



<https://doi.org/10.70728/a.series.tab.v08.i04.137>

UO‘K: 547.458.81:661.183.12:544.18

CHIQINDI BIOMASSA ASOSIDA OLINGAN YASHIL IONITLARNING AYRIM FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARINI O‘RGANISH.

¹*Omonov Navro‘zbek Shermuhammad o‘g‘li*

Chirchiq davlat pedagogika universiteti tayanch doktoranti
navrozbekomonov9669@gmail.com

ORCID:0009-0008-9174-748X

²*Jo‘rayev Murod Maxmarajab o‘g‘li*

Chirchiq davlat pedagogika universiteti dotsenti
murodjurayevkimyo@gmail.com

ORCID:0000-0002-0986-4249

³*Qudratov Javohir Jahongir o‘g‘li*

Chirchiq davlat pedagogika universiteti 4-kurs talabasi
qudratovjahongirovichjavohir@gmail.com

⁴*Yo‘ldoshev Xurshid Qahramon o‘g‘li*

Chirchiq davlat pedagogika universiteti 4-kurs talabasi
yoldoshevx686@gmail.com

⁵*Anarboyev Yerjigit Dalaboy o‘g‘li*

Chirchiq davlat pedagogika universiteti mustaqil izlanuvchisi
anarboyeverjigit@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada mahalliy chiqindi biomassa — yong‘oq po‘stlog‘i asosida ekologik jihatdan xavfsiz va iqtisodiy samarali "yashil" anionit sintezi va uning xossalari tadqiq etilgan. Tadqiqot davomida xomashyo tarkibidagi selluloza ulushini oshirish va polietilenpoliamin (PEPA) yordamida modifikatsiyalash orqali aminoguruhli anionit olingan. Sintez qilingan biosorbentning ayrim fizik-kimyoviy xossalari GOST standartlari asosida aniqlangan. Olingan natijalar sanoatda keng qo‘llaniladigan AB-17-8 anioniti bilan qiyosiy tahlil qilinganda, biosorbentning tannarxi pastligi va tabiatda parchalanish xususiyati bilan sezilarli afzallikka ega ekanligi isbotlangan.

Kalit so‘zlar: Yong‘oq po‘stlog‘i, biomassa, biosorbent, anionit, ion almashinuvi, polietilenpoliamin, statik almashinish sig‘imi, ekologik toza material, yashil kimyo.

Аннотация. В данной статье исследуется синтез и свойства экологически безопасного и экономически эффективного «зеленого» анионита на основе местных

отходов биомассы — скорлупы грецкого ореха. В ходе исследования был получен анионит с аминогруппами путем увеличения доли целлюлозы в составе сырья и последующей модификации с помощью полиэтиленполиами́на (ПЭПА). Определены некоторые физико-химические свойства синтезированного биосорбента на основе стандартов ГОСТ. Сравнительный анализ полученных результатов с промышленным анионитом марки АВ-17-8 доказал, что биосорбент обладает значительными преимуществами благодаря низкой себестоимости и способности к биоразложению.

Ключевые слова: Скорлупа грецкого ореха, биомасса, биосорбент, анионит, ионный обмен, полиэтиленполиамин, статическая обменная емкость, экологически чистый материал, зеленая химия.

Abstract. This article investigates the synthesis and properties of an environmentally safe and cost-effective "green" anion exchanger based on local waste biomass — walnut shells. During the research, an amino-group anion exchanger was obtained by increasing the cellulose content in the raw material and modifying it with polyethylene polyamine (PEPA). Certain physicochemical properties of the synthesized biosorbent were determined based on GOST standards. A comparative analysis of the results with the widely used industrial anion exchanger AB-17-8 proved that the biosorbent has significant advantages due to its low cost and biodegradability.

Keywords: Walnut shell, biomass, biosorbent, anionite, ion exchange, polyethylene polyamine, static exchange capacity, eco-friendly material, green chemistry.

