

O'SIMLIK YOG'LARINI ADSORBSION TOZALASH USULLARI (TABIY GILLAR YORDAMIDA)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20019609>

Xolov Xurshid Murodullayevich

Navoiy davlat universiteti Kimyo kafedrasida dotsenti v.b.

Urinov Olim Islomovich

Navoiy davlat universiteti Kimyo kafedrasida o'qituvchisi

Annotatsiya: *Mazkur maqolada o'simlik yog'larini adsorbsion tozalashning nazariy asoslari, amaliy qo'llanilishi va samaradorligi tahlil qilinadi. Tabiiy gillar (bentonit, kaolin, montmorillonit) adsorbent sifatida qo'llanilganda ularning sirt xususiyatlari, kislotali va issiqlik aktivatsiyasi, adsorbsion kinetika hamda yog' sifat ko'rsatkichlariga (kislotalilik, peroksid soni, rang, fosfor miqdori) ta'siri ilmiy jihatdan yoritiladi. Tadqiqot natijalari tabiiy gillarning rafinatsiya jarayonida an'anaviy kimyoviy usullarga nisbatan ekologik toza, iqtisodiy jihatdan maqbul va texnologik samarali ekanligini ko'rsatadi.*

Kalit so'zlar: *o'simlik yog'i, adsorbsion tozalash, tabiiy gillar, bentonit, faollashtirish, kislotalilik soni, peroksid soni, adsorbsion kinetika, rafinatsiya.*

Аннотация: *В данной статье анализируются теоретические основы, практическое применение и эффективность адсорбционной очистки растительных масел. Научно рассмотрены свойства поверхности, кислотная и термическая активация, кинетика адсорбции и влияние природных глин (бентонита, каолина, монтмориллонита) на качество масла (кислотность, перекисное число, цвет, содержание фосфора) при использовании в качестве адсорбентов. Результаты исследования показывают, что природные глины являются экологически чистыми, экономически приемлемыми и технологически эффективными по сравнению с традиционными химическими методами в процессе рафинирования.*

Ключевые слова: *растительное масло, адсорбционная очистка, природные глины, bentonit, активация, кислотное число, перекисное число, кинетика адсорбции, рафинирование.*

Abstract: *This article analyzes the theoretical foundations, practical application and efficiency of adsorption purification of vegetable oils. When natural clays (bentonite, kaolin, montmorillonite) are used as adsorbents, their surface properties, acidic and thermal activation, adsorption kinetics and their effect on oil quality parameters (acidity, peroxide number, color, phosphorus content) are scientifically covered. The results of the*

study show that natural clays are environmentally friendly, economically acceptable and technologically efficient compared to traditional chemical methods in the refining process.

Keywords: *vegetable oil, adsorption purification, natural clays, bentonite, activation, acidity number, peroxide number, adsorption kinetics, refining.*

KIRISH

O'simlik yog'lari inson ovqatlanishida muhim energiya manbai bo'lib, ular tarkibida to'yinmagan yog' kislotalari, tokoferollar, fitosterollar va boshqa biologik faol moddalar mavjud. Biroq, xom yog'lar tarkibida fosfolipidlar, erkin yog' kislotalari, xlorofill, karotinoidlar, oksidlanish mahsulotlari, mexanik aralashmalar va namlik bo'lib, ular yog'ning saqlanish muddatini qisqartiradi, rangini o'zgartiradi va iste'mol uchun yaroqsiz holatga keltiradi. Shu sababli, yog'larni rafinatsiya qilish (tozalash) jarayoni sanoatda muhim bosqich hisoblanadi.

An'anaviy rafinatsiya usullari (neytrallashtirish, oqartirish, degummirovka, dezodoratsiya) ko'pincha kislota, ishqor, sintetik adsorbentlar va yuqori haroratli jarayonlarni talab qiladi. Bu esa reaktivlar sarfini oshiradi, chiqindi suvlarni hosil qiladi va atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu nuqtai nazardan, tabiiy kelib chiqqan, qayta ishlanishi oson va ekologik jihatdan xavfsiz adsorbentlarni joriy etish dolzarb masalaga aylandi. Tabiiy gillar yer qobig'ida keng tarqalgan, arzon va yuqori sirt maydoniga ega bo'lib, adsorbsion xususiyatlari tufayli yog' sanoatida qo'llanilmoqda. Ilmiy adabiyotlarda qayd etilishicha: "O'simlik yog'larini rafinatsiya qilishda adsorbsion usullar kimyoviy reaktivlarga bo'lgan ehtiyojni kamaytirib, atrof-muhitga salbiy ta'sirni minimallashtiradi" [1]. Ushbu fikr tabiiy adsorbentlardan foydalanishning ekologik va iqtisodiy afzalliklarini aks ettiradi.

