,89 мэкв/кг масла и 1,1% свободных жирных кислот соответственно.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования были обсуждены на 4 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 21 научных работ, в том числе 13 статей, из которых 4 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Узбекистана.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Общий объем диссертации составляет 169 страниц, в том числе 40 рисунков и 54 таблицы.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** описывается актуальность проводимых исследований, отражены научно-теоретические основы, цель и задачи, объект и предмет исследования, а также подчеркивается совместимость разработок диссертации с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики. Раскрыта научная и практическая значимость результатов исследования. Представлены сведения о внедрении результатов исследования, об опубликованных научных работах и о структуре диссертации.



В первой главе диссертации, названной **“Теоретические и практические аспекты современных методов получения из семян шиповника и льна масел, богатых ненасыщенными жирными кислотами”**, анализируются жирные кислоты, отмечено значение эссенциальных жирных кислот, приведены источники эссенциальных жирных кислот. Предоставляются данные о маслах из семян шиповника и льна, приведены данные о количестве жирных кислот в этих маслах, показаны уникальность технологий получения масел, богатых ненасыщенными жирными кислотами. Проанализирована теоретическая и практическая ситуация и экстракция масел на основе использования традиционных и «зеленых» экстракционных технологий, с рассмотрения типов растворителей для экстрагирования масел из семян шиповника и льна, проанализированы различные способы прессования и технологии суперкритической экстракции, и на основе обобщения привлеченного аналитического материала формируется основная цель и задачи исследования.

Во второй главе диссертации, названной **“Объекты и методы исследования”**, представлена последовательность действий, направленных на разработку оптимальных технологий извлечения высококачественных масел для пищевой, фармацевтической и косметической промышленности. Для реализации эксперимента и теоретических изысканий была обоснована следующая система действий, связующая к подбору сортов семян, способов экстракции из семян, осуществлен качественный и количественный анализ жирных кислот в полученных маслах, осуществлен отбор семян с оптимальным содержанием жирных кислот в маслах, оптимизированы технологические показатели получения масла с помощью традиционных и «зеленых» технологий. На основе проведенных анализов и найденных оптимальных показателей исследуемого объекта были разработаны рациональные подходящие аппаратные схемы.

Для определения качественных и количественных параметров масла использовали показатели кислотного числа, перекисного числа, результаты элементного анализа и методы определения метиловых эфиров жирных кислот с использованием показаний масс-спектрометра с индуктивно-связанной плазмой ISP-MS (Nexion 2000) фирмы Perkin Elmer и аналитических приборов Agilent Technology GS 7890V/MS 7000D.

В третьей главе диссертации, названной **“Исследование влияния технологических факторов на экстракцию масла из семян шиповника (*Rosa canina*) традиционными и суперкритическими методами экстрагирования и оптимизации процесса”** объект исследования был выбран по результатам количественного анализа жирных кислот в растительном масле, при составе жирных кислот, представленным в таблице 1.

Таблица 1

## Содержание жирных кислоты в исследованных образцах масел

Жирные кислоты	Образцы масла					
	РМ	МРО	МСШ	МГО	ЛМ	СМ
Миристиновая	0,19±0,02	0,33±0,01	0,05			
Пальмитолеиновая			0,14±0,01	6,72±0,89		
Пентадекановая			0,03			
Пальмитиновая	5,24±1,06	22,8±1,83	4,95±0,79		6,95±1,03	9,4±0,97
Маргариновая						
Линолевая	16,1±1,29	24,49±1,38	49,7±2,89	58,67±3,31	15,2±1,23	55,24±4,12
Линоленовая	10,02±0,9	1,85±0,32	28,14±0,8	6,03±1,1	52,58±3,36	7,48±0,78
Олеиновая	65,15±4,49	46,94±2,79	13,44±0,9	25,12±2	19,98±1,19	25,33±1,74
Стеариновая	1,51±0,36	2,48±0,29	1,54±0,12	3,46±0,78	5,2±1,01	2,55±0,29
Бегеновая	0,42±0,03		0,11±0,01		0,07	
Арахидоновая	0,48±0,01	0,75±0,05	0,55±0,04		0,02	
Эруковая	0,16±0,01					
Лигноцериновая		0,58±0,03				
НЖК*	7,84	26,72	7,28	3,46	12,24	11,95
МНЖК**	65,31	46,94	13,58	31,84	19,98	25,33
ПНЖК***	26,85	26,34	77,84	64,7	67,78	62,72
omega-6:omega-3	1,6	13,23	1,76	9,72	0,28	7,38
НЖК:МНЖК:ПНЖК	1:8,33:3,33	1,01:1,78:1	1:1,86:10,6	1:9,2:18,69	1:1,63:5,53	1:2,11:5,24

•Примечания: приведенные значения представляют собой среднее и стандартное отклонение двух повторов. РМ-рапсовое масло, МРО-масло рисовых отрубей, МСШ-масло семян шиповника, МГО-масло грецкого ореха, ЛМ-льняное масло, СМ-соевое масло. НЖК\*-насыщенные жирные кислоты, МНЖК\*\*-мононенасыщенные жирные кислоты, ПНЖК\*\*\*-полиненасыщенные жирные кислоты.

В таблице 1 представлена основная часть жирно-кислотного состава рапсового масла (составляет 65,15±4,49 % олеиновой жирной кислоты, а соотношение жирных кислоты омега-6:омега-3 имеет 1,6). Среди жирных кислот масла из рисовых отрубей наибольшее количество приходится на олеиновую кислоту (46,94±2,79 %), соотношение жирных кислот омега-6:омега-3 высокое (13,23), а соотношение НЖК:МНЖК:ПНЖК составляет 1,01:1,78:1. Линолевая кислота является наиболее распространенной в масле семян шиповника (49,7±2,89%), а соотношение жирных кислот омега-6:омега-3 составляет альтернативное значение (1,76), соотношение ПНЖК:НЖК имеет высокое значение (10,69). Более того, количество линоленовой кислоты составляет 28,14±0,89. Соотношение жирных кислот омега-6:омега-3 в ореховом и соевом маслах (составило 9,72 и 7,38 соответственно), что выше показателей существующих рекомендации. Содержание линоленовой жирной кислоты в льняном масле составляет 52,58±3,36%, и это самое высокое количество линоленовой жирной кислоты среди изученных масел. В льняном масле соотношение жирных кислот

омега-6:омега-3 составляет 0,28, поэтому мы выбрали это масло семян в качестве объекта нашего исследования. На основании оптимального соотношения жирных кислот омега-6: омега-3 оба сорта семян были выбраны в качестве основного объекта научных исследований. В работе проанализированы технологические факторы, влияющие на извлечение масла из семян шиповника.

Представлены кодированные и некодированные значения факторов, влияющих на процесс экстракции из семян шиповника. Экстракция из частиц семян шиповника (*Rosa canina*) проводилась в 8 последовательных экспериментах с использованием экстракционного бензина по методу случайного выбора на основе  $2^3$ -го полного факторного плана.

Содержание масла в семенах составило 8,875%, а содержание влаги составляет 2,74%. В каждом эксперименте использовалось 40 граммов семян, план экспериментов и результаты представлены в таблице 2.

**Таблица 2**

**$2^3$  полный факторный план эксперимента по получению масла из семян шиповника традиционным способом**

№	Кодированный уровень			Матрица опыта			Содержание жира (г)		
	D	T	G	A	B	C	Результат 1	Результат 2	Средний результат
1	-1	-1	-1	$0,3 < d_1 < 1$	35-40	3:1	2,34	2,52	2,43
2	1	-1	-1	$1 < d_2 < 2$	35-40	3:1	2,24	1,8	2,02
3	-1	1	-1	$0,3 < d_1 < 1$	55-60	3:1	2,855	2,745	2,8
4	1	1	-1	$1 < d_2 < 2$	55-60	3:1	1,76	2,34	2,05
5	-1	-1	1	$0,3 < d_1 < 1$	35-40	5:1	2,68	2,76	2,72
6	1	-1	1	$1 < d_2 < 2$	35-40	5:1	1,61	2,43	2,02
7	-1	1	1	$0,3 < d_1 < 1$	55-60	5:1	3,24	3,20	3,22
8	1	1	1	$1 < d_2 < 2$	55-60	5:1	1,98	2,12	2,05

В опыте №7 представленном в таблице 2, извлечено 90,7% масла при размерах частиц  $0,3 < d_1 < 1$  мм, температуры процесса 55-60 °С и гидромодули 5:1 мл/г. В опытах №2 получено 56,9% масла при значениях  $1 < d_2 < 2$  мм, температуре 35-40 °С и гидромодуле 3:1 мл/г.