KIRISH. Hozirgi kunda sanoat va qishloq xo‘jaligida turli xil oqava suvlarni, xususan, suvning qattiqligini kamaytirish, zaharli va toksik ionlardan tozalash hamda rangli metall ionlarini ajratib olish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Bu muammoni hal etishda ion almashinuvi usuli, xususan, anionit va kationitlardan foydalanish iqtisodiy jihatdan samarali va ekologik jihatdan qulay hisoblanadi. Ammo mavjud, sanoat miqyosida keng qo‘llaniladigan ionitlar — KU-2-8, AB-17, Amberlite kabi ion almashinuvchi materiallar sintetik usulda olinadi va ishlatilgandan so‘ng tabiatda parchalanmaydi, ya‘ni ularning utilizatsiyasi muammo tug‘diradi. Shu sababli mahalliy xomashyolar asosida iqtisodiy va ekologik jihatdan samarali “yashil sorbentlar” olish muhim vazifa hisoblanadi. Chiqindi biomassa — yong‘oq va yeryong‘oq po‘stlog‘i arzon, keng tarqalgan va qayta tiklanuvchi materiallar sifatida ionit olish uchun istiqbolli manba hisoblanadi [1]. Mazkur tadqiqotda ushbu xomashyolar asosida aminoguruhli anionitlar olinishi hamda ionitlar uchun muhim bo‘lgan ayrim xossalari o‘rganildi.

Mahalliy chiqindi xomashyo — yong‘oq po‘stlog‘i asosida “yashil” ionit olish uchun dastlab qattiq po‘stloq maydalanib, 0,4–1,5 mm o‘lchamgacha keltirildi va elakdan o‘tkazildi. Po‘stloq tarkibidagi selluloza ulushini oshirish maqsadida u ishqor eritmasida ekstraktsiya qilindi, so‘ngra polietilenpoliamin bilan aminlash orqali modifikatsiya qilindi.

Olingan materialning HCl bo‘yicha statik almashinish sig‘imi 3,4 mg-ekv/g ekanligi aniqlandi. Ushbu materialning ionit sifatida qo‘llanilishi uchun zarur bo‘lgan ayrim xossalari, xususan, mexanik mustahkamligi va namligi o‘rganildi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR.

Tabiiy biopolimerlar va qishloq xo‘jaligi chiqindilaridan ionitlar sintez qilish jarayonida asosiy e‘tibor xomashyo tarkibidagi selluloza va ligninni faollashtirishga qaratiladi. Tadqiqotchi L.H. Wartelle va W.E. Marshall o‘z ishlarida o‘simlik chiqindilarini to‘rtlamchi aminlar bilan modifikatsiyalash orqali anion almashinish xossasini berish mumkinligini isbotlagan. Ularning fikricha, biomassaning g‘ovakli strukturasi aminoguruhlarining polimer zanjiriga birikishi uchun qulay maydon hisoblanadi [2].

O‘simlik asosli sorbentlarning samaradorligi ko‘p jihatdan ularni kimyoviy ishlov berish usuliga bog‘liq. N.A. Bektenov va E.E. Ergozhin tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda o‘simlik xomashyosini dastlab ishqoriy muhitda ekstraksiya qilish, tarkibdagi gemitsellyuloza va lignin qismlarini yumshatib, faol markazlarni ochishga xizmat qilishi ko‘rsatib o‘tilgan. Bu jarayon keyingi bosqichda polietilenpoliamin (PEPA) kabi polifunksional aminlarning selluloza makromolekulasi bilan barqaror bog‘ hosil qilishini ta‘minlaydi [3].

Shuningdek, D. Sud va boshqalar biomassadan olingan sorbentlarning mexanik va fizik xossalari ko‘p hollarda sintetik ionitlardan (masalan, AB-17-8) biroz farq qilsa-da, ularning biodegradatsiya (tabiatda parchalanish) xususiyati ekologik barqarorlikni ta‘minlovchi asosiy omil ekanligini ta‘kidlaydi [4]. H. Ashkenani yong‘oq po‘stlog‘i asosidagi modifikatsiyalangan materiallarning statik almashinish sig‘imi (SAS) bevosita aminlash darajasiga bog‘liqligini va bu ko‘rsatkichni reagentlar konsentratsiyasi orqali boshqarish mumkinligini ilmiy asoslab bergan [5].

Mahalliy tadqiqotchilar, xususan R.A. Nazirova qishloq xo‘jaligi chiqindilarini utilitatsiya qilishning eng samarali yo‘li — ulardan sanoat oqava suvlarini tozalashda ishlatiladigan "yashil" adsorbentlar olish ekanligini qayd etadi. Ushbu ilmiy qarashlar yong‘oq po‘stlog‘i kabi mahalliy xomashyolarni PEPA ishtirokida aminlash orqali yuqori sig‘imli anionitlar olish imkoniyatini nazariy jihatdan tasdiqlaydi [6].

