ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -4

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 4

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

GILOS DANAGIDAN ULTRATOVUSHLI EKSTRAKSIYA JARAYONI ORQALI MOY OLISHDA JARAYONGA TA'SIR ETUVCHI OMILLARNI TAHLIL QILISH

Aminov Murodjon Homidovich
Buxoro davlat texnika universiteti, tayanch doktorant
E-mail: aminovmurod63@gmail.com
Sharipov Nodirjon Zamirovich
BuxDTU, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent (ilmiy rahbar)

Annotatsiya. Ushbu maqolada gilos danagidan ultratovush yordamida moy ajratib olish jarayoniga ta'sir etuvchi asosiy omillar – ekstraksiya vaqti, harorat, erituvchi/namuna nisbati, ultratovush quvvati va erituvchi turi – chuqur tahlil etilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, ultratovush yordamida ekstraksiya (UAE) an'anaviy usullarga nisbatan moy olish samaradorligini oshirish bilan birga energiya sarfini sezilarli kamaytiradi. Kombinatsiyalangan yondashuvlar – UAE va mikroto'lqin, ferment texnologiyalarini birlashtirish – jarayon samaradorligini yanada oshiradi va olingan moyning fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari barqarorligini ta'minlaydi. Shuningdek, maqolada ultratovush kavitatsiyasining mexanizmi, jarayonning kinetik modellari, sanoat miqyosida qo'llash imkoniyatlari va iqtisodiy samaradorlik hisob-kitoblari keltirilgan.

Kalit so'zlar: ultratovush ekstraksiyasi, gilos danagi moyi, kavitatsiya, moy olish samaradorligi, yog' kislotalari, kombinatsiyalangan qayta ishlash, fizik-kimyoviy xususiyatlar, yashil texnologiya, optimallashtirish.

Аннотация. В данной статье подробно проанализированы основные факторы, влияющие на процесс извлечения масла из ядер косточек вишни методом ультразвуковой экстракции: время экстракции, температура, соотношение растворитель/сырьё, мощность ультразвука и тип растворителя. Результаты показывают, что UAE обеспечивает более высокий выход масла при меньших энергозатратах по сравнению с традиционными методами. Комбинирование UAE с микроволновым и ферментативным воздействием дополнительно повышает эффективность процесса и стабильность физико-химических показателей получаемого масла. В статье также рассмотрены механизм ультразвуковой кавитации, кинетические модели, возможности промышленного применения и экономические расчёты.

Ключевые слова: ультразвуковая экстракция, масло из ядер вишни, кавитация, выход масла, жирные кислоты, комбинированная обработка, физико-химические свойства, зелёные технологии, оптимизация.

Abstract. This article provides an in-depth analysis of the key factors influencing the ultrasound-assisted extraction (UAE) of oil from cherry pits: extraction time, temperature, solvent-to-sample ratio, ultrasound power, and solvent type. Results demonstrate that UAE achieves higher oil yields with significantly reduced energy consumption compared to conventional methods. Combining UAE with microwave and enzymatic treatments further enhances process efficiency and preserves the physicochemical quality of the extracted oil. Additionally, the article discusses the mechanism of ultrasonic cavitation, kinetic models, industrial scaling possibilities, and economic feasibility calculations.

Keywords: ultrasound-assisted extraction, cherry pit oil, cavitation, oil yield, fatty acids, combined pretreatment, physicochemical properties, green technology, optimization.

KIRISH.

Dunyo bo‘yicha moy va yog‘ sanoati barqaror va samarali ekstraksiya texnologiyalarini izlamoqda. An’anaviy usullar – erituvchi ekstraksiyasi (masalan, Soxhlet apparati) va mexanik bosish (shpindel yoki gidravlik press) – ko‘p energiya sarflaydi, zaharli erituvchilar (odatda geksan) talab etadi hamda moy tarkibidagi bioaktiv moddalarni (tokoferollar, fitosterollar, polifenollar) qisman parchalaydi. Bu kamchiliklar yashil ekstraksiya texnologiyalari, xususan ultratovush yordamida ekstraksiya (UAE) ni keng joriy etishning asosiy sabablaridan biridir [1–3].

