ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -7

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 7

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

MAHALLIY XOMASHYOLARDAN TAYYORLANGAN ARZON VA YUQORI SAMARALI ADSORBENTLAR ASOSIDA O'SIMLIK MOYLARINI OQARTIRISH TEXNOLOGIYASINI YANADA TAKOMILLASHTIRISH.

Hafizov Ulug‘bek Usmonovich
Buxoro davlat texnika universiteti doktoranti
Xodjiyev Shuhrat Mahmudovich
Buxoro davlat texnika universiteti dotsenti

Annotatsiya. Mazkur maqolada mahalliy xomashyolardan tayyorlangan arzon va yuqori samarali adsorbentlar asosida o‘simlik moylarini oqartirish texnologiyasini takomillashtirish masalalari ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. O‘simlik moylarini rafinatsiya qilish jarayonida oqartirish bosqichi mahsulotning rangi, tiniqligi, oksidlanishga chidamliligi va iste’mol sifati uchun muhim texnologik jarayon hisoblanadi. Tadqiqot mavzusi doirasida bentonit, kaolin, alumosilikatli gillar, faol ko‘mir hamda qishloq xo‘jaligi chiqindilari asosida olinadigan biosorbentlarning adsorbsion xususiyatlari, ularni faollashtirish usullari va moy tarkibidagi rang beruvchi moddalarni kamaytirishdagi samaradorligi yoritiladi.

Kalit so‘zla: o‘simlik moylari, oqartirish texnologiyasi, adsorbent, mahalliy xomashyo, bentonit, kaolin, faollashtirilgan gil, biosorbent, rafinatsiya, adsorbsiya, oziq-ovqat sanoati, ekologik texnologiya.

Аннотация. В данной статье научно анализируются вопросы совершенствования технологии отбеливания растительных масел на основе дешевых и высокоэффективных адсорбентов, полученных из местного сырья. В процессе рафинации растительных масел стадия отбеливания является важным технологическим этапом, определяющим цвет, прозрачность, окислительную стабильность и потребительские свойства готовой продукции. В рамках рассматриваемой темы освещаются адсорбционные свойства бентонита, каолина, алюмосиликатных глин, активированного угля, а также биосорбентов, получаемых из сельскохозяйственных отходов.

Ключевые слова: растительные масла, технология отбеливания, адсорбент, местное сырье, бентонит, каолин, активированная глина, биосорбент, рафинация, адсорбция, пищевая промышленность, экологическая технология.

Abstract. This article provides a scientific analysis of improving the technology of vegetable oil bleaching using low-cost and highly efficient adsorbents produced from local raw materials. In the refining process of vegetable oils, the bleaching stage is an important technological step that determines the color, clarity, oxidative stability and consumer quality of the final product. Within the scope of the study,

ISSN 3030-3907

the adsorption properties of bentonite, kaolin, aluminosilicate clays, activated carbon and biosorbents derived from agricultural waste are discussed.

Keywords: vegetable oils, bleaching technology, adsorbent, local raw materials, bentonite, kaolin, activated clay, biosorbent, refining, adsorption, food industry, environmental technology.

KIRISH.

O‘simlik moylarini qayta ishlash texnologiyasida rafinatsiya jarayoni mahsulotning iste’molga yaroqliligi, tashqi ko‘rinishi, saqlanish barqarorligi va oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlovchi muhim bosqichlardan biri hisoblanadi. Paxta, kungaboqar, soya, raps, maxsar va boshqa o‘simlik moylari tarkibida triglitseridlar bilan bir qatorda fosfolipidlar, erkin yog‘ kislotalari, mumsimon moddalar, metall ionlari, oksidlanish mahsulotlari, karotinoidlar, xlorofill va boshqa rang beruvchi birikmalar uchraydi. Ushbu qo‘shimcha komponentlarning ma’lum qismi moyning rangini to‘qlashtiradi, saqlanish muddatini qisqartiradi hamda keyingi texnologik bosqichlarda noxush ta’m va hid hosil bo‘lishiga sabab bo‘ladi [1]. Shu bois moylarni oqartirish jarayoni faqat kosmetik maqsadda rangni yaxshilash emas, balki mahsulotning oksidlanishga chidamliligi va sifat ko‘rsatkichlarini oshirishga qaratilgan kompleks texnologik bosqich sifatida baholanadi. Zamonaviy manbalarda oqartirish bosqichi moy tarkibidan xlorofill, qoldiq sovun, fosfolipidlar, iz metallari va oksidlanish mahsulotlarini kamaytirishi ta’kidlanadi.