Взаимосвязь между полученным маслом и параметрами воздействия отражает следующее (1) выражение:

$$y = 2,6562 - 0,1362A + 0,2338B + 0,2213C + 0,0162A * B + 0,0437A * C + 0,0237B * C \quad (1)$$

Проанализировано количество элементов, содержащихся в семенах и маслах. При этом минимальное количество элементов железа в масле составляет 0,8116 мг/кг, а максимальное – 0,104 мг/кг. Установлено, что количество элемента железа уменьшается с увеличением содержания масла. Кроме того, количество элемента меди обладает той же закономерность: наименьшее количество масла составляет 0,98 мг/кг, а наибольшее количество масла содержит 0,21 мг/кг элемента меди. Замечено, что количество железа и

меди уменьшается с увеличением содержания масла, что обратно пропорционально по параметру температуры. Эту можно объяснить температурой испарения. Количество элементов Fe и Cu в масле составило 1,2486 мг/кг и 3,147 мг/кг соответственно. В дальнейших исследованиях изучалось влияние типов органических растворителей и параметров процесса на экстракцию масла из шиповника.

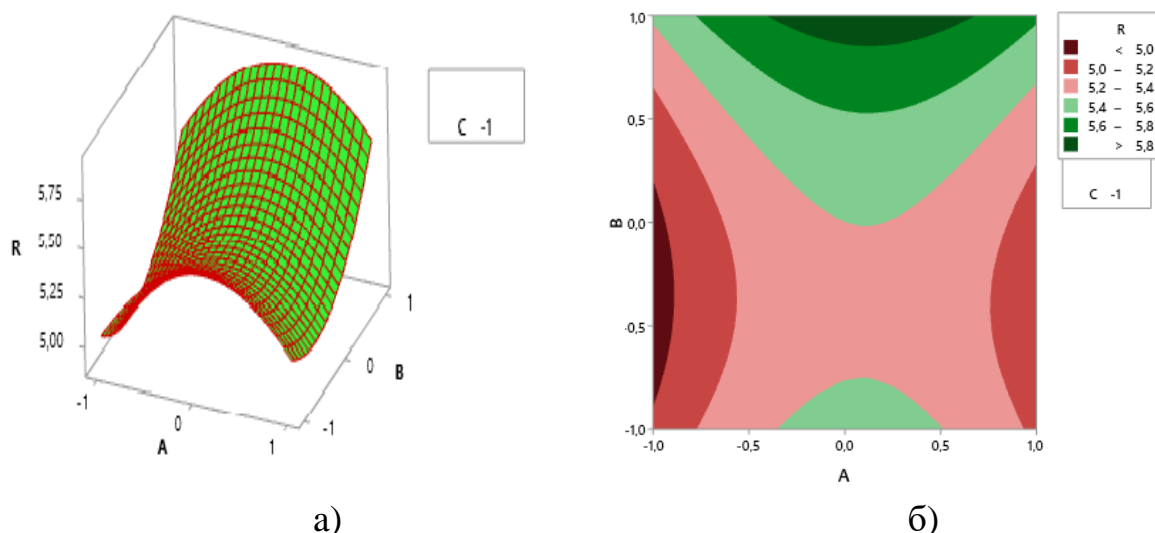
На основе трехэтапного метода планирования Бокса-Бенкена проведено 15 экспериментов. Регрессионные уравнения для некодированных величин следующие:

$$R=5,4+0,08A+0,217B-0,373A^2+0,286B*B+0,02 A*B \quad (2)$$

$$R=5,897+1,01 A+0,08B-0,373A^2+0,286B*B+0,02 A*B \quad (3)$$

$$R=4,73+0,68A-1,715B-0,373A^2+0,286B*B+0,02 A*B \quad (4)$$

Уравнения С-шаги состоят из уравнений (2), (3) и (4) для -1, 0 и 1 соответственно. Сравнивая влияние гидромодуля и температуры на процесс экстракции хлороформом, можно отметить, что степень влияния гидромодуля ниже, нежели степень влияния температуры исследуемого процессе. Из анализа приведенных данных следует, что эффективность процесса экстракции ниже при гидромодуле 3:1 (т.е. при более низких температурах), а экстракция масла при этом гидромодуле больше при температурах в диапазоне 50-55°C. Уравнения регрессии, характеризующие процесс экстракции при использовании хлороформа, представлены формулой (2). В ходе дальнейших экспериментов максимальное количество масла (84,1%) получено в экстракционном бензине при наибольше величине гидромодуля (5:1) и температуре 50-55 °С (рисунок 1, а и б). Уравнение регрессии, характеризующее данные явление, выражается формулой (3).



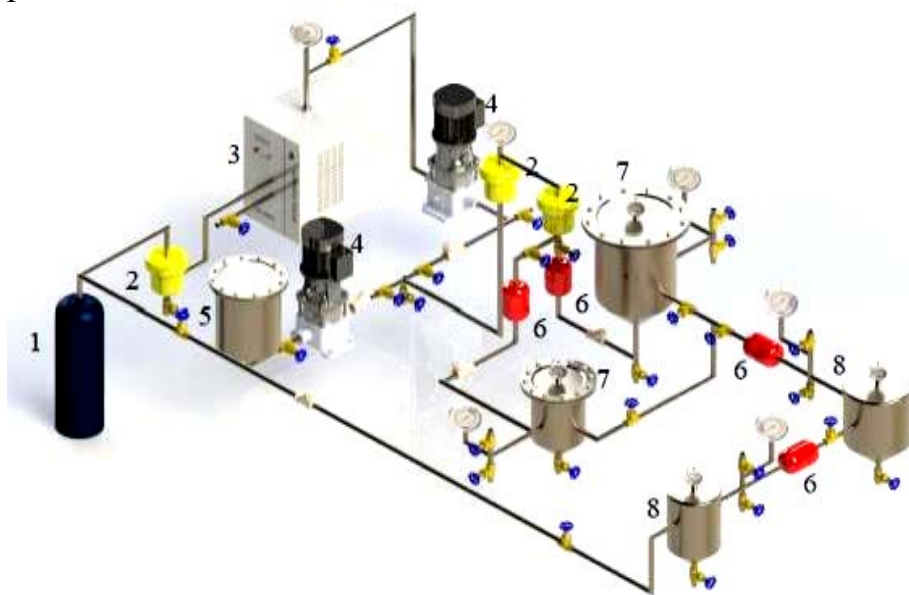
**Рисунок 1. Поверхность (а) и контурная диаграмма (б) процесса экстракции масла из семян шиповника (экстракционным бензином) (R- количество масла).**

Уравнение регрессии отражающие соответствующие явления при процессе экстракции масла из семян шиповника с использованием растворителя изопропанола, имеет вида (4). При данной поверхности

(рисунок 1 а) и контурном графике (рисунок 1 б) соотношение растворителя составляет 3:1, температура 50-55°C, наибольшее количество извлеченного масла равно 89,5%. Наименьшее содержание масла наблюдалось при гидромодуле 3:1 и температуре 30-35 °C. Установлено, что экстракция изопропанолом из семян шиповника обеспечивает высокое количество масла при температуре 50-55 °C и прогнозируемом значении гидромодуля 4,87, однако стоимость экстракционного бензина относительно низкая, а содержание масла высокая.

Наибольшее содержание масла при экстракции бензином соответствует прогнозируемому гидромодулю 5,31 и температуре 50-55 °C. Найденные оптимальные значения экспериментальных и прогностических результатов и сопоставлены с расчетными оптимальными параметрами.