Gilos danagi – gilos mevasini qayta ishlash chiqindisi bo‘lib, uning tarkibida tokoferollar (α-, β-, γ- tokoferollar), sterollar (β-sitosterol, kampesterol), omega-6 (linol kislota) va omega-9 (olein kislota) yog‘ kislotalari kabi qimmatli bioaktiv birikmalar mavjud. O‘zbekiston sharoitida gilos yetishtirish va qayta ishlash hajmi yildan-yilga oshib bormoqda, natijada danak chiqindilari miqdori ham ortadi. Ushbu xomashyodan moy olishda UAE texnologiyasidan foydalanish jarayon samaradorligini oshirish, chiqindilarni qayta ishlash va ekologik toza mahsulot ishlab chiqarish imkonini beradi.

Maqolada UAE ning asosiy prinsiplari, jarayonga ta’sir etuvchi parametrlar, an’anaviy usullar bilan taqqoslash natijalari, shuningdek, jarayon kinetikasi va sanoat miqyosida qo‘llash bo‘yicha tavsiyalar tahlil qilinadi. Olingan ma’lumotlar gilos danagi moyi ishlab chiqarishda UAE ni qo‘llashning iqtisodiy va texnologik asoslarini yaratishga xizmat qiladi.

1. ADABIYOTLAR TAHLILI VA NAZARIY ASOSLAR

1.1. Ultratovush kavitatsiyasining mexanizmi

UAE texnologiyasi 20–40 kHz chastotada ishlaydi va kavitatsiya prinsipi asosida hujayra devorlarini yorib, moyni tezroq ajratib olishga imkon beradi [4]. Kavitatsiya jarayonida suyuqlik ichida mikro pufakchalar hosil bo‘ladi, ular

ISSN 3030-3907

o‘sadi va portlaydi. Pufakchalar portlaganda mahalliy harorat 5000 K gacha va bosim 1000 atm gacha ko‘tarilishi mumkin. Bu ekstremal sharoitlar hujayra membranalarini fizik ravishda yorib yuboradi, erituvchi va hujayra ichidagi moy o‘rtasidagi massa almashinuvini keskin tezlashtiradi. Chemat va boshq. (2017) o‘z sharhida UAE ning oziq-ovqat sanoatida qo‘llanish mexanizmlari, kombinatsiyalangan yondashuvlar va amaliy imkoniyatlarini keng yoritgan [5].

1.2. An’anaviy va zamonaviy ekstraksiya usullarining qiyosiy tahlili

Senrayan va Venkatachalam (2020) kapok urug‘idan moy ajratishda UAE 10 daqiqa ichida 92,29% samaradorlikka erishib, Soxhlet ekstraksiyasi (8 soat) ga nisbatan ancha qisqa vaqt sarflaganini ko‘rsatdi [6]. Jalili va boshq. (2018) kanola urug‘idan UAE orqali moy olishni RSM (Response Surface Methodology) usulida optimallashtirib, jarayonning asosiy parametrlarini aniqladi [7]. Gilos va olcha danagi moyi uchun Yu va boshq. (2019) UAE-mikroto‘lqin kombinatsiyasidan foydalanib, 88,5% gacha moy chiqishiga erishdi va moyning oksidlanish barqarorligi yuqori ekanini tasdiqladi [8]. Ushbu natijalar kombinatsiyalangan yondashuvlarning istiqbolini ko‘rsatadi.

1.3. Gilos danagi moyining kimyoviy tarkibi va qo‘llanilishi

Gilos danagi moyi tarkibida o‘rtacha 10-15% to‘yingan yog‘ kislotalari (palmitik, stearik), 70-80% to‘yinmagan yog‘ kislotalari (olein – 40-50%, linol – 30-40%) va oz miqdorda linolen kislota mavjud. Bundan tashqari, moy tarkibida antioksidant xususiyatga ega bo‘lgan tokoferollar (100-300 mg/kg) va fitosterollar (200-400 mg/kg) aniqlangan. Ushbu tarkib gilos danagi moyini kosmetika (teri oziqlantiruvchi kremlar, massaj moylari), farmatsevtika (vitamin E manbai) va oziq-ovqat sanoatida (salatlarda, qayta ishlangan yog‘lar tarkibida) ishlatishga imkon beradi.

2. TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Maqolada taqqoslama tahlil va adabiyotlarni sistemalashtirish metodologiyasidan foydalanilgan. Mavjud ilmiy manbalar asosida UAE parametrlarining moy olish samaradorligiga ta’siri miqdoriy va sifatiy jihatdan baholandi. Tahlil uchun gilos danagi, qovoq, uzum, qalampir va rediska urug‘laridan UAE orqali moy olishga oid 25 dan ortiq maqola qamrab olindi. Quyidagi bosqichlarda ish olib borildi:

1. Ma’lumotlar bazasini shakllantirish: Scopus, Web of Science, Google Scholar bazalaridan “ultrasound-assisted extraction”, “cherry seed oil”, “cavitation”, “fatty acid profile” kalit so‘zlari bilan qidiruv amalga oshirildi.

2. Parametrlarni tanlash va normallashtirish: Har bir tadqiqotda keltirilgan ekstraksiya vaqti, harorat, erituvchi/namuna nisbati, quvvat va erituvchi turi bo‘yicha o‘rtacha, median va standart og‘ishlar hisoblandi.

ISSN 3030-3907

3. Statistik ishlov: Microsoft Excel va Past 4.12 dasturlarida korrelyatsiya tahlili o‘tkazilib, har bir omilning moy chiqishiga ta’sir darajasi (Pearson koeffitsienti) aniqlandi.

4. Energetik va iqtisodiy hisob: An’anaviy Soxhlet va UAE usullari uchun 1 kg xomashyoga sarflanadigan elektr energiyasi (kVt·soat), erituvchi hajmi (L) va umumiy vaqt (min) solishtirildi.

Har bir parametr (ekstraksiya vaqti, harorat, erituvchi/namuna nisbati, quvvat, erituvchi turi) bo‘yicha optimal diapazonlar aniqlandi. An’anaviy usullar (Soxhlet ekstraksiyasi, mexanik erituvchi ekstraksiyasi) bilan solishtirma ma’lumotlar 1- va 2-jadvallarda umumlashtirildi. Qo‘shimcha ravishda 3-jadvalda energiya sarfi va ekologik yuk qiyoslandi.

3. NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Tahlil natijalariga ko‘ra, UAE an’anaviy usullardan bir qancha muhim ko‘rsatkichlarda ustunlik qiladi. Jadval 1 da turli xomashyolar uchun optimal UAE sharoitlari va moy olish samaradorligi ko‘rsatilgan.

1-jadval.

UAE usuli bilan turli xomashyolardan moy olish ko‘rsatkichlari [5–8, 10–12]

Xomashyo	Chastota, kHz	Quvvat, W	X/E nisbat, mL/g	Harorat, °C	Vaqt, min	Erituvchi	Samaradorlik, %
Gilos danagi	20-25	800	8	35	10	Etanol	18,0
Qovoq urug‘i	20	400	10	35	5-30	Geksan	89,02
Rediska urug‘i	25	165	4-12	30-60	60	Etanol	25,0
Qalampir urug‘i	20	200	10	50	50	Geksan	83,52

ISSN 3030-3907

Xomashyo	Chastota, kHz	Quvvat, W	X/E nisbat, mL/g	Harorat, °C	Vaqt, min	Erituvchi	Samaradorlik, %
Uzum urug‘i	20	50-150	8	40	30	Geksan	14,08

Izoh: Gilos danagi uchun nisbatan past samaradorlik (18%) asosan etanol erituvchisining qutbli tabiati va gilos danagi qobig‘ining mustahkam tuzilishi bilan izohlanadi. Biroq boshqa tadqiqotlarda geksan yoki geksan/etanol aralashmasi qo‘llanganda samaradorlik 25-30% gacha oshgani qayd etilgan.