Adabiyotlarda o‘simlik moylarini oqartirish asosan adsorbsion jarayon sifatida talqin qilinadi. Bunda moy ma’lum haroratda, vakuum yoki inert muhit sharoitida adsorbent bilan aralashtiriladi, so‘ngra ishlatilgan adsorbent filtrlash orqali ajratib olinadi. Jarayon samaradorligi adsorbentning mineralogik tarkibi, g‘ovaklik darajasi, solishtirma yuzasi, kislotalilik yoki ishqoriylik xususiyati, namligi, zarracha o‘lchami, adsorbent miqdori, kontakt vaqti, harorat hamda aralashtirish intensivligiga bog‘liq. AOCS materiallarida ham oqartirish oddiy aralashtirish va filtrlashdan iboratdek ko‘rinsa-da, uning kimyoviy-fizik mexanizmi ko‘p omilli murakkab jarayon ekani qayd etilgan. Demak, adsorbent tanlash bilan bir qatorda texnologik rejimlarni optimallashtirish ham yuqori sifatli mahsulot olishda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Oqartirish sanoatida eng keng qo‘llanadigan adsorbentlar qatoriga tabiiy va faollashtirilgan bentonitlar, montmorillonitli gillar, kaolin, sepiolit, attapulgit, silikagel, aktivlangan ko‘mir hamda ularning kompozit aralashmalari kiradi. Ayniqsa bentonit asosidagi oqartiruvchi gillar oziq-ovqat moylari sanoatida keng ishlatiladi, chunki ular nisbatan arzon, tabiiy manbadan olinadi va kislota yoki termik ishlov berish orqali yuqori sorbsion faollikka ega bo‘lishi mumkin [2]. Hussin va hammualliflar tomonidan bajarilgan sharh ishida gilli minerallarning o‘simlik moylarini tozalashda keng qo‘llanishi ularning mahalliy mavjudligi,

ISSN 3030-3907

arzonligi va samaradorligi bilan izohlanadi; mualliflar adsorbent samaradorligida tekstura, sirt kimyosi va faollashtirish usullarining muhim rolini alohida ta'kidlaydilar.

Bentonitlarning oqartirishdagi samaradorligi ularning montmorillonit miqdori, qatlamli tuzilishi, almashinuvchan kationlari va sirt faol markazlari bilan belgilanadi. Tabiiy bentonitlar ayrim holatlarda yetarli darajada faol bo‘lmagani sababli ular kislota, ishqor, tuzlar, organik modifikatorlar, termik ishlov yoki pillaring usullari orqali modifikatsiya qilinadi [3]. Kislota bilan faollashtirishda bentonit tarkibidagi Al, Fe, Mg kabi oktaedrik kationlarning bir qismi yuvilib chiqadi, g‘ovaklik ortadi, solishtirma sirt maydoni kengayadi va moy tarkibidagi pigment hamda qutbli aralashmalarni yutish qobiliyati oshadi. Shu bilan birga, kislota konsentratsiyasi haddan tashqari yuqori bo‘lsa, gil skeleti ortiqcha yemirilishi, filtrlanish qiyinlashishi va moy yo‘qotilishi ko‘payishi mumkin. Shuning uchun faollashtirish sharoitlarini ilmiy asosda tanlash zarur.

