ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME -11

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 11

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

UDC *665.5*

MATHEMATICAL MODELING OF THE EXTRACTION PROCESS OF ESSENTIAL OILS

Shohijahon Tilavov
Toshkent davlat texnika universiteti
Azamat Usenov
Toshkent davlat texnika universiteti
E-mail: azamatusenov1111@gmail.ru

Annotatsiya. Sorbus aucuparia rezavorlari tarkibida biologik faol moddalar, jumladan, birlamchi ishlab chiqarishda etanol bilan ajratib olinmaydigan lipidlar mavjud. Superkritik karbonat angidrid bunday birikmalar uchun yaxshi ekstraktant hisoblanadi. Qayta ishlangan rezavorlardan Sorbus aucuparia moyini ajratib olishni optimallashtirish karbonat angidrid bilan superkritik suyuqlik bilan ekstraktsiya qilish orqali yagona dizayndan foydalangan holda to‘liq faktorial eksperimental usul yordamida amalga oshirildi. Optimallashtirishning aniqligini oshirish uchun Fisher mezoniga asoslanib koeffitsientlar ketma-ket kiritildi. Taklif qilingan texnika va texnologiyadan foydalangan holda o‘tkazilgan tajriba natijalari jadval va grafik shakllarda keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Ekstraktor, moy, sorbus aucuparia, tarkibi, o‘ta kritik suyuqlik ekstraksiyasi, karbonat angidrid, optimallashtirish

Abstract. Sorbus aucuparia berries contain biologically active substances, including lipids that cannot be extracted with ethanol in primary production. Supercritical carbon dioxide is a good extractant for such compounds. Optimization of the extraction of Sorbus aucuparia oil from processed berries was carried out using a full factorial experimental method using a single design by supercritical fluid extraction with carbon dioxide. To increase the accuracy of the optimization, coefficients were sequentially introduced based on the Fisher criterion. The results of the experiment using the proposed technique and technology are presented in tabular and graphical forms.

Keywords: Extractor, oil, sorbus aucuparia, composition, supercritical fluid extraction, carbon dioxide, optimization

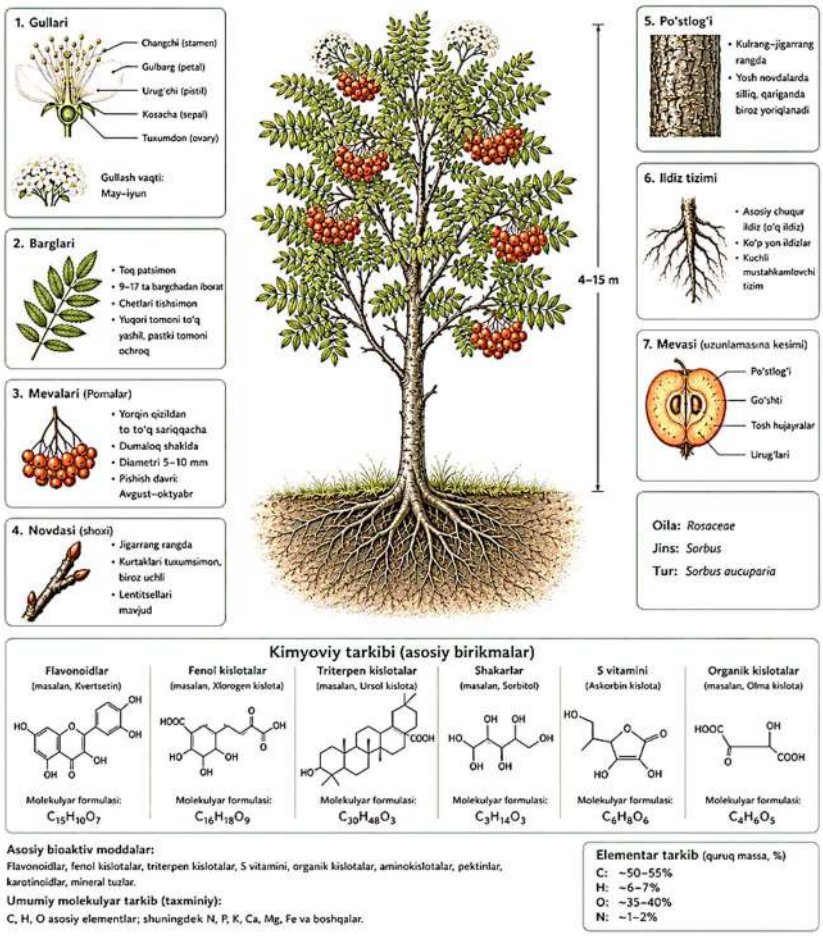
Аннотация. Ягоды sorbus aucuparia содержат биологически активные вещества, в том числе липиды, которые не могут быть извлечены этанолом в процессе первичного производства. Сверхкритический диоксид углерода является хорошим экстрагентом для таких соединений. Оптимизация экстракции масла рябины обыкновенной из переработанных ягод проводилась с использованием полнофакторного экспериментального метода с одноплановой схемой сверхкритической флюидной экстракции диоксидом углерода. Для повышения точности оптимизации коэффициенты

