

Axmedova Umida Ramatbayevna
O'zbekiston Milliy Universiteti kimyo fakulteti PhD doktoranti
email: umida_r@nuu.uz

To'yeva Oydin Botiraliyevna
O'zbekiston Milliy Universiteti kimyo fakulteti PhD doktoranti
email: toyeva_o@nuu.uz

Qutlimurotova Nigora Xakimovna
O'zbekiston Milliy Universiteti kimyo fakulteti
analitik kimyo kafedrası professori
email: nigora.qutlimurotova@mail.ru

Ashirov Mansur Allonazarovich
Xorazm Ma'mun akademiyasi
email: mansur.ashirov.86@mail.ru
Qutlimurodova Zumrat Xakimovna
Urganch Davlat universiteti
email: qutlimurodovazumrad@gmail.com

UDK: 544.723:546.26

**LITIY IONINI AJRATIB OLIISHDA MIKROKRISTALL SELLULOZA
ASOSIDAGI SORBENTLARNING QO'LLANILISHI VA BUFER
ERITMALARNING TA'SIRI**

Annotatsiya: Hozirgi kunda litiyni turli xil sho'r suvlardan ajratib olish dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Ushbu tadqiqot mikrokristall selluloza asosida sintez qilingan sorbentlardan foydalanib, litiy (Li) ionini sho'r suvlardan ajratishga qaratilgan. Sorbentlar mikrokristall selluloza, fosfat kislota va tetraetoksisilan, polistirol, atseton asosida tayyorlandi. Olingan sorbent namunalari 0,05 N konsentratsiyadagi Li eritmalarida ma'lum vaqt davomida qoldirildi. Sorbsiyaga muhit pH qiymatining ta'sirini aniqlash maqsadida turli pH ko'rsatkichiga ega bo'lgan bufer eritmalaridan foydalanildi. Sorbsiyalash

samaradorligi alangali fotometr (BWB xp flame photometer) asbobi yordamida o'rganilib, natijalar ilmiy tahlil qilindi.

Kalit so'zlar: mikrokristall selluloza, universal bufer eritmalar, fosfat kislota, tetraetoksisilan.

Ахмедова Умида Раматбаевна

Аспирант химического факультета

Национального университета Узбекистана

Тоева Айдын Ботиралиевна

Аспирант химического факультета

Национального университета Узбекистана

Кутлимуротова Нигора Хакимовна

Химический факультет Национального университета
Узбекистана профессор кафедры аналитической химии

Аширов Мансур Аллоназарович

Хорезмская Академия Мамуна

Кутлимуродова Зумрат Хакимовна

Ургенчский государственный университет

ПРИМЕНЕНИЕ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И ВЛИЯНИЕ БУФЕРНЫХ РАСТВОРОВ ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ ИОНОВ ЛИТИЯ

Аннотация: В настоящее время извлечение лития из различных рассолов является одной из актуальных задач. Настоящее исследование направлено на разделение ионов лития (Li) из рассолов с использованием сорбентов, синтезированных на основе микрокристаллической целлюлозы. Сорбенты были приготовлены из микрокристаллической целлюлозы, фосфорной кислоты, тетраэтоксисилана, полистирола и ацетона. Полученные образцы сорбентов выдерживали в 0,05 N растворах лития в течение определённого времени. Для определения влияния pH среды на сорбцию

использовались буферные растворы с различными значениями pH. Эффективность сорбции изучалась с помощью пламенного фотометра (BWB XP Flame Photometer), а полученные результаты были подвергнуты научному анализу.

Ключевые слова: микрокристаллическая целлюлоза, универсальные буферные растворы, фосфорная кислота, тетраэтоксисилан.

Akhmedova Umida Ramatbaevna

Aspirant of the Faculty of Chemistry

National University of Uzbekistan

Toe va Aydyn Botiraliyevna

Aspirant of the Faculty of Chemistry

National University of Uzbekistan

Kutlimurotova Nigora Khakimovna

Chemical faculty of the National University

Professor of Analytical Chemistry in Uzbekistan

Ashirov Mansur Allonazarovich

Khorezmskaya Academy Mamuna

Kutlimurodova Zumrat Khakimovna

Urgenchsky Gosudarstvennyy University

APPLICATION OF MICROCRYSTALLINE CELLULOSE-BASED SORBENTS AND THE EFFECT OF BUFFER SOLUTIONS IN LITHIUM ION SEPARATION

Abstract: At present, the extraction of lithium from various brine solutions is one of the urgent problems. This study is aimed at the separation of lithium (Li) ions from brine solutions using sorbents synthesized based on microcrystalline cellulose. The sorbents were prepared from microcrystalline cellulose, phosphoric acid, tetraethoxysilane, polystyrene, and acetone. The obtained sorbent samples were kept in 0.05 N lithium solutions for a certain period of time. To determine the

effect of pH on sorption, buffer solutions with different pH values were used. The sorption efficiency was studied using a flame photometer (BWB XP Flame Photometer), and the results were analyzed scientifically.