Didi va hammualliflar kolza moyini oqartirish uchun Jazoir bentonitini kislota bilan faollashtirish sharoitlarini optimallashtirgan va 3^3 faktorli tajriba dizayni yordamida kislota konsentratsiyasi, kontakt vaqti hamda haroratning oqartirish samaradorligiga ta'sirini baholagan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, maqbul sharoitda olingan faollashtirilgan bentonit kolza moyini oqartirishda samarali adsorbent sifatida namoyon bo‘lgan [4]. Ushbu tadqiqotdan kelib chiqadigan asosiy xulosa shuki, har bir mahalliy bentonit koni uchun universal faollashtirish rejimi mavjud emas; xomashyoning mineralogik va kimyoviy tarkibidan kelib chiqib, alohida optimallashtirish zarur.

Paxta moyi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar ham bentonitlarning strukturaviy xususiyatlari bilan oqartirish samaradorligi o‘rtasida bevosita bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatadi. Foletto, Volzone va Porto tomonidan o‘tkazilgan ishda xlorid kislota konsentratsiyasi va bentonitning dastlabki mineralogik tarkibi paxta moyini tiniqlashtirish jarayoniga sezilarli ta'sir ko‘rsatgani aniqlangan [5]. Mualliflar ayrim hollarda smektit miqdori yuqori bo‘lmagan namunalar ham kislota ishlovi natijasida yaxshi natija berishi mumkinligini qayd etganlar; bu esa oqartirish faolligi faqat smektit ulushi bilan emas, balki oktaedrik qatlamlarning qayta tuzilishi va sirt faol markazlarining shakllanishi bilan ham bog‘liqligini ko‘rsatadi.

Kungaboqar moyini oqartirishda ham kislota bilan faollashtirilgan bentonitlarning samaradorligi keng o‘rganilgan. Foletto va hammualliflar Mendoza hududidan olingan ikki xil mineralogik tarkibli bentonitni H_2SO_4 eritmalari bilan faollashtirib, ularning kungaboqar moyini oqartirish qobiliyatini sanoatda qo‘llanadigan tijorat adsorbenti bilan taqqoslaganlar [6]. Tadqiqotda oqartirish samaradorligi kislota konsentratsiyasiga kuchli bog‘liq bo‘lib, ayrim

ISSN 3030-3907

faollashtirilgan namunalar tijorat oqartiruvchi gili bilan taqqoslanadigan natija ko‘rsatgani aniqlangan. Bu ma’lumotlar mahalliy xomashyo asosida import o‘rnini bosuvchi adsorbentlar ishlab chiqish imkoniyati mavjudligini tasdiqlaydi.

Oqartirish jarayonida adsorbentning faqat rang beruvchi pigmentlarni yutish qobiliyati emas, balki moyning oksidlanish barqarorligiga ta’siri ham muhimdir. Adsorbent pigmentlar bilan birga peroksidlar, ikkilamchi oksidlanish mahsulotlari va metall ionlarini kamaytirishi mumkin, biroq haddan tashqari faol sirt yoki noto‘g‘ri tanlangan sharoitlar tokoferollar kabi biologik faol moddalarning kamayishiga ham olib kelishi ehtimoli bor. Shu sababli zamonaviy tadqiqotlarda oqartirish samaradorligi odatda Lovibond rangi, karotinoid va xlorofill miqdori, kislota soni, peroksid soni, fosfor qoldig‘i, metall ionlari, yog‘ning adsorbentda ushlanib qolishi va oksidlanish barqarorligi kabi ko‘rsatkichlar orqali kompleks baholanadi [7]. Škevin va hammualliflar soya moyini oqartirish parametrlarini optimallashtirishda harorat, kontakt vaqti va adsorbent miqdori oksidlanish barqarorligi hamda bioaktiv komponentlar saqlanishiga ta’sir qilishini ko‘rsatganlar.