вводились последовательно на основе критерия Фишера. Результаты эксперимента с использованием предложенной методики и технологии представлены в табличной и графической формах.

Ключевые слова: Экстрактор, масло, sorbus aucuparia, состав, сверхкритическая жидкостная экстракция, диоксид углерода, оптимизация

KIRISH.

Hozirgi vaqtda biologik faol moddalarning (BAS) aksariyati o‘simlik kelib chiqishi tabiiy xom ashyosidan olinadi. Sorbus aucuparia (1-rasm) Rosaceae oilasining vakili bo‘lib, efir moylari, flavonoidlar, taninlar, lipidlar va boshqalarning potentsial manbai hisoblanadi. BAS [1, 2].



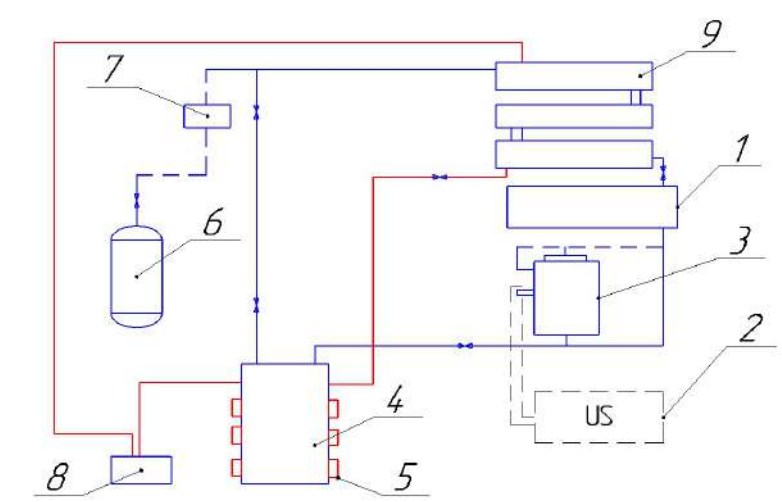
1-rasm. Sorbus aucuparia o‘simligining tuzilishi

Sorbus aucuparia mevalari tarkibida shakar (12% gacha), antosiyaninlar (8% gacha), taninlar (15% gacha), flavonoidlar, pektinlar (1,1% gacha), olma va limon kislotalari (1,5% gacha), askorbin kislotasi (19 mg / 100 g gacha) mavjud [2, 3] va likyor sanoatida desert ichimliklar ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Chiqindi sifatida qolgan tort tarkibida BAS (vitaminlar, taninlar, antosiyaninlar, flavonlar va boshqalar, shu jumladan lipidlar) mavjud va keyingi qayta ishlash uchun juda mos keladi. Asosiy ishlab chiqarishda etanol ekstraktsiyasi paytida lipidlar xom ashyodan deyarli ajratib olinmaydi va shuning uchun ularni mos

ISSN 3030-3907

ekstraktant bilan qayta ishlash orqali ajratib olish mumkin. Lipidlarning fitoterapevtik ahamiyati shundaki, ko‘pincha lipidlar inson tanasida sintezlanmaydi, balki unga oziq-ovqat bilan kiradi va yog 'kislotalarining yetishmasligi teri, buyraklar va boshqalar kasalliklariga olib keladi. Yog‘ kislotalari ovqat hazm qilish traktining fermentlarini faollashtiradi, organizmning himoyasini qo‘llab-quvvatlaydi va ortiqcha xolesterolni olib tashlashga yordam beradi [4-6].