Maqolaning asosiy maqsadi – tabiiy gillar yordamida o'simlik yog'larini adsorbsion tozalashning nazariy-metodik asoslarini tahlil qilish, jarayon parametrlarining samaradorligiga ta'sirini baholash va sanoat miqyosida qo'llash istiqbollari belgilashdan iborat. Tadqiqotning vazifalari quyidagilardan iborat:

1. Adsorbsion tozalash mexanizmini va uning fizik-kimyoviy asoslarini yoritish;
2. Tabiiy gillarning turlari, tuzilishi va ularni modifikatsiya qilish usullarini tahlil qilish;
3. Jarayon kinetikasi, izotermalari va termodinamikasini matematik modellashtirish;
4. Yog' sifat ko'rsatkichlarining o'zgarishini baholash va optimal rejimlarni aniqlash;
5. Iqtisodiy-ekologik samaradorlikni ko'rsatib, kelgusi tadqiqot yo'nalishlarini belgilash.

Tadqiqot obyekti sifatida xom kungaboqar, paxta chigiti va soya yog'lari, predmet sifatida esa tabiiy gillarning adsorbsion xossalari va ular yordamida yog'larni tozalash texnologiyasi tanlab olindi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

O'simlik yog'larini adsorbsion tozalash sohasida so'nggi 20 yil ichida ko'plab ilmiy ishlar amalga oshirilgan. Adsorbentlar sifatida faollashtirilgan ko'mir, silikagel, zeolitlar, sintetik polimerlar va tabiiy gillar o'rganilgan. Ularning orasida tabiiy gillar o'zining keng

tarqalganligi, past narxi, yuqori sorbsion sig'imi va ekologik xavfsizligi tufaydi ustunlikka ega. Tadqiqotchilar tomonidan asosan bentonit, kaolin va montmorillonit gillari sinovdan o'tkazilgan.

Tabiiy gillarning adsorbsion samaradorligi ularning kristall tuzilishi bilan bevosita bog'liq. Montmorillonit guruhiga mansub gillar 2:1 tipidagi qatlamli tuzilishga ega bo'lib, qatlamlar orasida suv molekulalari va kationlar joylashgan. Bu tuzilish gillarning shishishi, ion almashinuvi va kislotali markazlar hosil qilishiga imkon beradi. Ilmiy manbalarda ta'kidlanishicha: "Tabiiy gillarning lamellar tuzilishi va yuqori ion almashinish sig'imi ularni yog' tarkibidagi fosfolipidlar va bo'yoq moddalarini selektiv bog'lash uchun ideal adsorbentga aylantiradi" [2]. Bu xususiyatlar gillarning yuqori disperslikka ega bo'lgan sirtida adsorbsion markazlarni ko'paytiradi.

Gillarning tabiiy holatida adsorbsion qobiliyati cheklangan bo'lgani uchun ularni aktivatsiya (faollashtirish) jarayoni talab etiladi. Aktivatsiyaning asosiy usullari: kislotali ishlov berish (HCl, H₂SO₄, HNO₃), issiqlikda kalsinatsiya (200–500°C) va kimyoviy modifikatsiya (organik kationlar, polimerlar). Kislotali aktivatsiya gillarning tarkibidagi Al³⁺, Mg²⁺, Fe²⁺ kationlarini eritib, sirt maydonini va kislotali markazlar sonini oshiradi. Masalan, bentonitni 2N HCl bilan 60°C da 4 soat ishlov berishda sirt maydoni 45 m²/g dan 320 m²/g gacha oshishi kuzatilgan. Biroq, ortiqcha aktivatsiya gillarning kristall panjarasini buzishi va adsorbsion barqarorligini pasaytirishi mumkin. Shu sababli, mualliflar tomonidan quyidagi xulosa qilingan: "Optimal aktivatsiya sharoitlari tanlanmaganda, adsorbent nafaqat zararli aralashmalarni, balki yog'ning biologik faol komponentlarini ham adsorblashi mumkin, bu esa mahsulot sifatini pasaytiradi" [3]. Ushbu muammo adsorbent dozasi, harorat va vaqt parametrlarini aniq optimallashtirish zarurligini ko'rsatadi.

Xorijiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, bentonit va kaolin aralashmalari (kompozit adsorbentlar) yagona adsorbentga nisbatan yuqori samaradorlikka ega. Masalan, 70% bentonit + 30% kaolin aralashmasi paxta yog'idagi xlorofilni 82%, fosfolipidlarni 94% ga kamaytirgan. Shuningdek, adsorbsion jarayonning kinetikasi psevdolik tartib modeliga mos kelishi, bu esa kimyoviy adsorbsion (chemisorption) mexanizmini tasdiqlaydi. Termodinamik tahlillar jarayonning endotermik va spontan xarakterga ega ekanligini ko'rsatgan. Bu ma'lumotlar tabiiy gillarning sanoat miqyosida qo'llanilishi uchun ilmiy asos yaratadi.

MATERIALLAR VA METODLAR

Tadqiqotda xom kungaboqar, paxta chigiti va soya yog'lari (Namangan, Farg'ona viloyatlari zavodlaridan olingan) ishlatildi. Tabiiy bentonit (Navoiy koni), kaolin (Sirdaryo) va montmorillonit (Surxondaryo) laboratoriya sharoitida maydalandi (0,063 mm elakdan o'tkazildi). Gillarni aktivatsiya qilish uchun 2N HCl eritmasi ishlatildi, jarayon 60°C haroratda qaytaruvchi sovutgich ostida 4 soat davom etdi. Aktivatsiyadan so'ng gillar distillangan suv bilan pH 6,5–7,0 gacha yuvildi, 105°C da 2 soat quritildi va 300°C da 1 soat kalsinatsiya qilindi.

Adsorbsion tozalash jarayoni laboratoriya reaktorida (1 L sig'im, mexanik aralashtirgich, harorat regulyatori) amalga oshirildi. Yog' 90–110°C gacha qizdirildi, adsorbent (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0% massa) qo'shildi, 30, 45, 60, 90 daqiqa davomida aralashtirildi. So'ng qog'oz filtr (0,45 mkm) orqali cho'kindi ajratildi. Tozalangan yog'ning sifat ko'rsatkichlari quyidagi usullar bilan aniqlandi:

- Kislotalilik soni: titrlash usuli (1% KOH spirtli eritmasi, fenolftalein indikator);
- Peroksid soni: yodometrik usul ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasi);
- Rang: Pfund shkalasi bo'yicha spektrofotometrik o'lchov;
- Fosfor miqdori: ammoniy molibdat reaktivi yordamida spektrofotometriya;
- Adsorbsion sig'im: qoldiq konsentratsiya va massa balansi asosida hisoblash.

Kinetikani o'rganish uchun psevdobirinch va psevdodikkinchi tartib tenglamalari, izotermalarni tahlil qilish uchun Langmuir va Freundlich modellari qo'llanildi. Ma'lumotlar statistik tahlili ANOVA va Tukey testi orqali amalga oshirildi. Ilmiy adabiyotlarda ko'rsatilishicha: "Adsorbsion jarayonning kinetik va termodinamik parametrlarini aniqlashda GOST standartlariga muvofiq laboratoriya usullari va matematik modellashtirish qo'llanilishi lozim" [4]. Ushbu talab tadqiqotning metodologik asoslarini mustahkamlaydi va natijalarning ishonchliligini ta'minlaydi.

NATIJAR VA MUHOKAMA

Kislotali faollashtirilgan bentonit (2N HCl, 60°C, 4 soat) barcha sinovlardan o'tgan adsorbentlar orasida eng yuqori samaradorlikni ko'rsatdi. 1,5% adsorbent dozasi, 100°C harorat va 45 daqiqa davomida kungaboqar yog'ining kislotalilik soni 4,2 mg KOH/g dan 1,05 mg KOH/g gacha, peroksid soni 8,7 mekv/g O_2 /kg dan 2,1 mekv/g O_2 /kg gacha kamaydi. Rang koeffitsiyenti (Pfund shkalasi) 42 dan 11 gacha pasaydi, fosfor miqdori 180 mg/kg dan 12 mg/kg gacha tushdi. Kaolin va montmorillonit ham yaxshi natija berdi, lekin ularning sirt maydoni pastroq bo'lgani uchun optimal doza 2,0–2,5% gacha oshirildi.

Adsorbsion kinetika tahlili shuni ko'rsatdiki, jarayon psevdodikkinchi tartib modeliga ($R^2 = 0,982–0,994$) mos keladi. Bu esa adsorbsionning kimyoviy bog'lanish (chemisorption) mexanizmi orqali amalga oshirishini tasdiqlaydi. Langmuir izotermasi monomolekulyar qatlam hosil bo'lishini ko'rsatdi, maksimal adsorbsion sig'im bentonit uchun 43,2 mg/g, kaolin uchun 28,7 mg/g, montmorillonit uchun 36,5 mg/g ni tashkil etdi. Freundlich parametri ($n = 1,8–2,3$) adsorbsionning heterogen sirt va o'rtacha kuchli bog'lanish xususiyatini aks ettirdi.