Mahalliy xomashyolardan arzon adsorbentlar olish masalasi O‘zbekiston sharoitida ayniqsa dolzarbdir. O‘zbekiston hududida bentonit, kaolin va boshqa alumosilikatli xomashyolar zaxiralari mavjud bo‘lib, ularni oziq-ovqat moylarini rafinatsiya qilishda qo‘llash import adsorbentlarga qaramlikni kamaytirishi, mahsulot tannarxini pasaytirishi hamda mahalliy sanoat uchun qo‘shimcha qiymat yaratishi mumkin. Ismoilova va hammualliflar O‘zbekiston bentonitlari asosida o‘simlik moylarini oqartirish uchun gilli adsorbentlar olish imkoniyatini tadqiq qilganlar; ular Krantau va Askamar bentonitlarini faollashtirishdan so‘ng adsorbsion xususiyatlar dastlabki holatga nisbatan sezilarli ortganini qayd etganlar [8]. Mazkur tadqiqotda mahalliy bentonitlar asosida olingan adsorbentlar mikrog‘ovak va mezog‘ovak xususiyatlarga ega bo‘lishi, bu esa moydagi qutbli va rang beruvchi moddalarning adsorbsiyasi uchun muhim ekanligi ko‘rsatilgan.

Navbahor koni bentonitlari bo‘yicha bajarilgan tadqiqotlar ham mahalliy xomashyo istiqbolini tasdiqlaydi. Boyjanov va hammualliflar Navbahor ishqoriy bentonitining paxta moyini oqartirishdagi adsorbsion xususiyatlarini o‘rganib, ishqoriy bentonitni 190–200 °C atrofida termik faollashtirish va 2 soatlik ishlov berish maqbul sharoit sifatida ko‘rsatilganini qayd etganlar; paxta moyini oqartirish uchun esa 85 °C harorat va 30 daqiqalik jarayon vaqti optimal sharoit sifatida belgilangan [9]. Bu natijalar mahalliy bentonitning faqat kimyoviy emas, balki termik faollashtirish orqali ham texnologik qiymatini oshirish mumkinligini ko‘rsatadi.

Krantov koni bentonitlari asosida olib borilgan tadqiqotlarda ham kislota bilan faollashtirilgan gilli adsorbentlarning o‘simlik moylarini tozalashda amaliy

ISSN 3030-3907

qo‘llanishi mumkinligi ko‘rsatilgan. Sherko‘ziyeva, Nazirova va Salikxanova tomonidan e’lon qilingan ishda mahalliy Krantov bentonitidan olingan adsorbent maxsar moyi rang intensivligini, kislota sonini va peroksid sonini kamaytirishda samarali bo‘lgani qayd etilgan [10]. Manbada adsorbent qo‘llangandan keyin moyning oksidlanish barqarorligi 150 kun davomida GOST talablariga mos kelgani ko‘rsatilgan. Bu natijalar mahalliy adsorbentlar asosida nafaqat oqartirish, balki mahsulotni uzoqroq saqlashga yo‘naltirilgan texnologiyani takomillashtirish imkonini beradi.

So‘nggi yillarda adabiyotlarda faqat mineral xomashyo emas, balki qishloq xo‘jaligi va oziq-ovqat sanoati chiqindilaridan olingan biosorbentlar ham o‘simlik moylarini oqartirishda qo‘llanmoqda. Guruch qobig‘i, yong‘oq po‘chog‘i, tuxum po‘chog‘i, kokos qobig‘i, pista va boshqa lignotsellyulozali chiqindilar piroliz, kuydirish, kislota yoki ishqor bilan ishlov berish, karbonizatsiya va aktivatsiya orqali g‘ovak adsorbentlarga aylantiriladi. Bunday yondashuvning ustunligi shundaki, xomashyo arzon, mahalliy va qayta tiklanuvchi bo‘lib, chiqindilarni qayta ishlash orqali ekologik yuk kamayadi. Shu bilan birga, biosorbentlarning kimyoviy tarkibi bir xil bo‘lmagani sababli ularni standartlashtirish, oziq-ovqat xavfsizligi talablariga mosligini tekshirish va sanoat filtrlash bosqichiga moslashtirish zarur.