TADQIQOT METODI. Sorbus aucuparia mevasi 75 °C da 5% namlik miqdorida quritildi va laboratoriya tegirmonida maydalandi. 0,2–2,0 mm o‘lchamdagi fraksiya qayta ishlandi. Superkritik suyuqlik ekstraksiya ultratovushli ekstraksiya yordamida (2-rasm) 100 g mutlaq quruq xom ashyo namunaviy og‘irligi bilan 50 g/min ekstraktant berish tezligida amalga oshirildi. Yog‘ning massa ulushi Sokslet apparatida geksan bilan nazorat ekstraksiyasi, so‘ngra erituvchini vakuumda distillash orqali aniqlandi. Klassik usul (n-geksan bilan ekstraksiya) yog‘ miqdori 1,65±0,10% ni tashkil etdi. Kimyoviy parametrlar (kislota, yod, efir soni, sovunlanish soni) standart usullar yordamida aniqlandi [6-9].



2-rasm. Tadqiqot qurilmnasi sxemasi: 1-bak; 2-UT generatori; 3-ekstraktor; 4-ajratgich; 5-ekstraktor isitgich; 6-CO2 balloni; 7-kompressor; 8-issiqlik nasosi; 9-kondensator.

Shuni ta’kidlash kerakki, biz ishlab chiqqan ekstraktor yangi loyiha bo‘lib, ultratovush effekti ekstraktorga qo‘llanildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA. Ultratovush ekstraktsiyasi - bu moddalarni ekstraktsiya qilish usuli bo‘lib, unda ultratovush to‘lqinlari jarayonni kuchaytirish, an’anaviy usullarga nisbatan ekstraktsiya samaradorligini oshirish va tezlashtirish uchun ishlatiladi. Ultratovush hujayra devorlari va membranalarining yo‘q qilinishiga yordam beradi, erituvchilarning to‘qimalarga

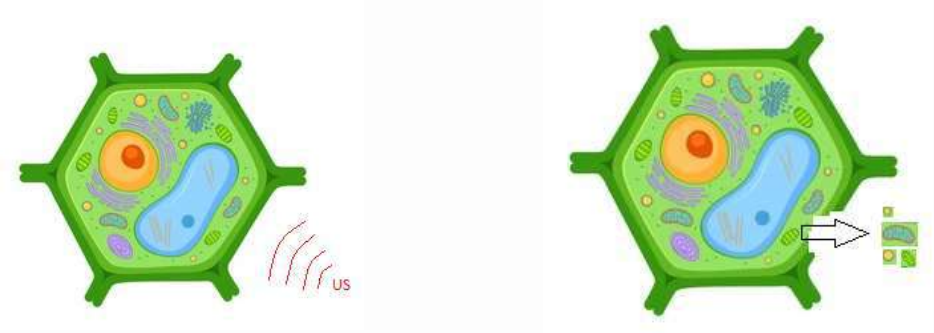
ISSN 3030-3907

massa o‘tishini yaxshilaydi va qattiq va suyuq fazalar orasidagi aloqa maydonini oshiradi.

Ultratovush shuningdek, erituvchining to‘qimaga tarqalishini yaxshilaydi va moddalarning hujayra membranalari orqali kirib borishini rag‘batlantiradi, bu esa ekstraktsiya jarayonini tezlashtiradi.

CO_2 gazini ekstraksiya qilishda ultratovushdan foydalanish jarayon vaqtini qisqartiradi va yuqori konsentratsiyali ekstrakt olish imkonini beradi.

Ultratovushning hujayralarga ta’siri ham tahlil qilindi va kavitatsiya hosil bo‘lishi tufayli diffuziya jarayoni tezlashishi aniqlandi (3-rasm). Bizning holatimizda, ta’sir 50 kHz ultratovush chastotasida qo‘llanildi. Chunki hujayra teshiklarida kavitatsiya effekti 50 kHz chastotada maksimal ekanligi aniqlandi. 50 kHz dan yuqori chastotalarni hosil qilish iqtisodiy samaradorlikka salbiy ta'sir ko‘rsatadi. 50 kHz dan past chastotalarda jarayon vaqti uzoqroq ekanligi kuzatildi.



(a) **(b)**

3-rasm. O‘simlik hujayrasi yaqinida yorilgan kavitatsiya pufagining o‘zaro ta'siri: a) suyuq-gaz oqimining o‘simlik hujayrasiga ta'siri; b) o‘simlik hujayra membranasining buzilishi va ajralishi.