Namlik miqdori standart gravimetrik usul yordamida aniqlandi (GOST 10898.1–84). Sorbent namunalaridan 5 g olinib, 0,001 g aniqlik bilan byuksda tortildi. Ionitlar doimiy og‘irlikka yetguncha $90 \pm 5^\circ\text{C}$ haroratda quritish shkafiga (Dry Closed) quritildi. Tortishdan oldin byuks kalsiy xlorid ishtirokida eksikatorida quritildi [7].

Namlik miqdori (W, %) quyidagi formula bo‘yicha hisoblandi:

$$W = \frac{m - m_1}{m} \times 100\%$$

bu yerda: m — quritilishdan oldingi namuna massasi (g); m_1 — quritilgandan keyingi namuna massasi (g).

Ion almashinuvchi materiallarning samaradorligi ularning mexanik mustahkamligiga bevosita bog‘liq. Shu sababli olingan sorbentning mexanik mustahkamligini aniqlash muhim ahamiyatga ega. Olingan sorbentning mexanik mustahkamligi GOST 17338–88 standartiga muvofiq aniqlandi. Anionitning mexanik mustahkamligini aniqlash uchun nam holatdagi anionitdan ($50,0 \pm 0,5$) ml olinib, 150 ml hajmli o‘lchov silindriga joylashtirildi. So‘ngra uning ustiga (100 ± 1) ml distillangan suv quyilib, silindr tiqin bilan germetik yopildi. Silindr gorizontol holatda tebranish qurilmasiga o‘rnatilib, (23 ± 5) $^\circ\text{C}$ haroratda, minutiga

(100 ± 1) zarba tezligida (6,0 ± 0,1) soat davomida tebratildi. Sinov yakunlangach, hosil bo‘lgan suspenziya teshik diametri 0,25 mm bo‘lgan elakdan o‘tkazildi va elakda qolgan anionit hajmi o‘lchandi.

Anionitning statistik almashinuv sig‘imini aniqlash – GOST 20255.1-89

Anionitning to‘liq almashinuv sig‘imi (TAS) odatda HCl ning 0,1 N eritmasi bo‘yicha aniqlanadi. Anionitni (1 g quruq modda hisobida) xlorid kislotaning 0,1 N li 100 ml eritmasiga solinadi va 24 soat davomida muvozanat holatiga kelguncha ushlab turiladi. So‘ngra olingan filtratning 25 ml qismi 2-3 tomchi metiloranj (yoki aralash indikator) ishtirokida natriy ishqorining (NaOH) 0,1 N eritmasi bilan titrlanadi.

Hisoblash formulasi

Anionitning almashinuv sig‘imi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$SAS = \frac{(V * K_1 - K * V_1 * K_2) 100 * c}{m(100 - W)} \text{ mg - ekv/g};$$

Bu yerda:

V – dastlabki ishchi eritma (HCl) hajmi, ml;

K – umumiy eritma hajmining titrlash uchun olingan namuna (alyukvota) hajmiga nisbati (masalan, 100 / 25 = 4);

V₁ – anionit bilan ta’sirlashgandan so‘ng qolgan kislotani titrlashga sarflangan ishqor (NaOH) hajmi, ml;

m – anionitning og‘irligi (massasi), g;

W – anionitning namlik ulushi, %;

c – eritmalarining normalligi (0,1 N);

K₁ va K₂ – tegishli ravishda kislotani va ishqor eritmalarining tuzatish koeffitsiyentlari (titrlari).

Mexanik mustahkamlik (M, %) elakda qolgan anionit hajmining (V₁) dastlabki anionit hajmiga (ml) (V₀) nisbati orqali quyidagi formula asosida hisoblendi:

$$M = \frac{V_1}{V_0} \times 100\%$$

Natija sifatida ikkita parallel o‘lchovning o‘rta arifmetik qiymati qabul qilindi va ular orasidagi farq 5% dan oshmasligi lozim [8].

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Chiqindi biomassa tarkibidagi sellulyozani PEPA ishtirokida modifikatsiyalab olingan biosorbentning fizik-kimyoviy xossalari aniqlandi. Olingan natijalar sanoat miqyosida keng ishlatiladigan AB-17 anioniti [9] bilan taqqoslangan va quyidagi 1-jadvalda keltirilgan

1-jadval.