Keywords: microcrystalline cellulose, universal buffer solutions, phosphoric acid, tetraethoxysilane.

Kirish

Hozirgi kunda litiyning global talabining ortishi uni shoʻr suvlardan samarali ajratib olish texnologiyalarini takomillashtirishni taqozo etmoqda. Shoʻr suv resurslarini qayta ishlashda bioasosli Fe(III)-tannat sorbenti yuqori selektivlik va ikki tomonlama sorbsiya mexanizmi tufayli Mg/Li hamda Ca/Li nisbatlarini sezilarli kamaytirib, litiyga boy eritmalar olish imkonini bergani aniqlangan [1]. Shu bilan birga, HTO/MXene@PVC gibrid membranasi sintez qilinib, Li⁺ ionlarini ajratishda yuqori adsorbsion qobiliyat va selektivlik namoyon etgani, qayta qoʻllash jarayonida ham samaradorligini saqlab qolishi uning amaliy ahamiyatini oshirishi isbotlangan [2]. Mn va Al asosidagi qatlamli gidroksid adsorbentlari esa SLR eritmasidan litiyni samarali ajratib olishga qodir boʻlib, Mn asosidagi adsorbent yuqori selektivlik, Al asosidagisi esa barqarorlik koʻrsatgani, qayta foydalanishda samaradorligini saqlashi ularni istiqbolli materiallarga aylantirgan [3]. Shu bilan birga, litiy-ion akkumulyatorlarni gidrometallurgik qayta ishlash resurs tanqisligi va ekologik muammolarni bartaraf etishda muhim yoʻnalish boʻlib, bu jarayon orqali litiy, kobalt, nikel va marganes kabi qimmatbaho metallar samarali ajratib olinishi mumkinligi koʻrsatilgan [4]. Agar asosida tayyorlangan granulali titanli litiy sitasi yuqori samaradorlik, tez kinetika va selektivlikni namoyish qilib, geotermal suvlardan litiyni ajratishda istiqbolli adsorbent sifatida eʼtirof etilgan hamda ekologik xavfsizligi uni boshqa adsorbentlarni yaratishda qoʻllash imkonini bergan [5]. Shuningdek, gidrotermal usulda sintez qilingan Li₄Ti₅O₁₂ nanolistli gʻovak mikrosferalar katta solishtirma yuzaga ega boʻlib, tez va samarali litiy adsorbsiyasini taʼminlagan, jarayon kimyoviy va monoqavatli boʻlib, 20 sikldan keyin ham 93 % samaradorlikni

saqlagani ularni rassoldan litiy ajratib olishda istiqbolli material sifatida ko'rsatgan [6]. Litiyni ajratishda metall ionlari raqobati sababli samarali va ekologik xavfsiz sorbentlarga ehtiyoj ortib, shu bois tabiiy manbalardan olinadigan arzon, barqaror va biologik mos mikrokristall selluloza (MKS) toksik bo'lmagan, inert va mexanik mustahkam material sifatida katta ilmiy-amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi. So'nggi yillarda MKS ni turli funksional guruhlarini tutgan moddalar bilan modifikatsiyalash orqali Zn(II) [7], xlorofenol [8], karboksillangan mikrokristalin tsellyuloza asosidagi enterosorbentlarni [9], organik bo'yoqlar [10] va ftorid-ionlar [11] ni samarali sorbsiyalashga qodir tabiiy sorbentlar yaratilgani ma'lum. Yuqoridagi adabiyotlar sharhi shuni ko'rsatadiki, MKS asosida yangi funksional sorbentlar sintezi litiyni samarali ajratib olish texnologiyalarini rivojlantirishda istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Shu sababli ushbu tadqiqotimizda tabiiy mahsulotlar asosida olingan MKS ni modifikatsiyalab, Li⁺ ionlarini samarali sorbsiyalovchi yangi sorbent yaratish maqsad qilib olindi.