Ultratovush ta'sir qilish usulini tanlash tovushning nominal qiymatini dB da aniqlash bo‘yicha tadqiqotlarga asoslangan edi. Ultratovushning dB darajasini aniqlash uchun MEGEON 92135 qurilmasi ishlatilgan. Ishlash printsipi suyuq va gazsimon dispers muhitda yuqori intensivlikdagi ultratovush tebranishlarining xususiyatlaridan foydalanishga asoslangan va ekstraksiya jarayoni uchun ultratovush rejimi aniqlangan: chastota (30-50±1,65) kHz, quvvat 180 Vt, ta’sir qilish vaqti 5 minut. Gaz-suyuqlik va ekstraksiya nisbatlari barcha o‘rganilgan namunalar uchun bir xil bo‘lgan.

Jarayonni matematik modellashtirish. Sorbus aucuparia SFE ning matematik tavsifi va jarayon uchun optimal parametrlarni aniqlash uchun ikkinchi darajali markaziy kompozit aylanadigan yagona rejani qurish bilan rejalashtirilgan tajriba o‘tkazildi [9-12]. Qayta ishlashning asosiy bosim (X), harorat (Y) va gidromodul (Z) darajalari sifatida 250 atm, 60 °C va 25 tanlandi. Variatsiya intervallari 60 atm, 15 °C va 10 ni tashkil etdi. Rejaning yulduzcha yelkasi 1,682 ni tashkil etdi. Faktor darajalari 1-jadvalda keltirilgan.

ISSN 3030-3907

Rejalashtirish matritsasi uning tabiiy shaklida va olingan eksperimental natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

Tajriba davomida 20 ta sinov o‘tkazildi, moy chiqishi 0,7 dan 1,4% gacha o‘zgarib turdi. Rejaning markazida 6 ta sinov o‘tkazildi, ularning tahlili natijalarning yuqori darajada yaqinlashishini ko‘rsatdi - takrorlanuvchanlik dispersiyasi 0,1 dan oshmadi. Maksimal hosil 351 atm bosimda va harorat va ekstraksiya gidromodul koeffitsientlarining nol darajasida o‘rnatildi va 1,4% ni tashkil etdi. SFE paytida karbonat angidrid bilan yog‘ chiqishini Sokslet ekstraksiyasida olingan hosil bilan taqqoslash shuni ko‘rsatdiki, ekstraksiya darajasi 85% ni tashkil qiladi.

Natijalarni Matlab dasturi yordamida matematik qayta ishlash natijasida ekstraksiya hosilining ekstraksiya jarayonining shartlariga bog‘liqligini etarli darajada tavsiflovchi regressiya tenglamasi olindi (1). Fisher mezoniga muvofiq yetarlilikni tekshirishda ahamiyatlilik darajasi 0,05 ga teng deb qabul qilindi.

$$W = 1.10 + 0.26x - 0.01y + 0.08z + 0.02xy - 0.01xz + 0.03yz - 0.07x^2 - 0.05y^2 - 0.06z^2 \quad (1)$$

Bu yerda, $x = (X-250)/60$; $y = (Y-60)/15$; $z = (Z-25)/10$.

Rentabellik R ning eksperimental va hisoblangan qiymatlarining ko‘p korrelyatsiya koeffitsienti 0,964 ni tashkil etdi, nisbiy xato σ 5,4% ni tashkil etdi, ma’lumotlar 4-rasmda keltirilgan.

1-Jadval.

Superkritik suyuqlik ekstraktsiyasi yordamida Sorbus aucuparia moy ekstraktsiyasini optimallashtirishdagi omillar darajasi

O‘zgaruvchan omillar	Faktor belgilash	Faktor darajalari va o‘zgarish intervallari					
		Variatsiya bosqichi	Variatsiya intervallari				
			-1.682 (-α)	-1	0	1	1.682 (α)
Bosim, P, atm.	X	60	149	190	250	310	351
Harorat, t, °C	Y	15	35	45	60	75	85
Gidromodul	Z	10	8,2	15	25	35	42