Sintez qilingan anionit va AB-17-8 anionitning fizik kimyoviy xossalari

Ko‘rsatkich	AB-17-8	Biosorbent	Tekshirish usuli
Narxi, 1 kg/so‘m	43 000	12 700	Iqtisodiy hisob
Tabiatda parchalanishi	Parchalanmaydi	Parchalanadi	Biologik usul
SAS qiymati, mg-ekv/g	3,75	3,40	GOST 20255.1

Osmotik barqarorlik, %	91	82 – 85	GOST 17338
Granula o‘lchami, mm	0,315 – 1,25	0,4 – 1,5	GOST 10900
Namlik, massa ulushda %	42,4	61,2	GOST 10898.1

1-jadvalda keltirilgan natijalar biosorbent va AB-17-8 anionitning fizik-kimyoviy xossalari o‘xshash, ammo bir qator muhim farqlarga ega ekanligini ko‘rsatadi. Biosorbent narxining pastligi uni iqtisodiy jihatdan afzal qiladi, shuningdek, uning tabiiy parchalanishi ekologik xavfsizligini oshiradi, AB-17-8 esa parchalanmaydigan sintetik material hisoblanadi. Statik almashinish sig‘imi va granula o‘lchami bo‘yicha biosorbent AB-17-8 ga yaqin natijalarni ko‘rsatgan, bu esa uning amaliy qo‘llanish imkoniyatini tasdiqlaydi. Biroq osmotik barqarorlik biosorbentda biroz pastroq (82–85%) bo‘lib, bu uning biopolimer asosli tuzilmasi bilan izohlanadi. Namlik miqdori biosorbentda yuqoriroq (61,2%), bu PEPA bilan modifikatsiya natijasida gidrofil aminoguruhlar hosil bo‘lishi va suvni yutish qobiliyatining ortishi bilan bog‘liq.

XULOSA. Chiqindi biomassa asosida modifikatsiyalab olingan “yashil” anionitning fizik-kimyoviy xossalari o‘rganildi va u sanoat anioniti AB-17-8 bilan taqqoslandi. Natijalar biosorbentning asosiy ekspluatatsion ko‘rsatkichlari amaliy qo‘llash uchun yetarli ekanligini ko‘rsatdi. Biosorbentning past tannarxi va tabiiy parchalanish xususiyati uning ekologik va iqtisodiy jihatdan afzalligini belgilaydi. Shu bilan birga, u ion almashinish sig‘imi va mexanik ko‘rsatkichlari bo‘yicha sanoat namunalariga yaqin natijalar berdi.

Olingan natijalarga tayanib, ushbu biosorbentni turli tabiatli anionlar hamda zaharli toksik metallar sorbsiyasi jarayonlarida samarali qo‘llash bo‘yicha sinov ishlarini amalga oshirish imkoniyati mavjud.

Umuman olganda, chiqindi biomassa asosida olingan ushbu material an’anaviy sintetik ionitlarga istiqbolli ekologik muqobil hisoblanadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. Liu, Y. et al. (2022). Recent advances in natural biomass-based ion exchange materials for wastewater treatment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10, 108456.
2. Wartelle, L.H., & Marshall, W.E. (2006). Quaternized agricultural by-products as anion exchange resins. *Journal of Environmental Management*, 78, 157–162.
3. Бектенов, Н.А., & Ергожин, Е.Е. (2005). Азотсодержащие иониты на основе растительного сырья. *Журнал прикладной химии*, 78, 1010–1015.
4. Sud, D., Mahajan, G., & Kaur, M. (2008). Agricultural waste material as potential adsorbent for sequestering heavy metal ions from aqueous solutions. *Bioresource Technology*, 99, 6017–6027.

5. Ashkenani, H., & Al-Kindi, A. (2020). Evaluation of modified walnut shells for the removal of toxic ions from industrial wastewater. *Water Science and Technology*, 81, 1432–1445.

6. Назирова, Р.А., & Мухамедиев, М.Г. (2021). Получение и исследование свойств анионитов на основе отходов сельского хозяйства. *Химическая промышленность*, 2, 45–50.

7. Sharma, R., & Kumar, P. (2023). Bio-based ion exchangers: synthesis, modification and applications in heavy metal removal. *Separation and Purification Technology*, 316, 123801.

8. ГОСТ 17338–88. (1988). Иониты. Метод определения механической прочности. М.: Издательство стандартов. – 6 с.

9. ГОСТ 10898.1–84. (1984). Иониты. Методы определения влажности. М.: Издательство стандартов. – 4 с.