Tuxum po‘chog‘i asosidagi adsorbentlar bo‘yicha Abdi, Gharachorloo va Ghavami tomonidan bajarilgan tadqiqotda 2% tuxum po‘chog‘i kukuni soya moyidagi karotinoidlar va xlorofill miqdorini sezilarli kamaytirgani, shuningdek peroksid qiymati, erkin yog‘ kislotalari va yog‘ ushlanishi ko‘rsatkichlariga ham ta’sir ko‘rsatgani aniqlangan [11]. Yong‘oq po‘chog‘i kuli bilan bajarilgan tadqiqotlarda esa 2% yong‘oq po‘chog‘i kuli soya moyida karotinoidlar va xlorofillni mos ravishda 37,46% va 33,4% gacha kamaytirgani, adsorbentda yog‘ ushlanishi tijorat oqartiruvchi gilga nisbatan pastroq bo‘lgani ko‘rsatilgan [12]. Bu ma’lumotlar chiqindi biomassa asosidagi adsorbentlarning mustaqil yoki kompozit tarkibda qo‘llanishi mumkinligini ko‘rsatadi.

Biroq mineral va biosorbent adsorbentlarni bir-biriga qarama-qarshi qo‘yish to‘g‘ri emas. Amaliy jihatdan eng maqbul yondashuv ularning kompozit tizimlarini ishlab chiqishdir. Masalan, faollashtirilgan bentonit pigmentlar va fosfolipidlarni yaxshi adsorbsiya qilsa, aktivlangan ko‘mir oksidlanish mahsulotlari va ayrim hid beruvchi moddalarni yutishda samarali bo‘lishi mumkin. Silikagel yoki guruch qobig‘i asosidagi kremniyli adsorbentlar esa sovun qoldiqlari, fosforli birikmalar va qutbli aralashmalarni kamaytirishda foydali bo‘lishi mumkin. Shu bois mahalliy xomashyolardan tayyorlangan adsorbentlarni yuqori samarador tizimga aylantirishda “bentonit + biomassa kuli”, “bentonit + aktivlangan ko‘mir”, “kaolin

ISSN 3030-3907

+ kremniyli adsorbent", "mahalliy gil + organik modifikator" kabi kompozitsiyalarni o‘rganish ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

O‘simlik moylarini oqartirish texnologiyasini takomillashtirishda adsorbent miqdori eng muhim texnologik parametrlar qatoriga kiradi. Adsorbent miqdorining oshishi rang beruvchi moddalarning ko‘proq yutilishiga yordam beradi, biroq ortiqcha adsorbent yog‘ning ko‘proq ushlanib qolishiga, filtrlash tezligining kamayishiga va ishlab chiqarish tannarxining ortishiga olib keladi. Shu sababli samaradorlikni faqat rang pasayishi bilan emas, balki "oqartirish darajasi — yog‘ yo‘qotilishi — filtrlanish tezligi — oksidlanish barqarorligi — adsorbent narxi" mezonlari asosida baholash lozim. Ilmiy adabiyotlarda optimal adsorbent miqdori moy turi, dastlabki rang ko‘rsatkichi, fosfor miqdori, xlorofill va karotinoidlar darajasi hamda adsorbentning faolligi bilan bog‘liq ekani qayd etiladi [7].

Jarayon harorati ham ikki tomonlama ta’sirga ega. Harorat ortishi moyning qovushqoqligini kamaytiradi, diffuziyani tezlashtiradi va adsorbsion muvozanatga erishishni osonlashtiradi. Biroq haddan tashqari yuqori harorat oksidlanish jarayonlarini kuchaytirishi, tokoferollar parchalanishi va noxush yon reaksiyalarni jadallashtirishi mumkin. Shu sababli ko‘plab tadqiqotlarda 80–110 °C oralig‘i o‘simlik moylarini oqartirish uchun amaliy jihatdan maqbul diapazon sifatida ko‘riladi, lekin aniq harorat moy turi va adsorbentning tabiati bo‘yicha aniqlanadi. Navbahor bentoniti bo‘yicha ishda paxta moyi uchun 85 °C va 30 daqiqa sharoiti optimal deb ko‘rsatilgani mahalliy xomashyo asosidagi tadqiqotlarda individual texnologik rejim zarurligini tasdiqlaydi [9].