На следующем этапе работы изучалось влияние размера семян шиповника на выход масла. При этом частицы семян были разделены на три группы. Эксперименты проводились на частицах диаметрами  $d_1 < 0,27\text{мм}$ ,  $0,27 < d_2 < 0,7\text{мм}$  и  $0,7 < d_3 < 1,4\text{мм}$ . Моделирование проведено при технологических параметрах СКЭ: давление 30 МПа, температура 50 °C и расход  $\text{CO}_2$  22,34 г/мин.



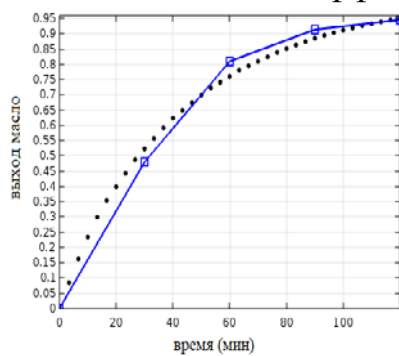
**Рисунок 2.**  
Технологическая  
схема  
суперкритической  
экстракции масла из  
растительного сырья.

Обзор технологии СКЭ представлен на рисунок 2. Углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) подается в систему из 1 баллона.  $\text{CO}_2$  проходит через фильтр 2 и охлаждается до температуры 7 °C в холодильнике (кондиционере) 3, жидкая фаза подается в экстрактор через насос 4 к фильтрам 2 и подогревателю 6. Углекислый газ нагревается до достижения критической температуры. В емкости экстрактора 7 флюид фаза взаимодействует с частицами семян. Температура и давление постоянно контролируется термометрами и манометрами. В экстракторе 7 смесь жидкости и масла через подогреватель 6 подается в сепараторы 8 с емкостью 2 л. Углекислый газ возвращается в систему через сепараторы 8. В работе использована существующая

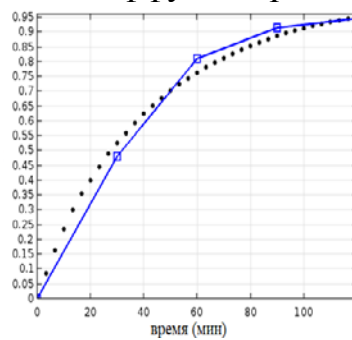
математическая модель<sup>3</sup> сверхкритического экстрагирования масла из семян шиповника.

$$\begin{cases} uV \frac{\partial a}{\partial h} + \epsilon V \frac{\partial a}{\partial t} + S_p \kappa (j - j^*) = 0, & (1 - \epsilon) V \frac{\partial j}{\partial t} = -S_p \kappa (j - j^*), \\ a = \kappa_p j, & t=0, a=0, j=j_0, h=0, a(0, t)=0 \\ d_a \frac{\partial a}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x} \left( c \frac{\partial a}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left( c \frac{\partial a}{\partial y} \right) + \beta_x \frac{\partial a}{\partial x} + \beta_y \frac{\partial a}{\partial y} = f \\ e_a \frac{\partial^2 a}{\partial t^2} + d_a \frac{\partial a}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x} \left( c \frac{\partial}{\partial x} a + \alpha a - \gamma \right) + \beta * \frac{\partial}{\partial x} a + \alpha a = f \\ (1 - \epsilon) V \frac{\partial j}{\partial t} = -S_p \kappa (j - a/k_p). \end{cases}$$

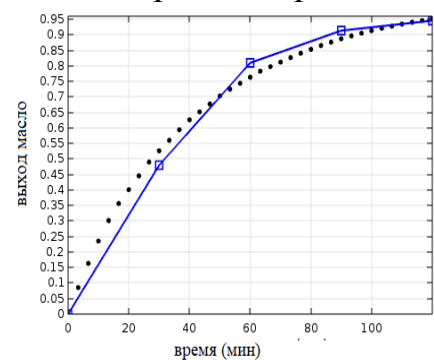
Здесь:  $u$ -фазовая скорость жидкости, м/с;  $a$ -концентрация масла в фазе флюида;  $V$ -объем экстрактора, м<sup>3</sup>;  $\epsilon$  –пустой пространство;  $t$ -время;  $S_{pk}$  - постоянная;  $j$ - начальная масличность твердой фазы;  $j^*$ - концентрация масла в пограничном слое твердой фазы;  $k_p$ - коэффициент разделения;  $\psi$  – показатель формы, 3/5;  $1 - V_p/S_p$  отношение объема семян к поверхности семян. Значения коэффициентов диффузии представлены на рис. 3а - рис.3д.



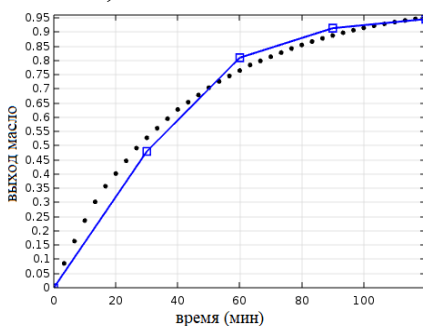
а)  $4,61 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$



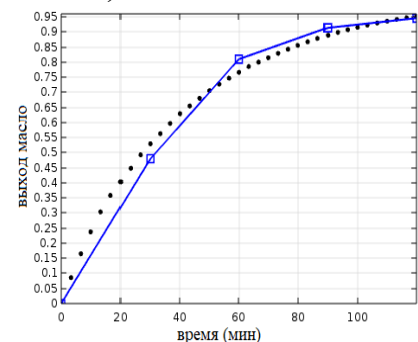
б)  $4,63 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$



в)  $4,65 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$



г)  $4,67 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$



д)  $4,69 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$

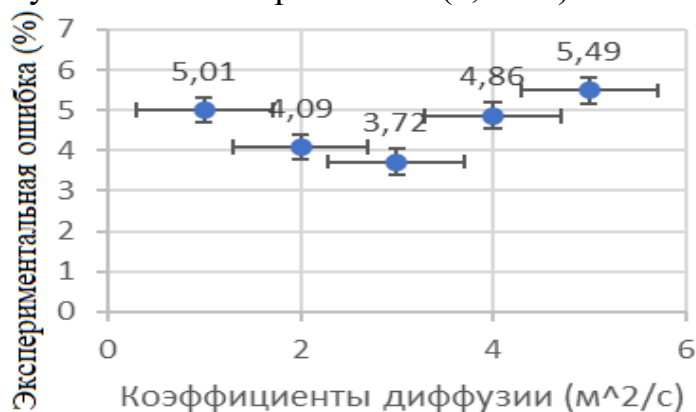
**Рисунок 3. Графики изменения коэффициента диффузии при сверхкритической экстракции масла из семян шиповника ( $D_{cp}=4,61 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с} \div D_{cp}=4,69 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$ ), (пунктирные линии- результаты по модели; сплошная линия- результаты эксперимента).**

На рисунок 3 представлены результаты моделирования и эксперимента, а также наличие корреляции между коэффициентами диффузии.