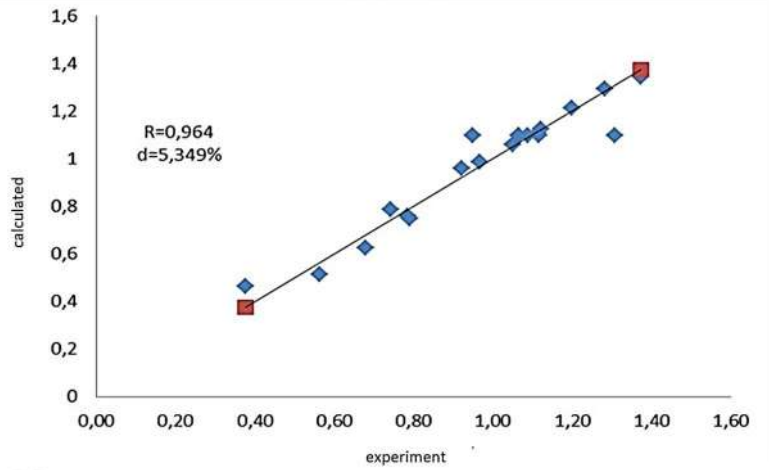
2-Jadval.

Tabiiy shaklda eksperimental dizayn matritsasi

	Faktorning kattaligi		

ISSN 3030-3907

Tajriba No.	X (P), atm	Y(t), °C	Z(Gidro modul),	Yog 'chiqishi (Vt),	Ekstraksiya darajasi, %
1	190	45	15	0.7	42
2	310	45	15	1.1	69
3	190	75	15	0.6	35
4	310	75	15	1.1	69
5	190	45	35	0.8	49
6	310	45	35	1.2	74
7	190	75	35	0.9	49
8	310	75	35	1.3	79
9	149	60	25	0.4	23
10	351	60	25	1.4	85
11	250	35	25	1.0	60
12	250	85	25	0.9	57
13	250	60	8,2	0.7	46
14	250	60	42	1.1	65
15	250	60	25	1.1	66
16	250	60	25	1.1	69
17	250	60	25	1.1	67
18	250	60	25	1.3	81
19	250	60	25	1.1	66
20	250	60	25	1.0	59



4-rasm. Unumdorlikning eksperimental va hisoblangan qiymatlarining korrelyatsiyaga bog‘liqligi

Tenglamaga kiritilgan koeffitsientlarning ahamiyatlilik darajasini tekshirish faqat nol koeffitsient va jarayonga bosimning ta'sirini aks ettiruvchi koeffitsientning ahamiyatini ko‘rsatdi. Faqat ahamiyatli koeffitsientlarni hisobga

ISSN 3030-3907

olganda, natijaning eksperimental va hisoblangan qiymatlarining ko‘p korrelyatsiya koeffitsienti nisbiy xato 17,5% gacha oshishi bilan 0,864 gacha kamayadi.

Optimallashtirish aniqligini oshirish uchun Fisher mezonining oshmasligi asosida qo‘shimcha koeffitsientlarni ketma-ket kiritish amalga oshirildi. Ekstraksiya jarayonini keyingi optimallashtirish uchun ishlatiladigan qo‘shimcha atamalar kiritilgan regressiya tenglamasi (2) ko‘rinishiga ega:

$$W = 1.10 + 0.26x + 0.08z + 0.02xy + 0.03yz - 0.07x^2 - 0.05y^2 - 0.06z^2 \quad (2)$$

Tenglama Fisher mezonidan foydalanib, yetarlilik uchun sinovdan o‘tkazildi. Eksperimental va hisoblangan natijalar qiymatlarining ko‘plik korrelyatsiyasi koeffitsienti 0,963 ni tashkil etdi, nisbiy xatosi 5,5% ni tashkil etdi, ma'lumotlar 10c-rasmda keltirilgan. Fisher mezonining hisoblangan qiymati barcha hadlarni o‘z ichiga olgan tenglama uchun hisoblangan 0,307 ga nisbatan 0,238 ga tushdi.

Olingan regressiya tenglamasi (2) ni tahlil qilishda Sorbus aucuparia mevalari kekidan maksimal mumkin bo‘lgan yog 'hosiliga mos keladigan jarayon omillarining optimal qiymatlari aniqlandi - 1,4±0,1%. Optimal tajribadagi bosim, harorat va gidromodul mos ravishda 350 atm, 70 °C va 33 ni tashkil qiladi. Tasdiqlovchi tajriba o‘tkazishda 1,38% hosildorlikka ega yog 'namunasi olindi. Modelning nisbiy xatosi 1,5% ni tashkil etdi.