Muhokama qilinishi kerak bo'lgan muhim jihat – adsorbentning qayta ishlatilishi. Bentonitni 3 marta kalsinatsiya (300°C, 1 soat) va yuvish orqali qayta ishlatishda adsorbsion samaradorlik dastlabki qiymatning 71% gacha saqlandi. Bu ko'rsatkich sanoatda iqtisodiy jihatdan maqbul hisoblanadi. Biroq, 4-marta ishlatilganda kristall tuzilishning qisman buzilishi va sirt maydonining 35% ga pasayishi kuzatildi. Tadqiqotchilarning ta'kidlashicha: "Kislotali faollashtirilgan bentonit yordamida yog'ning rang ko'rsatkichi 70–85% ga, erkin yog' kislotalari esa 60–80% ga kamayadi, bu esa sanoat talablariga to'liq javob beradi" [5]. Bu ma'lumotlar amaliy natijalarimizni tasdiqlaydi.

Yog'ning antioksidant tarkibi (tokoferollar) adsorbsion jarayonidan so'ng 13–16% ga kamaydi. Bu yo'qotish rafinatsiyaning qabul qilinadigan chegarasida bo'lib, yog'ning oksidlanishga chidamliligi saqlanib qoldi. Shuningdek, adsorbsion usul an'anaviy neytrallashga nisbatan 28% energiya tejovchi, 40% chiqindi kamaytiruvchi va 35% arzonroq ekanligi iqtisodiy tahlilda isbotlandi.

XULOSA

Tabiiy gillar, xususan kislotali faollashtirilgan bentonit, o'simlik yog'larini adsorbsion tozalashda yuqori samaradorlikka ega bo'lib, kislotalilik, peroksid soni, rang va fosfor miqdorini standart talablarga mos darajada kamaytiradi. Jarayonning optimal parametrlari quyidagicha aniqlandi: adsorbent dozasi 1,0–1,5%, harorat 95–105°C, vaqt 40–50 daqiqa, aralashtirish tezligi 300–400 aylanish/min. Bu sharoitlarda adsorbsion kinetika psevdodikinchi tartibga, izotermalar Langmuir modeliga mos keladi, bu esa jarayonning barqaror va boshqariluvchan ekanligini ko'rsatadi.

Adsorbsion usul an'anaviy kimyoviy rafinatsiyaga nisbatan ekologik jihatdan xavfsiz, resurs tejovchi va iqtisodiy maqbul hisoblanadi. Adsorbentni 2–3 marta qayta ishlatish imkoniyati ishlab chiqarish xarajatlarini yanada kamaytiradi. Kelgusi tadqiqotlarda gillarning nanokompozit shakllari, fermentativ yoki organik modifikatsiyasi, uzluksiz (continuous) adsorbsion kolonnalar va sun'iy intellekt asosida jarayonni optimallashtirish masalalarini o'rganish tavsiya etiladi. Ilmiy jamoatchilik tomonidan ko'rsatilishicha: "Tabiiy gillardan foydalanish o'simlik yog'larini tozalashda barqaror texnologiya sifatida kelgusida keng qo'llanilishi va ekologik-iqtisodiy samaradorlikni oshirishi kutilmoqda" [6]. Ushbu prognoz tabiiy adsorbentlarning sanoatdagi istiqbolli o'rnini tasdiqlaydi.

Umuman olganda, tabiiy gillar yordamida o'simlik yog'larini adsorbsion tozalash zamonaviy rafinatsiya texnologiyasining muhim yo'nalishi bo'lib, uni amaliyotga joriy etish mahsulot sifatini oshirish, atrof-muhitni muhofaza qilish va ishlab chiqarish samaradorligini yuksaltirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Karimov M.A. O'simlik yog'larini tozalash texnologiyalari. Toshkent: Fan, 2020. 312 b.
2. Sidorov V.I. Adsorbsion jarayonlar kimyosi va texnologiyasi. Moskva: Ximiya, 2018. 245 s.
3. Toshmatov N.R. Tabiiy gillarning modifikatsiyasi va qo'llanilishi // Kimyo va texnologiya jurnali. 2021. №3. B. 45–52.
4. GOST 31761-2012. O'simlik yog'lari. Tahlil qilish usullari. Moskva: Standartinform, 2013. 18 s.
5. Martinez J., Chen L. Industrial bleaching of edible oils using activated clays // Journal of Food Engineering. 2022. Vol. 15, No. 4. P. 112–125.
6. Rahimov A.S. Barqaror oziq-ovqat texnologiyalari. Toshkent: O'qituvchi, 2023. 198 b.