Текущий коэффициент диффузии определялся на основе метода наименьших погрешностей, диапазоне вариаций, соответствующих

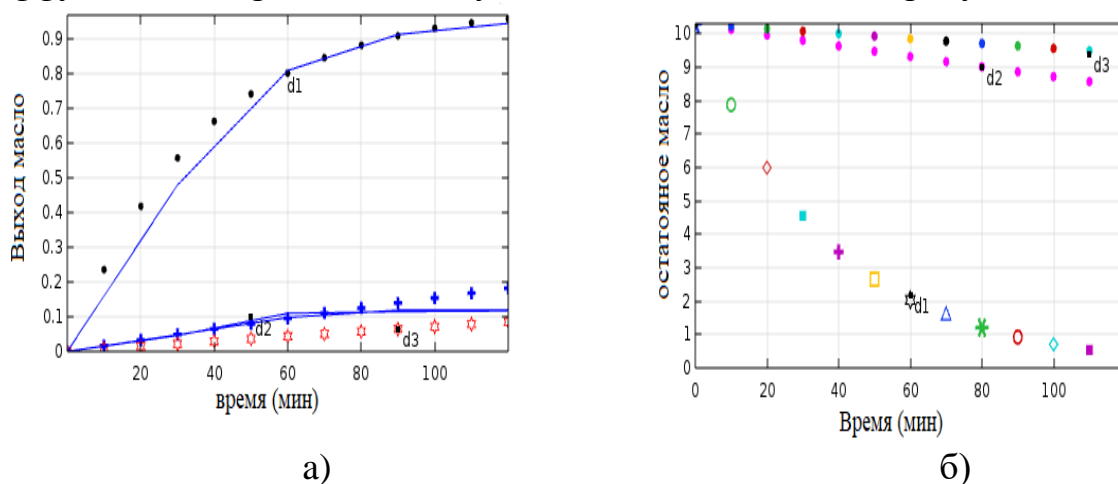
<sup>3</sup> Reverchon E., 1999

изменению  $0,02 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$  в коэффициентов диффузии  $4,6\text{-}4,7 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$  при сверх критической экстракции масла из семян шиповника (рисунок 4). В расчетах найден коэффициент диффузии  $D=4,6 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$ , соответствующий наименьшему значению погрешности (3,72 %).



**Рисунок 4. Зависимость между коэффициентами диффузии и погрешностями ( $1\text{-}4,61 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$ ;  $2\text{-}4,63 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$ ;  $3\text{-}4,65 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$ ;  $4\text{-}4,67 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$ ;  $4,69 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$ ).**

Зависимость коэффициента диффузии при суперкритической экстракции масла из семян шиповника приведена на рисунок 4. Наименьшее значение доли неадекватности составляет 3,72 %, что соответствует коэффициенту диффузии  $D_{\text{ср}}=4,65 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$ . На основании определенного коэффициента диффузии были проведены симуляционные исследования рисунок 5.



**Рисунок 5. Графики извлечения масла из семян шиповника по методу СКЭ: (а) масло и (б) остаточное масло в шроте (пунктирные линии-результаты симуляции; сплошные линии-результаты экспериментов), ( $d_1 < 0,27 \text{ мм}$ ,  $0,27 \text{ мм} < d_2 < 0,7 \text{ мм}$ ,  $0,7 \text{ мм} < d_3 < 1,4 \text{ мм}$ ).**

Адекватность результатов аналитического и экспериментального моделирования составила 93,8% при размере частиц  $d_1$ , тогда как зависимость экстрагируемого масла от времени в распределении частиц по диаметру  $d_2$  и  $d_3$  составила 75-85%. На рисунок 5 б представлены графики распределения среднего количество масла, полученного методом СКЭ в диапазоне технологических показателей. В наших исследованиях содержание линолевой жирной кислоты (C18:2), линоленовой (C18:3) и олеиновой (C18:1) в масле из семян шиповника составляло 53,08%, 22,68% и 15,18% соответственно, а количество насыщенных жирных кислот в линии 8,31%, а

количество ненасыщенных жирных кислот равно 91,68%. В качестве оптимальных значений был принят диапазон размеров частиц  $0,15 < d_4 < 0,7$  мм. Дальнейшие исследования были продолжены при этих режимах.

Температура в экстракторе 35-50 °С, температура в сепаратора составляла 35-50 °С. Определение оптимальных технологических показателей в процессе суперкритической экстракции; эксперименты осуществлялось по ортогональной схеме при давлении в экстракторе  $P=20-35$  МПа и расходе  $CO_2$  при 5-20 л/ч.

Наибольшее извлечение масла из семян шиповника методом СКЭ составило 79,1% масла при температуре 35°С, давлении 20 МПа, температуре в сепаратора 35°С и расходе углекислый газ 5 л/ч.

Жирнокислотный состав шиповничного масла в экспериментах был представлен в таблице 3.

**Таблица 3**

**Содержание эссенциальных жирных кислот в масле из семян шиповника**

№	omega-9, %	omega-6, %	omega-3, %	omega-6/omega-3	насыщенные/ненасыщенные жирные кислоты
1	15,89	51	23,64	2,15	0,096

Установлено, что мононенасыщенные жирные кислоты С 18:1 в масле семян шиповника составляют 15,89%, кислоты С 18:2 и С 18:3 составляют 51% и 23,64% соответственно. При этом соотношение жирных кислот С18:2/С18:3 составило 2,15, общее количество насыщенных жирных кислот - 8,79%, а количество ненасыщенных жирных кислот - 91,21%, при этом их соотношение было равно 0,096 (таблица 3). Установлено, что соотношение эссенциальных жирных кислот в исследуемом масле находится в пределах нормативных значений.

В целом качественные показатели масел, полученных по традиционной и суперкритической технологии, соответствуют требованиям стандарта. В зависимости от способа экстракции эти масла могут использоваться в косметической и фармацевтической промышленности.

В четвертой главе диссертации, названной **“Разработка технологии экстракции масла традиционными и суперкритическим методами экстракции масла из семян шиповника”** первоначально даны оценки технико-экономических показателей масел, получаемых традиционными способами. В работе выполнены технико-экономические прогнозы извлечения масла из семян шиповника методом суперкритической экстракции. На основе этих результатов разработана аппаратурная схема.

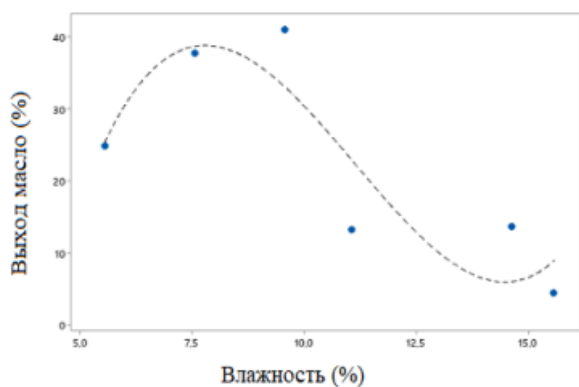
В традиционной системе экстракции масла из семян шиповника при температуре 50 °С и продолжительности 2 часа себестоимость конечной продукции была существенно ниже (148000 и 298000 сум/кг соответственно).

В системе СКЭ при изменении емкости от 5л до 500л цена конечной продукции снижается: цена 1 кг масла снижается с 870000 сум. Однако

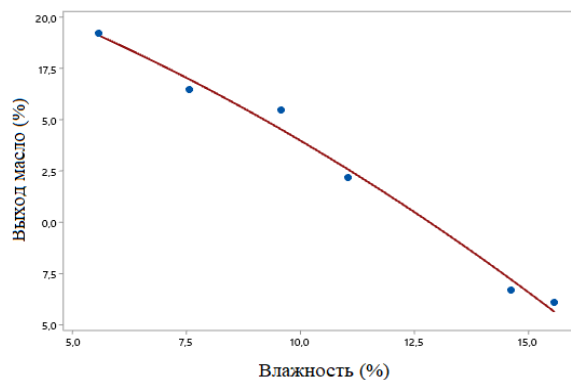


200870 сум, но этот показатель не дает возможности для покрытия общих затрат. Независимо от необходимого и оптимального состава масла семян шиповника для косметики, цена масла, полученного по технологии сверхкритической экстракции, чрезвычайно высока. Исходя из приведенных данных масла из семян шиповника целесообразно получать традиционными способами, используя в косметической промышленности.

В пятой главе диссертации под названием «**Качество, количество и экономические показатели масла, полученного из льняного семени методом прессования без теплового воздействия**» приведено оптимальная влажность, которая является одним из основных факторов, влияющих на качество добываемого масла. На рисунок 6 представлены графики влажности и концентрации (5,55%, 7,55%, 9,56%, 11,05%, 14,62% и 15,57%) масла и твердых частиц в масле. Масличность семян местного льна составляет 33,1%, а влажность - 5,67%.