XULOSA. 1. Sorbus aucuparia rezavoridan o‘ta kritik karbonat angidrid ekstraktsiyasi (350 atm, 70 °C va gidromodul 33) orqali moy ajratib olish imkoniyati namoyish etilgan va optimal parametrlar belgilangan.

2. Optimal sharoitlarda maksimal moy hosildorligi 1,4±0,1% ni tashkil qiladi.

3. Olingan regressiya tenglamasi jarayonni yetarlicha tavsiflaydi va ekstraktsiya sharoitlariga qarab mahsulot (moy) hosildorligini bashorat qilish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Chingiz K. Rasulov, Mehriban V. Naghiyeva, Ulviyya R. Gurbanova, Gulsum F. Hajiyeva, Konul Sh. Aliyeva Pashayeva, Chimnaz K. Salmanova, Akifa F. Abbasova, Pustakhanim A. Aghayeva. Interaction of phenol with methyl esters of cyclohexenecarboxylic acid in the presence of a modified zeolite-containing catalyst. PPOR, Vol. 26, No. 3, 2025, pp. 657-666.

2. Sarv V.; Bhat R.; Jūrienė L.; Baranauskienė R.; Urbonavičienė D.; Viškelis P.; Venskutonis P.R. Supercritical Fluid Extraction of Lipids from Rowanberry Pomace with Pure CO2 and Its Mixtures with Ethanol Followed by the On-Line Separation of Fractions. *Molecules* 2025, *30*, 964. https://doi.org/10.3390/molecules30040964

ISSN 3030-3907

3. Usenov A.B., Samatova K.M., Sultanova S.A., Safarov J.E. Study of the composition of useful plant extracts. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2023, 1231(1), 012038
4. Kassama L.S., Shi J., Mittal G.S. Optimization of supercritical fluid extraction of lycopene from tomato skin with central composite rotatable design model. Separation and Purification Technology. 2008, Vol. 60. Pp. 278–284.
5. Sultanova S., Safarov J., Mambetsheripova A., Usenov A. Study of the Technological Process of Drying Raw Materials in a Solar Dryer With an Energy Unit Depending on the Physical Parameters of the Environment. AIP Conference Proceedings, 2024, 3152(1), 060005
6. Amyrgialaki E., Makris D.P., Mauromoustakos A., Kefalas P. Optimisation of the extraction of pomegranate (Punica granatum) husk phenolics using water/ethanol solvent systems and response surface methodology. Industrial Crops and Products. 2014, Vol. 59. Pp. 216–222.
7. Derrien M., Aghabararnejadd M., Gosselin A., Desjardins Y., Angersac P., Boumghar Y. Optimization of supercritical carbon dioxide extraction of lutein and chlorophyll from spinach by-products using response surface methodology. LWT. 2018, Vol. 93. Pp. 79–87.
8. Kokosa J.M., Przyiazny, A., Jeanott, M. Solvent Microextraction: Theory and Practice. New York, 2009, 344 p.
9. Gupta R., Shim J. Solubility in supercritical carbon dioxide. NY, CRC Press, 2007, 960 p.
10. Oumayma Boukria, El Mestafa El Hadrami, Sofiane Boudalia, Jasur Safarov, Françoise Leriche, Abderrahmane Aït-Kaddour. The effect of mixing milk of different mammalian species on chemical, physicochemical, and sensory features of cheeses: a review. // Foods 2020, 9 (9), 1309; P.1-24. doi:10.3390/foods9060724
11. Castillo-Santos K., Aguirre-Alonso R. O., Rodríguez-Jimenes G. C., Robles-Olvera V. J., Salgado-Cervantes M. A., García-Alvarado M. A. An optimization based algorithm for solving design problems of countercurrent multistage batch solid–liquid extractors for complex systems. Application to vanilla extract. Computers & Chemical Engineering, 2016, 89, S. 53–61. DOI: 10.1016/j.compchemeng.2016.03.004.
12. Kassing M., Jenelten U., Schenk J., Strube J. A new approach for process development of plantbased extraction processes. Chem. Eng. Technol. 2010, 33 (3), S. 377–387. DOI: 10.1002/ceat.200900480.

ISSN 3030-3907