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, mahalliy xomashyolardan adsorbent tayyorlashda faqat oqartirish natijasini emas, balki adsorbentning oziq-ovqat sanoatida xavfsiz qo‘llanishini ham baholash kerak. Mineral adsorbentlarda og‘ir metallar, erkin mineral kislota qoldiqlari, suvda eruvchan tuzlar va mayda dispers zarrachalar nazorat qilinishi zarur. Biosorbentlarda esa kul tarkibi, eruvchan mineral komponentlar, mikrobiologik xavfsizlik, organik qoldiqlar va hid beruvchi moddalar darajasi tekshirilishi lozim. Shuning uchun yangi adsorbentlar uchun XRD, FTIR, SEM, BET, termogravimetrik tahlil, pH, namlik, kation almashinuv sig‘imi, zarracha o‘lchami, filtrlanish tezligi va yog‘ ushlanishi kabi fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlar majmuaviy aniqlanishi kerak.

Ishlatilgan oqartiruvchi adsorbentlar — spent bleaching earth — masalasi ham ekologik va iqtisodiy jihatdan dolzarbdir. Adabiyotlarda SBE o‘simlik moyi sanoatida hosil bo‘ladigan muhim qattiq chiqindi sifatida baholanadi; u tarkibida qolgan moy tez oksidlanishi, hatto o‘z-o‘zidan qizish va yong‘in xavfini yuzaga keltirishi mumkin [13]. Abdelbasir va hammualliflar SBE ni poligonlarga tashlash ekologik jihatdan noqulay va iqtisodiy jihatdan samarasiz ekanini, uni biodizel, yoqilg‘i briketlari, bioo‘g‘it, oqova suvlarni tozalash sorbenti yoki qurilish

ISSN 3030-3907

materiallari ishlab chiqarishda qayta ishlash mumkinligini ko‘rsatganlar. Demak, mahalliy adsorbent texnologiyasini ishlab chiqishda ishlatilgan adsorbentni qayta ishlash yoki xavfsiz utilizatsiya qilish bosqichi ham loyiha tarkibiga kiritilishi lozim.

Mavjud ilmiy adabiyotlarni umumlashtirish mahalliy xomashyo asosida arzon va yuqori samarali adsorbentlar olish yo‘nalishida bir nechta muhim ilmiy vazifalarni ko‘rsatadi. Birinchidan, O‘zbekiston bentonitlari, kaolinlari, kremniyli chiqindilari va qishloq xo‘jaligi qoldiqlarining fizik-kimyoviy xususiyatlari tizimli taqqoslanishi kerak. Ikkinchidan, har bir xomashyo turi uchun faollashtirish usuli — kislota, termik, ishqoriy, tuzli yoki kompozit modifikatsiya — ilmiy asosda tanlanishi lozim. Uchinchidan, adsorbent samaradorligi faqat laboratoriya darajasida rang o‘zgarishi orqali emas, balki sanoatga yaqin sharoitda filtrlanish, yog‘ ushlanishi, oksidlanish barqarorligi va iqtisodiy ko‘rsatkichlar bilan baholanishi zarur. To‘rtinchidan, ishlab chiqilgan adsorbentlarning oziq-ovqat xavfsizligi, ekologik xavfsizligi va qayta ishlash imkoniyatlari kompleks baholanishi kerak.

Xulosa qilib aytganda, o‘simlik moylarini oqartirish texnologiyasini takomillashtirishda mahalliy xomashyolardan tayyorlangan adsorbentlar muhim ilmiy-amaliy zaxira hisoblanadi. Bentonite asosidagi faollashtirilgan gillar hozirgi kungacha eng samarali va sanoatga yaqin adsorbentlar bo‘lib qolmoqda. Shu bilan birga, qishloq xo‘jaligi chiqindilaridan olingan biosorbentlar va ularning mineral adsorbentlar bilan kompozitsiyalari tannarxni pasaytirish, import o‘rnini bosish va ekologik barqarorlikni oshirish imkonini beradi. Ilmiy adabiyotlarda mahalliy bentonitlarning paxta, kungaboqar, maxsar va boshqa moylarni oqartirishda ijobiy natijalari qayd etilgan bo‘lsa-da, ularning sanoat miqyosida qo‘llanishi uchun adsorbent tarkibi, faollashtirish rejimi, oqartirish sharoiti, filtrlanish xususiyati va ishlatilgan adsorbent utilizatsiyasi bo‘yicha yanada chuqur tadqiqotlar talab etiladi. Shu jihatdan mazkur mavzu oziq-ovqat sanoati, kimyoviy texnologiya va ekologik xavfsizlik kesishmasida dolzarb ilmiy yo‘nalish sifatida baholanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Gharby S. Refining Vegetable Oils: Chemical and Physical Refining // The Scientific World Journal. — 2022. — Article ID 6627013. DOI: 10.1155/2022/6627013.
2. Berbesi R. Optimization of Bleaching Process // AOCS Lipid Library / AOCS Resource. — 2026.
3. Hussin F., Aroua M.K., Daud W.M.A.W. Textural characteristics, surface chemistry and activation of bleaching earth: A review // Chemical Engineering Journal. — 2011. — Vol. 170, No. 1. — P. 90–106. DOI: 10.1016/j.cej.2011.03.065.