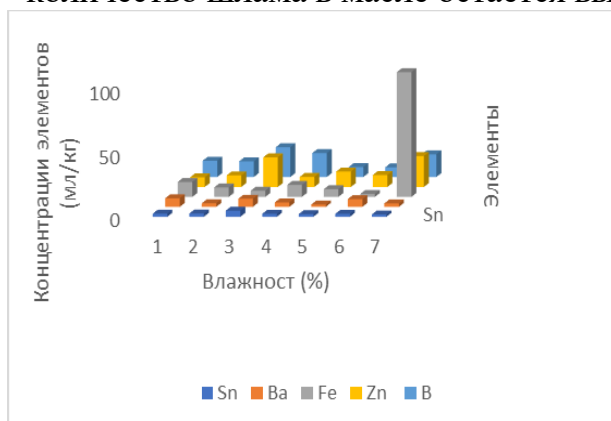
а)



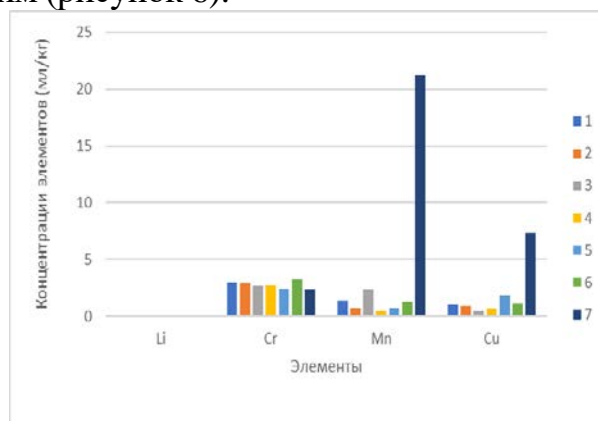
б)

**Рисунок 6. Влияние влажности семян льна на выход масла и шлам ((а) – количество масла; (б) – количество шлама).**

При влажности семян льна 7,55-9,56% качество масла соответствует нормативным требованиям при прессовании без теплового воздействия, однако количество шлама в масле остается высоким (рисунок 6).



а)



б)

**Рисунок 7. Влияние влажности на количество основных элементов в процессе прессования семян льна (а, б графики-последовательность элементов).**

Определены концентрации 44 элементов в маслах, при этом наблюдались значительно более высокие уровни Sn, Ba, B, Na, Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Mn, Fe,

Cu и Zn. Установлено, что количество Cu (0,51 мг/кг) и Fe (4,9 мг/кг), элементов, оказывающих основное влияние на качество масла, близки к требуемым показателям (рисунок 7 а, б).

На основе результатов одностадийного прессования изучены количественные и качественные показатели масел, полученных двухстадийным прессованием без теплового воздействия. В таблице 4 проведено сравнение масел, полученных двухстадийным прессованием без воздействия температуры в полупромышленном и промышленном масштабах.

**Таблица 4**

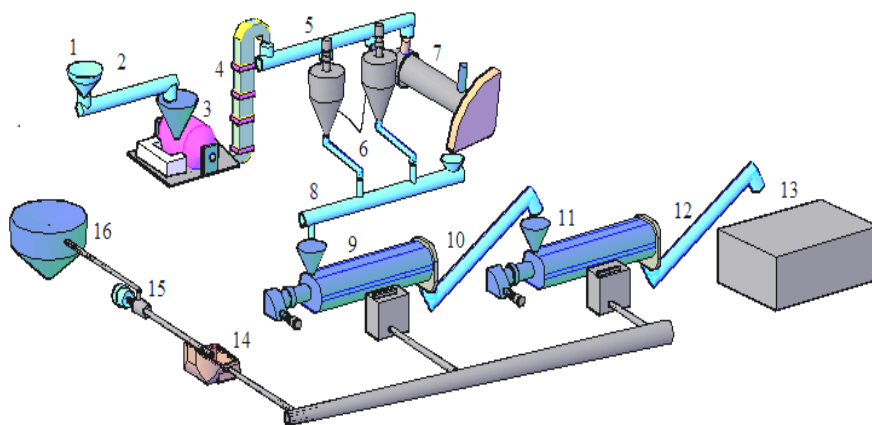
**Качественные и количественные показатели масел, полученных из семян льна в полупромышленном двухстадийном прессовании и в обычных промышленных условиях**

ВФ* ККП*	В полупромышленном прессовом устройстве		В промышленно м устройстве
	Масло, полученное при первом прессовании	Масло, полученное при втором прессовании	Термически обработанное масло
Кислотное число, (мг КОН/г масла)	1,79	2,11	2,3-2,6
Перекисное число, (мэкв/кг масла)	2,34	1,89	-
Свободные жирные кислоты, (%)	0,9	1,1	-
Количество масла, (%)	40,99	62,2	50-70
Количество шлама, (%)	15,45	7,14	0,45-0,9
Влага масла, (%)	0,14	0,091	0,13-0,17
Летучие вещества (при 105 °С)	-	-	0,131

ВФ\*-влияющие факторы; ККП\*\*-качественно-количественные показатели.

По результатам исследования была разработана аппаратурная схема прессования без теплового воздействия. Можно предложить аппаратурную схему прессования без воздействия тепла с контролируемой влажностью семян при непрерывной или периодической обработке маслосодержащих продуктов и извлечения из них масел (рисунок 8).

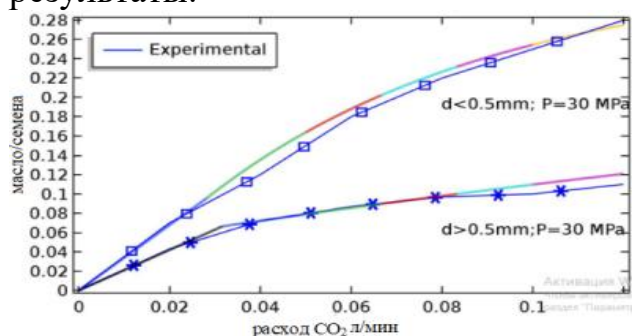
По результатам расчетов можно сделать вывод о том, что в среднем 327,6 млн сумов можно сэкономить при переработке льна без теплового воздействия за счет контроля влажности, энергии и качества масла. Несмотря на высокую степень извлечения масла (70%) при термической обработке льняного семени, желательно получать масла, богатые ненасыщенными жирными кислотами, применяя ряд низкотемпературных процессов.



**Рисунок 8.**  
Аппаратурная схема  
прессования  
безтеплого  
воздействия с  
контролируемой  
влажностью семян.

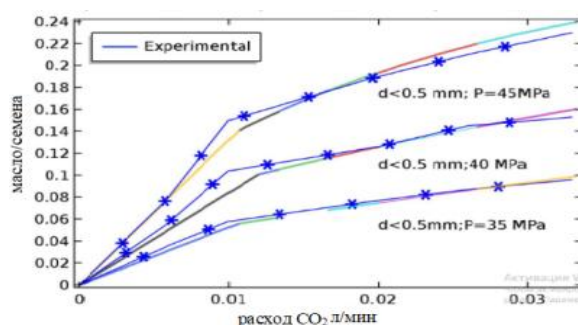
Напротив, количество масла, полученное методом прессования без воздействия тепла, меньше (62,2%) и считается вполне приемлемым. Кроме того, себестоимость масла, полученного методом безтеплого прессования, намного дешевле, а цена реализации дороже по сравнению с сопоставляемым методом.

В шестой главе диссертации под названием «Оценка качества, количества и экономических показателей масла, полученного с использованием технологий суперкритической экстракции», рассмотрены вопросы получения масла из семян льна в полупромышленной системе СКЭ, математического моделирования, прогнозирования технических характеристик и приведены экономические показатели системы СКЭ, предложена технологическая схема для экстракции масла из семян льна и шиповника. В тексте диссертации представлена существующая математическая модель, описываются процесс СКЭ и изложены полученные основные научные результаты.