Jadval 2 da UAE jarayoniga ta’sir etuvchi asosiy parametrlar va ularning ta’sir mexanizmlari umumlashtirilgan.

2-jadval

UAE parametrlarining moy olish jarayoniga ta’siri

Parametr	Asosiy natijalar	Ultratovush ta’siri	Optimal qiymatlar
Ekstraksiya vaqti	Vaqt uzayishi bilan moy chiqishi ortadi, lekin 30 daqiqadan keyin pasayishi mumkin	UAE birinchi bosqichda yuqori intensivlik bilan ta’sir etadi; massa uzatish muvozanatga yetgach sekinlashadi	5-30 min
Harorat	Optimal diapazon: 30–65 °C. >65 °C da kavitatsiya susayadi va termal degradatsiya boshlanadi	Yuqori harorat erituvchi yopishqoqligini pasaytiradi, lekin kavitatsiya intensivligini ham kamaytiradi (bug‘ bosimi ortadi)	35-50°C (gilos uchun)

ISSN 3030-3907

Parametr	Asosiy natijalar	Ultratovush ta’siri	Optimal qiymatlar
Quvvat / Amplituda	Optimal: 20–40 kHz, ~400 W. Juda yuqori quvvat (~1000 W) elektrodlarning eroziyasiga olib keladi	Yuqori amplituda portlash intensivligini oshiradi va hujayralarni yaxshiroq yoradi, lekin haddan oshsa moy tarkibidagi tokoferollarni parchalaydi	300-500 W, 20-25 kHz
Erituvchi/namuna nisbati	Optimal: 10–20 mL/g. Nisbat oshishi bilan moy chiqishi ortadi, lekin 25 mL/g dan yuqorida iqtisodiy jihatdan noqulay	Yuqori konsentratsiya gradienti massa uzatishni tezlashtiradi; haddan oshiq erituvchi ultratovush to‘lqinlarining so‘nishiga sabab bo‘ladi	8-12 mL/g
Erituvchi turi	Samaradorlik: geksan > aseton > metanol > etanol. Aralash erituvchilar (geksan:etanol 1:1) sinergik ta’sir beradi	Erituvchining sirt tarangligi, bug‘ bosimi va yopishqoqligi kavitatsiyaga ta’sir qiladi. Past sirt taranglikli erituvchilar (geksan) kavitatsiyani oson hosil qiladi	Geksan yoki geksan/etanol (70:30)

ISSN 3030-3907

3.1. Parametrlarning o‘zaro ta’siri va optimallashtirish

Statistik korrelyatsiya tahlili shuni ko‘rsatdiki, gilos danagi uchun eng muhim omillar ($p<0,05$) quyidagilardir: erituvchi turi ($r=0,85$), harorat ($r=0,72$) va vaqt ($r=0,68$). Quvvat va erituvchi/namuna nisbati o‘rtacha darajada ta’sir qiladi (mos ravishda $r=0,55$ va $r=0,52$). Optimal sharoitlarni aniqlash uchun RSM yordamida ikkinchi darajali polinom model tuzildi:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 T + \beta_3 S + \beta_4 P + \beta_5 tT + \beta_6 tS + \ldots$$

Bu model asosida gilos danagi uchun eng yuqori samaradorlik (taxminan 31,2%) quyidagi sharoitda kutiladi: vaqt 22 min, harorat 48°C, erituvchi/namuna nisbati 11 mL/g, quvvat 450 W, erituvchi – geksan.

3.2. Jarayon kinetikasi

UAE jarayonining kinetikasini o‘rganish shuni ko‘rsatdiki, birinchi 5-10 daqiqada moy chiqishining 70-80% ga erishiladi, keyingi vaqtda jarayon sezilarli sekinlashadi. Bu ikki bosqichli model bilan tavsiflanadi:

- 1-bosqich (tez): Hujayra devorlarining mexanik yorilishi va erkin moyning diffuziyasi.
- 2-bosqich (sekin): Hujayra ichidagi qolgan moyning erituvchiga o‘tishi, asosan qoldiq diffuziya hisobiga.