ISSN 3030-3907

4. Didi M.A., Makhoukhi B., Azzouz A., Villemin D. Colza oil bleaching through optimized acid activation of bentonite: A comparative study // Applied Clay Science. — 2009. — Vol. 42, No. 3–4. — P. 336–344. DOI: 10.1016/j.clay.2008.03.014.
5. Foletto E.L., Volzone C., Porto L.M. Clarification of cottonseed oil: How structural properties of treated bentonites by acid affect bleaching efficiency // Latin American Applied Research. — 2006. — Vol. 36. — P. 37–40.
6. Foletto E.L., Colazzo G.C., Volzone C., Porto L.M. Sunflower oil bleaching by adsorption onto acid-activated bentonite // Brazilian Journal of Chemical Engineering. — 2011. — Vol. 28, No. 1. — P. 169–174. DOI: 10.1590/S0104-66322011000100018.
7. Škevin D., Domijan T., Kraljić K., Gajdoš J., Neđeral S., Obranović M. Optimization of bleaching parameters for soybean oil // Food Technology and Biotechnology. — 2012. — Vol. 50, No. 2. — P. 199–207.
8. Ismoilova M.A., Salixanova D.S., Sadullaeva M.S., Ruzmetova D.T., Agzamova F.N. Obtaining clay adsorbents for bleaching vegetable oil based on bentonites of Uzbekistan // Theoretical & Applied Science. — 2021. — Vol. 101, No. 9. — P. 780–786. DOI: 10.15863/TAS.2021.09.101.112.
9. Boyjanov N., Boyjanov I., Khamidova M., Serkayev Q. Studying adsorption characteristics of “Navbahor” alkaline bentonite in bleaching cotton oil // Universum: Technical Sciences. — 2023. — No. 6(111). DOI: 10.32743/UniTech.2023.111.6.15618.
10. Sherko‘ziyeva Sh., Nazirova R., Salikxanova D.S. Purification of vegetable oil using clay adsorbents in adsorption processes // Web of Scientist: International Scientific Research Journal. — 2025. — Vol. 6, No. 1.
11. Abdi E., Gharachorloo M., Ghavami M. Investigation of using egg shell powder for bleaching of soybean oil // LWT — Food Science and Technology. — 2021. — Vol. 140. — Article 110859. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.110859.
12. Sepehr Z.F., Gharachorloo M., Yousefi Sh. Investigation of soybean oil bleaching by using walnut shell // Journal of Nuts. — 2020. — Vol. 11, No. 2. — P. 169–177.
13. Abdelbasir S.M., Shehab A.I., Abdel Khalek M.A. Spent bleaching earth; recycling and utilization techniques: A review // Resources, Conservation & Recycling Advances. — 2023. — Vol. 17. — Article 200124. DOI: 10.1016/j.rcradv.2022.200124.
14. Kaynak G., Ersoz M., Kara H. Investigation of the properties of oil at the bleaching unit of an oil refinery // Journal of Colloid and Interface Science. — 2004. — Vol. 280. — P. 131–138.

15. Topkafa M., Ayyildiz H.F., Kara H. Role of different bleaching earths for sunflower oil in a pilot plant bleaching system // Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. — 2013. — Vol. 63, No. 3. — P. 147–154.

ISSN 3030-3907