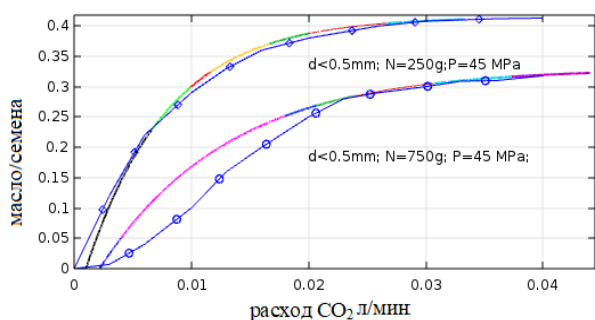


**Рисунок 9.** Влияние размера частиц на  
экстракцию масла из семян льна методом  
СКЭ

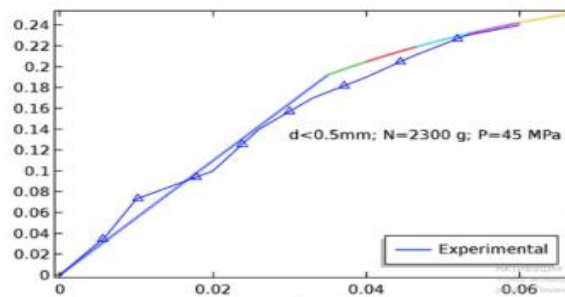
При частицах  $d_2$  ( $>0,5$  мм) выход масла низкий; время первой стадии экстракции (расход  $\text{CO}_2$  0,02 л/мин на оси x графика) составляет 95 мин. При извлечении масла из семян льна наблюдалась сегрегация, что отразилось на влиянии частиц размером  $d_1 < 0,5$  мм на выход масла. При этом масло из семян не экстрагировалось полностью даже за всю 360 минутную продолжительность процесса (рисунок 9). Существенной разницы во времени начальной экстракции при разных значениях давления, т.е. 35, 40 и 45 МПа не наблюдается (рисунок 10).



**Рисунок 10.** Влияние давления на  
извлечение масла из семян льна  
методом СКЭ



**Рисунок 11. Соотношение расхода масла и CO<sub>2</sub> при  $F_1/N_1=0,02/0,25$  и  $F_2/N_2=0,02/0,75$ .**



**Рисунок 12. Соотношение расхода масла и CO<sub>2</sub> при  $F_3/N_3=0,02\text{м}^3/2,3$**

На рисунок 11 показана зависимость между расходом масла и CO<sub>2</sub>, соответствующая значениям  $F_1/N_1=0,02/0,25$  и  $F_2/N_2=0,02/0,75$  (45 МПа, 55<sup>0</sup>С и  $d_1<0,5\text{мм}$ ): при начальном  $F_1/N_1$  процесс экстракции ускорялся, а общая продолжительность экстракции составляла в среднем 100 минут. Измельчение частиц льна и высокое значение  $F_1/N_1$  обеспечивают 90-95% количества масла. Однако низкое количество твердой фазы в процессе привело к снижению общей производительности. При значениях  $F_2/N_2$  равновесное состояние экстракции масла составило более 120 мин, а общее количество израсходованного CO<sub>2</sub> в этом состоянии составило 0,05м<sup>3</sup>. При значении  $F_3/N_3=0,02\text{м}^3/2,3\text{кг}$ , 3,5 часа процесса и расходе CO<sub>2</sub> 0,07м<sup>3</sup> равновесное состояние не наблюдалось (рисунок 12). В этой ситуации желательно увеличить количество CO<sub>2</sub>. В работе сравнивались показатели качества проб масла, добытого при разных параметрах процесса.

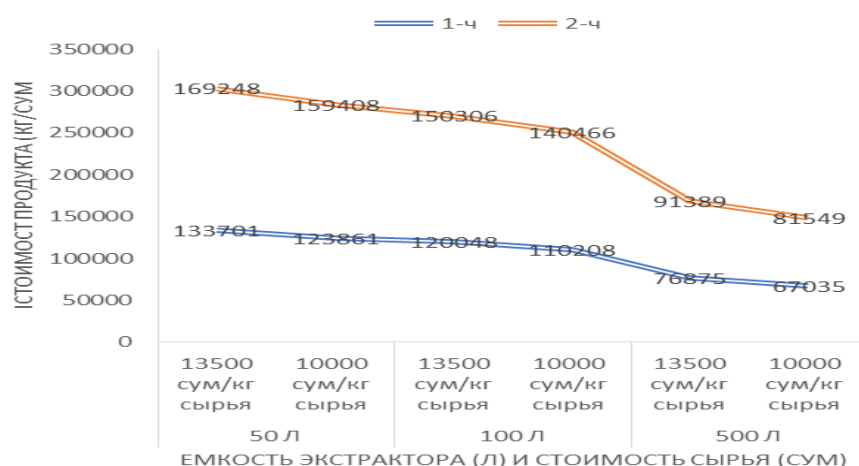
**Таблица 5**

**Показатели качества льняного масла, полученного методом СКЭ**

Р (МПа)	Т ( <sup>0</sup> С)	Кислотное число (мг КОН/г масла)	Перекисное число (мэкв/кг масла)	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	Железо (мг/кг)	Медь (мг/кг)
30	55	3,47	2,23	0,89	1,12	0,172
35	55	3,48	1,94	0,91	3,42	0,23
40	55	2,99	2,28	0,914	0,32	0,2394
45	55	2,69	2,01	0,914	2,11	0,19

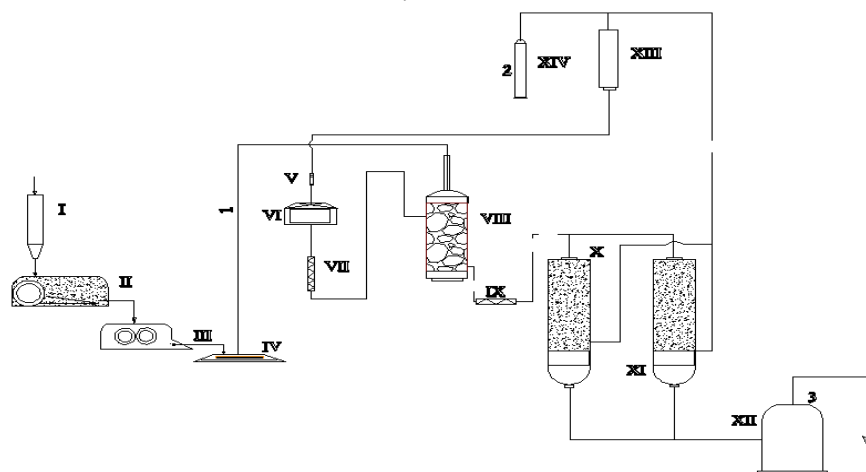
В таблице 5 показано отсутствие существенной разницы в перекисном числе (мэкв/кг масла) и кислотном числе (мг КОН/г масла) при повышении давления. Кроме того, наблюдается относительный рост плотности масла с ростом давления. Также в процессе не использовались оставшиеся сверхмелкие частицы. На рисунок 13 льняного масла, полученного за 2 часа, выше, чем полученного за 1 час. При этом стоимость масла в системах объемом 50 л и 100 л была примерно в 2 раза выше, чем в системе объемом 500 л. В целом, полученное методом СКЭ масло из семян льна, в первой час было на 9,6% меньше, чем масло, полученное во второй час. Однако, с экономической точки зрения для покрытия затрат, приемлема объемом 500 л

и время экстракции 1ч. Основными влияющими факторами являются отпускная цена масла и цены на сырье.



**Рисунок 13.**  
Зависимость цены  
льняного масла от цены  
сырья  
(для систем объемом 50  
л, 100 л и 500 л).

На основе анализа результатов технико-экономического прогнозирования была разработана технологическая схема СКЭ масел из семян льна и шиповника.



**Рисунок 14.**  
Аппаратурная схема  
извлечения масла из  
семян льна по методу  
СКЭ.

Предлагаемая полупромышленная установка представлена на рисунок 14. Семена хранятся в бункере 1, а дозатор 2 служит для направления такого же на количество семян в следующие 3 дробилки. Семена, приготовленные в измельчителе 3, взвешивают на весах 4. Отмеренный (целевой) измельченный льняной шрот помещают в экстрактор 8. На следующем этапе  $\text{CO}_2$  из питающего баллона 14 (пищевой  $\text{CO}_2$ ) очищается с помощью фильтра 5, а после охлаждения охладителя 6 до температуры  $5-7^\circ\text{C}$  происходит его подогрев 7. Нагретая жидкость направляется в экстрактор. Через подогреватель мицелла 9 в сепараторах 10 и 11 происходит разделение масла и газовых смесей  $\text{CO}_2$ . Отделившееся масло очищается от осадка в сепараторе 12. Газ  $\text{CO}_2$  из сепараторов направляется в коллектор 13 для повторного использования в системе.