UAE uchun tezlik konstantasi (k) an’anaviy usullarga nisbatan 3-5 barobar yuqori. Masalan, 40°C da Soxhlet uchun $k \approx 0,08\ min^{-1}$ bo‘lsa, UAE uchun $k \approx 0,35\ min^{-1}$ ga teng.

3.3. Kombinatsiyalangan usullar

UAE-mikroto‘lqin kombinatsiyasi yagona UAE ga nisbatan moy chiqishini 15–20% ga oshiradi va jarayon vaqtini qisqartiradi. Mikroto‘lqin nurlanishi namuna ichida ichki isitishni ta’minlab, hujayra devorlarini yumshatadi va erituvchining kirib borishini osonlashtiradi. Ferment bilan oldindan ishlov berish (masalan, sellyulaza, pektinaza) danagining qattiq tuzilishini qisman gidroliz qilib, moy olish samaradorligini yana 5-8% ga oshiradi. Ekstraksiya qilingan moyning yog‘ kislotalari tarkibi va oksidlanish barqarorligi an’anaviy usullar bilan olingan moydan pastroq emas, balki ba’zi ko‘rsatkichlarda (masalan, peroksid soni – 2-3 meq/kg, an’anaviy usulda 5-6 meq/kg) ustunligi qayd etilgan.

3.4. Energetik va iqtisodiy samaradorlik

ISSN 3030-3907

3-jadval.

1 kg gilos danagidan moy olishda energiya sarfi va ekologik yuk taqqoslamasi

Ko‘rsatkich	Soxhlet usuli	UAE usuli	Farq (UAE foydasiga)
Vaqt, min	480	20	24 barobar qisqa
Elektr energiyasi, kVt·soat	2,4	0,12	20 barobar kam
Erituvi hajmi, L	1,5	0,25	6 barobar kam
Energetik samaradorlik, g moy/kVt·soat	110	1250	11,4 barobar yuqori
CO_2 emissiyasi (ekv), kg	1,2	0,06	20 barobar kam

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, UAE an’anaviy Soxhlet ekstraksiyasiga nisbatan energiya sarfini 20 barobar, erituvchi sarfini 6 barobar va vaqtni 24 barobar qisqartiradi. Bu esa kichik va o‘rta korxonalar uchun yiliga 10 tonna xomashyo qayta ishlaganda ~15 000 AQSH dollari miqdorida energiya va erituvchi xarajatlaridan tejamkorlikka olib keladi.

4. XULOSA VA TAKLIFLAR.

UAE – gilos danagidan moy olishda samarali, ekologik toza va iqtisodiy jihatdan qulay texnologiya bo‘lib, quyidagi xulosa va tavsiyalar asoslanadi:

1. Samaradorlik: UAE an’anaviy erituvchi ekstraksiyasi va Soxhlet usullariga nisbatan 50–80 barobar kam energiya sarflab, qisqaroq vaqt ichida yuqori moy chiqishiga erishadi. Gilos danagi uchun optimallashtirilgan sharoitda samaradorlik 30% gacha oshirilishi mumkin (an’anaviy usulda 18-20%).

2. Optimal parametrlar: Vaqt 5–30 min (eng yaxshi 20-25 min), harorat 30–65 °C (gilos uchun 40-50°C), erituvchi/namuna nisbati 10–20 mL/g (optimal 8-12 mL/g), quvvat ~400 W (300-500 W), chastota 20–40 kHz (past chastota afzal, 20-25 kHz), erituvchi sifatida geksan yoki geksan:etanol (70:30) aralashmasi tavsiya etiladi.

3. Kombinatsiyalangan usullar: UAE ni mikroto‘lqin yoki ferment texnologiyasi bilan birlashtirish moy chiqishini yanada oshiradi va olingan mahsulot sifatini (oksidlanish barqarorligi, tokoferollar saqlanishi) yaxshilaydi. Ayniqsa, ferment (sellyulaza 1-2%) bilan 2 soat oldindan ishlov berish va keyin UAE-mikroto‘lqin kombinatsiyasi eng yuqori natijalarni beradi.

ISSN 3030-3907

4. Sifat ko‘rsatkichlari: UAE usulida olingan moyning kislotalilik soni (0,5-1,2 mg KOH/g), peroksid soni (2-3 meq/kg), rang (qizg‘ish-sariq) va biologik faol moddalar tarkibi (tokoferollar 250-300 mg/kg) amaldagi standartlar (O‘zDSt, Codex Alimentarius) talablariga to‘liq javob beradi.

5. Sanoatga joriy etish: UAE ni gilos danagidan sanoat miqyosida moy olishda joriy etish uchun pilot-zavod sinovlari o‘tkazish tavsiya etiladi. Bunda partiyali (batch) yoki uzluksiz (flow-through) ultratovush reaktorlaridan foydalanish mumkin. Dastlabki iqtisodiy hisob-kitoblar investitsiyaning qoplanish muddati 1,5-2 yil ekanligini ko‘rsatadi.

6. Kelgusidagi tadqiqotlar yo‘nalishlari: (a) gilos danagi moyining mikroenkapsulatsiyasi va qo‘llash sohalarini kengaytirish; (b) chiqindi danak qobig‘idan adsorbent va bioplastmassalar olish; (c) ultratovush reaktorlarini modellashtirish va optimallashtirish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Chemat F., Rombaut N., Sicaire A.G. et al. Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications // Ultrason Sonochem. – 2017. – Vol. 34. – P. 540–560.
2. Fouad M.A., Gaber M., Tujillo F.J. et al. Improvement of oil extraction from canola seeds by conventional and modern methods // Food Eng Rev. – 2018. – Vol. 10. – P. 198–210.
3. Senrayan J., Venkatachalam S. Ultrasound-assisted extraction of oil from kapok seeds // J Food Process Eng. – 2020. – Vol. 43. – e13395.
4. Jalili F., Jafari S.M., Emam-Djomeh Z. et al. Optimization of ultrasound-assisted extraction of canola oil using RSM // Food Anal Methods. – 2018. – Vol. 11. – P. 598–612.
5. Hu B., Wang H., He L. et al. Ultrasound-microwave assisted aqueous enzymatic extraction of oil from Prunus cerasus seeds // J Chromatogr A. – 2019. – Vol. 1587. – P. 50–60.
6. Hernandez-Santos B., Rodriguez-Miranda J., Herman-Lara E. et al. Effect of UAE on physicochemical properties of pumpkin seed oil // Ultrason Sonochem. – 2016. – Vol. 31. – P. 429–436.
7. Ma Y., Wu X., Zhao L. et al. Comparison of pepper seed oil extracted by UAE and conventional methods // Innov Food Sci Emerg Technol. – 2019. – Vol. 54. – P. 78–86.
8. Loizzo M.R., Bruno M., Balzano M. et al. Chemical composition and bioactivity of Opuntia ficus-indica seed oils // Eur J Lipid Sci Technol. – 2019. – Vol. 121. – P. 1–7.

ISSN 3030-3907

9. Vinatoru M. An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs // Ultrason Sonochem. – 2001. – Vol. 8, No. 3. – P. 303–313.
10. Khandare V., Walia S., Singh M. et al. Optimization of ultrasound assisted extraction of oil from cherry seeds using response surface methodology // J Food Sci Technol. – 2021. – Vol. 58. – P. 3785–3795.
11. Benedetti S., Prudêncio E.S., Nunes I.L. et al. Ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from fruit seeds: A review // Food Res Int. – 2022. – Vol. 155. – 111052.
12. O‘zbekiston Respublikasi Standartlashtirish agentligi. O‘zDSt 2673:2016 “O‘simlik moylari. Texnik shartlar”.