Внедрение предлагаемой технологической системы получения масел, богатых эссенциальными жирными кислотами, методом суперкритической экстракции позволяет выпускать более качественную продукцию, экономить энергоресурсы и ресурсы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Объект исследования выбран на основе обеспечения рационального соотношения жирных кислот омега-6/омега-3 в маслах из семян шиповника и льна.

2. При реализации традиционного метода экстракции при диаметре частиц измельченных семян размером 0,125~0,3 мм (47,9 %) и 0,3~1 мм (52,1%), в гидромодуле 5:1, при температуре 50<sup>0</sup>С и в течение 2 часов получено 81,9 % масла.

3. При реализации метода СКЭ установлено, что выход масла из измельченных семян шиповника при диаметрах частиц  $d_1 < 0,27$  мм составил 94,1%, а полученное масло состояло из 53,08% линолевой и 22,68% линоленовой жирных кислот.

4. Коэффициент диффузии при сверхкритической экстракции семян шиповника определялся по методу обратной связи.

5. Выявлены и определены оптимальные значения параметров при извлечении масла из семян шиповника методом СКЭ, при этом соотношение жирных кислот омега-6:омега-3 в полученном масле составило 2,15.

6. Определено, что цены масла из семян шиповника, полученные традиционным способом изменятся от 148 000 сум/кг до 298 000 сум/кг.

7. Полученные СКЭ и традиционными методами масла из семян шиповника по своим физико-химическим и органолептическим свойствам соответствуют требованиям, предъявляемым к косметическим маслам, и может быть рекомендованы для использования в качестве косметических средств.

8. По результатам технико-экономических показателей разработана аппаратная схема получения масел из семян шиповника традиционным способом.

9. На основе прессования извлечено 40,99% масла при влажности льняного семени 9,56%, определено кислотное число масла 2,56 мг КОН/г масла и перекисное число 4,25 мэкв/кг масла.

10. Установлено, что содержание элементов меди и железа в масле, полученном методом прессования без воздействия температуры находится на требуемом уровне, а содержание элементов Zn, Sr и Mn – на низком уровне.

11. Установлено, что 62,2 % масла получается на полупромышленной стадии без теплового воздействия при контролируемой влажности семян, а кислотное и перекисное число составляют 2,11 мг КОН/г масла, 1,89 мэкв/кг масла соответственно.

12. Разработана аппаратная схема двухступенчатого прессования без теплового воздействия. Годовая экономия прибыли при использовании без схемы (при извлечении масла из 15 тонн семян в сутки) составляет 327,6 млн. сум.

13. Оценены количественные и качественные показатели процесса извлечения масла из семян льна по методу СКЭ.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/30.12.2019.T.04.01 ON AWARDING  
SCIENTIFIC DEGREES AT THE TASHKENT INSTITUTE OF  
CHEMICAL TECHNOLOGY**

---

**INSTITUTE OF BIOORGANIC CHEMISTRY**

**KHASANOV JAHONGIR HIKMATILLOEVICH**

**DEVELOPMENT OF OPTIMAL TECHNOLOGIES FOR RECOVERY OF  
OILS FROM LOCAL RAW MATERIALS  
RICH IN ESSENTIAL FATTY ACIDS**

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

**DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTOR OF SCIENCES TECHNICS**

**Tashkent - 2025**

The topic of the doctor of sciences (DSc) dissertation on engineering sciences was registered by the Supreme Attestation Commission under No. B2024.3.DSc/T297

The dissertation was completed at the Institute of Bioorganic chemistry

The abstract of the dissertation in three languages (uzbek, russian, english) is posted on the web page of the scientific council at ([www.iti.uz](http://www.iti.uz)) and on the information and educational portal Zhyotot ([www.zhyotot.uz](http://www.zhyotot.uz)).

**Scientific consultants:** Salisov Sharhat Ismoilovich  
doctor of biological sciences, academician

**Official opponents:** Isbaev Ismoil Bahadjanovich  
doctor of technical sciences, professor

Asmedov Azimjon Norimu'minovich  
doctor of technical sciences, professor

Abduraximov Abrur Anvarovich  
doctor of technical sciences, professor

**Leading organization:** The Institute of the Chemistry of Plant Substances of the Academy of Sciences of Uzbekistan

The defense of the dissertation will take place on 17 05 2025 at 10<sup>00</sup> at the meeting of the Scientific Council DSc.03/30.12.2019.T.04.01 at the Tashkent Institute of chemical technology. (Address: 100011, Tashkent city, Shaikhontokhur district, A. Navoi street, 32). Tel.: (99871) 244-79-21, fax: (99871) 244-79-17, e-mail: [iti\\_info@yandex.ru](mailto:iti_info@yandex.ru). (Administrative building of the Tashkent Institute of Chemical Technology, 2nd floor, conference hall).

The dissertation can be found at the Information and Resource Center of the Tashkent Institute of Chemical Technology (registered under the number № 286). Address: (100011, Tashkent city, Shaikhontokhur district, 32 A, Navoi St. Tel.: (99871) 244-79-21.

The abstract of the dissertation has been distributed on 13.05 2025 y.  
(Mailing report № 97 on 13 04 2025 y.).



**S.M. Turobjonov**

Academic Council on awarding scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, academician

**Kh. F. Kadirov**

Secretary of the Academic Council on awarding scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

**Q. P. Serkayev**

Chairmanship of the Scientific Seminar under the Academic Council, Doctor of Technical Sciences, Professor



## INTRODUCTION (abstract of doctoral (DSc) dissertation)

**The purpose of research work** is the scientific and practical substantiation of developing of optimal technologies for obtaining oils from flax and dog rose seeds rich in unsaturated fatty acids.

**The object of research.** Rosehip and flaxseed oil containing medium and high amounts of omega-3 and omega-6 fatty acids.

**The scientific novelty of the research work:**

the phenomenon of "canalization" and "segregation" of dog rose seed particle sizes between  $0,27 \text{ mm} < d_{2,3} < 1,4 \text{ mm}$  was determined and for the first time, 94,7 % of oil was obtained in a supercritical fluid extraction system;

optimal parametres of obtaining of oil from dog rose seeds using SFE technology was scientifically justified.

the method of determination of diffusion coefficient oil from dog rose seeds by SFE is substantiated;

technical and economic evaluation of dog rose seed oil by SFE was justified;

the influence of of flax seed moisture on the quality and quantity of screw pressed oil is theoretically justified;

the gradient of adsorption forces decrease in SFE of flax seeds oil.

the ratio of omega-6: omega-3 fatty acids was optimal in the oil obtained by two-stage pressing without temperature influence and SFE.

**Application of research results in practice.** On the bases of the results of oil obtained by optimized technologies of oils from flax and rosehip seeds rich in unsaturated fatty acids:

Technical specifications for the production of flaxseed oil and CO<sub>2</sub>-extract have been approved by the Agency of "Uzstandard" (Ts 03535693-45:2023). As a result, it became possible to localize linseed oil substances;

Technical specifications for the production of dog rose seed oil and CO<sub>2</sub>-extract have been approved by the Agency of "Uzstandard" (Ts 03535693-44:2023). As a result, it became possible to localize dog rose seed oil substances;

The technology of oil obtained by pressing without heat effect is included in the list of "accepted application of implementations in 2023-2025" of "Baqqol don Savdo" LLC (certificate of the Association of Enterprises of "Uzyog'moysanoat" № KS/3-332 dated July 5, 2023). As a result, it was possible to obtain 40,99% of oil from flax seeds in the first stage and 62,2% of oil in the second stage;

The technology of oil obtained by pressing without heat effect is included in the list of "accepted application of implementations in 2023-2025" of "Baqqol don Savdo" LLC (certificate of the Association of Enterprises of "Uzyog'moysanoat" № KS/3-332 dated July 5, 2023). As a result, it was possible to obtain an oil with an acid number of 1,79 mg KOH/g oil, a peroxide number of 2,34 mekv/kg oil and 0.9% of free fatty acids from flax seeds in the first stage, and by the second stage, an oil with an acid number of 2,11 mg KOH/g oil, a peroxide number of 1,89 mekv/kg oil and 1,1% of free fatty acids.

**The structure and volume of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, six chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The length of the dissertation is 169 pages.

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

**I bo'lim (I часть; I part)**

1. Hasanov J.H., Usmonov K.I., Avezov T.A. Yuqori kritik ekstraksiyalash jarayoniga neyron to'rlarini qo'llash orqali jarayonning kechish vaqtini bashoratlash. O'zbekiston farmasevtik xabarnomasi, 2017, №1. –B. 59-63. (02.00.00 №5)

2. Jahongir Hasanov, Zhang Miansong, Ismailov Amankeldi, Zang Yu, Liu Changheng. The influence of particle size on supercritical extraction of seed oil from dog rose (*Rosa canina*). Journal of King Saud University Engineering Sciences, 2019, Vol. 31. –P.140-143. Scopus (3) SJIF (23) IF-4.51.

3. Hasanov J.H., Khajibaev Q.G. Fatty acids and their essentiality. Science and Education in Karakalpakstan, 2019, № 3.–P. 64-68.

4. Hasanov J.H., Salixov Sh.I., Oshchepkova Yu.I., Ziyavitdinov J.F. Na'matak urug'ini ekstraksiyalash jarayonida texnologik ko'rsatkichlar tahlili. O'zbekiston respublikasi fanlar akademiyasining ma'ruzalari, 2019, №5. –B. 56-61. (02.00.00 №8)

5. Hasanov J.H., Salikhov Sh. I., Oshchepkova Y. I. Optimization of dog rose seed oil extraction by petroleum solvent. O'zbek chemistry journal, 2020, №6. – B.74-79. (02.00.00 №6)

6. Hasanov J.H., Salixov Sh.I., Ziyavitdinov J.F., Oshchepkova Yu.I. To'yinmagan yog' kislotalariga boy moy saqllovchi na'matak urug'idan yuqori kritik ekstraksiyalash texnologiyasida moy olish. O'zbekiston respublikasi fanlar akademiyasining ma'ruzalari, 2021, №1.–B.66-71. (02.00.00 №8)

7. Hasanov J.H., Berdiev N.Sh., Haydarov V.R., Mirzaxmedov Sh.D., Salikhov Sh.I. Response surface optimization for the extraction of oil from dog rose seed (*rosa canina*). Jurnal sains dan teknologi lingkungan, 2022, №1.–P.1-11. (Directory of Open Access Journals №8)

8. Hasanov J.H. Techno economic predicting of supercritical fluid extraction of dog rose seed oil. O'zMU xabarlari jurnali, 2022, №3/2.–P.463-466. (02.00.00 №12)

9. Hasanov J. H., Mirzahmedov Sh D., Berdiev Sh. D., Salikhov Sh. I. Formation of preliminary oil blends based on fatty acid compositions of oil-bearing sources. Journal of Chemistry and Technologies, 2022, №30(4).–P.513-519. Scopus (3) SJIF (16) IF-0.9.

10. Hasanov J. H., Salikhov Sh.I., Oshchepkova Y.I. Techno-economic evaluation of supercritical fluid extraction of flaxseed oil. The Journal of Supercritical Fluids, 2023, №194.–P.105839. Scopus (3) SJIF (16) IF-3.4.

11. Hasanov J.H., Mirzaxmedov Sh. D., Sultonova EM, Salikhov Sh. I. Effect of Moisture Content on the Quality and Quantity of Screw-Pressed Flax Seed Oil. Food Processing: Techniques and Technology, 2023, № 53(2).–P. 309–315. Scopus (3) SJIF (12) IF-0.8.

12. Hasanov Jahongir Hikmatilloevich., Mirzaxmedov Sherzod Dilmurodovich. Zig‘ir (*Linum usitatissimum*) urug‘idan issiqlik ta‘sisiz ketma-ket presslash usulida moy olish uchun technologik tizim. *Farmatsevtika jurnali*, 2023, №32. –B. 36-40. (02.00.00 №2)

13. Hasanov J. H., Mirzaxmedov Sh.D. Conventional extraction of dog rose seed: process variables, economical evaluations. *Fan va texnologiyalar tarakkiyoti*, 2024. №1.-P. 36-40.

## **II bo‘lim (II chast; II part)**

14. Hasanov J.H., Avezov T.A. Presslash jarayonini tahliliy o‘rganish. *Texnika va ijtimoiy-iqtisodiy fanlar sohalarining muhim masalalari*, Tashkent, 12-13 noyabr 2017.-B.286-287.

15. Hasanov J.H., Usmonov K.I. Yuqori kritik holatda ekstraktsiyalash jarayonida neyron to‘rlarini qo‘llash va bashoratlash// *Qishloq xo‘jalik mahsulotlarini yetishtirish, saqlash va dastlabki qayta ishlashning qishloq xo‘jaligi, ekologiya va tabiiy resurslardan samarali foydalanishni rivojlantirishdagi o‘rni*. Respublika ilmiy anjumani, Qarshi, 14-15 aprel 2017. -B.285-288.

16. Jahongir Hasanov. Mathematical modeling methods of Supercritical fluid extraction of oilseed. *Материалы Республиканский научно-практической конференции молодых ученых*. Наука, образование, Молодежь, Алматы, 26-27 апреля 2018. -С.194-195.

17. Hasanov J.H. Ekstraktsiyalash usullarining na‘matak moyi tarkibiga ta‘sirini o‘rganish. *Oziq-ovqat sanoatiga innovatsion texnologiyalarni tadbiq etishning dolzarb masalalari*. Guliston, 18-19 oktyabr 2019.-B.11-12.

18. Jahongir Hasanov., Sanjar Navro‘zov., Salkhov Sh.I. Extraction of seed oils with rich sources of fatty acids. *Scientific Conference of Phd. Students of FAFR, FBFS and FHLE SUA in Nitra with international participation - Proceedings of abstracts*, Nitra, Slovak Republic, 7<sup>th</sup> November 2019.-P.75

19. Hasanov J.H. Mirzaxmedov Sh.D. Salikhov Sh.I. Screw pressed flax (*Linum usitatissimum*) oil. 5<sup>th</sup> International Scientific Online Conference Book of Abstracts. *Agrobiodiversity for improving the Nutrition, Health, Quality of Life and Spiritual Human Development*. Slovak Republic, Nutra, 3<sup>th</sup> November 2021.-P.59.

20. Hasanov J.H. Influence of moisture content on elemental concentration of the flaxseed oil obtained by screw pressing without heat affect. *Food safety: global and national problems*. Abstracts of V International scientific-practical conference. Samarkand, October 13-14 2023.-B.237-239.

21. Hasanov Jahongir., Miraxmedov Sh.D. Fatty acid compositions of flax seed oil recovered by several extraction methods. “*Kimyo fani sanoatining dolzarb muammolari mavzusidagi*. Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari. Farg‘ona, 24-25 Noyabr 2023.-B.39-41.

Avtoreferat «Chemistry and Chemical Engineering» jurnali tahririyatida tahrirdan o'tkazilib, o'zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o'zaro muvofiqlashtirildi.

**Bosmaxona litsenziyasi:**



**9338**

Bichimi: 84x60 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman» garniturası.  
Raqamli bosma usulda bosildi.  
Shartli bosma tabog'i: 3,5. Adadi 100 dona. Buyurtma № 18/25.

Guvohnoma № 851684.  
«Tipograff» MCHJ bosmaxonasida chop etilgan.  
Bosmaxona manzili: 100011, Toshkent sh., Beruniy ko'chasi, 83-uy.