Tadqiqot metodologiyasi:

Litiyning konsentratsiyasini aniqlashda alangali fotometr (BWB XP flame photometr) dan foydalanildi. Buning uchun barcha na'munalardan 1 ml olib 50 ml o'lchov kolbasiga suyultirildi va undan namuna olinib, BWB xp flame photometer yordamida litiyning miqdori aniqlandi.

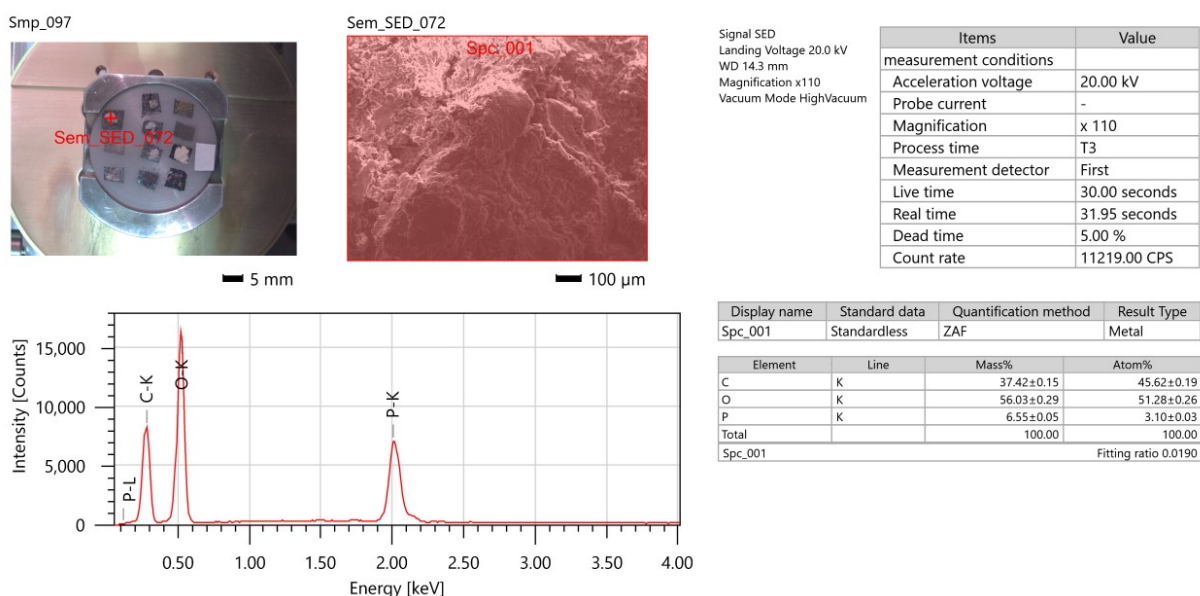
MKS asosida sorbent tayyorlash: 1,0 gr MKS (99,99%), 2 ml 95% li (k.t.) fosfat kislota eritmasidan 1,0 ml, 4 ml tetraetoksisilan (99,99%) (TEOS) hamda polistirolni atsetonda eritilgan eritmasidan 5,0 ml qo'shib aralashtirildi. Distillangan suv bilan yuvib, filtrlandi hamda quritildi. Tayyorlangan sorbentlardan 0,2 gr dan olinib, 1000 ppm LiOH eritmasiga solindi va sorbsiyadan keying konsentratsiyasi, alangali fotometrda aniqlandi.

Sorbentdagi funksional guruhlar sonini aniqlashda va bufer eritmalarining pH darajasini o'lchashda potensiometr (pH metr Metler Toledo) asbobidan foydalanildi.

Olingan natijalar va ularning tahlili

Sorbentning funksional guruhlar sonini aniqlash. 0,2 g MKS tortib olindi va ustiga 20,00 ml 0,0883 n natriy gidroksid quyib, 6 soatga qoldirildi. Eritmadan 10,00 ml alikvot qism olindi va 10,00 ml distillangan suv qo'shildi. Eritmaga shisha elektrodni tushirib, standart 0,100 n xlorid kislotaga eritmasi bilan titrlandi. Keyin differensial potentsiometrik usul yordamida ekvivalent nuqta topildi va MKS guruhlarining funktsionalligi aniqlandi. MKS 12 % H_2PO_4^- mavjud ekanligi aniqlandi.

Sorbentning tuzilishini aniqlash. Sorbentning tuzilishini tasdiqlash uchun IQ va SEM tahlillari amalga oshirildi va olingan, natijalar 1-rasmlarda keltrildi.



1-rasm. Mikrokrystall sellulozali sorbentning SEM analiz natijalari.

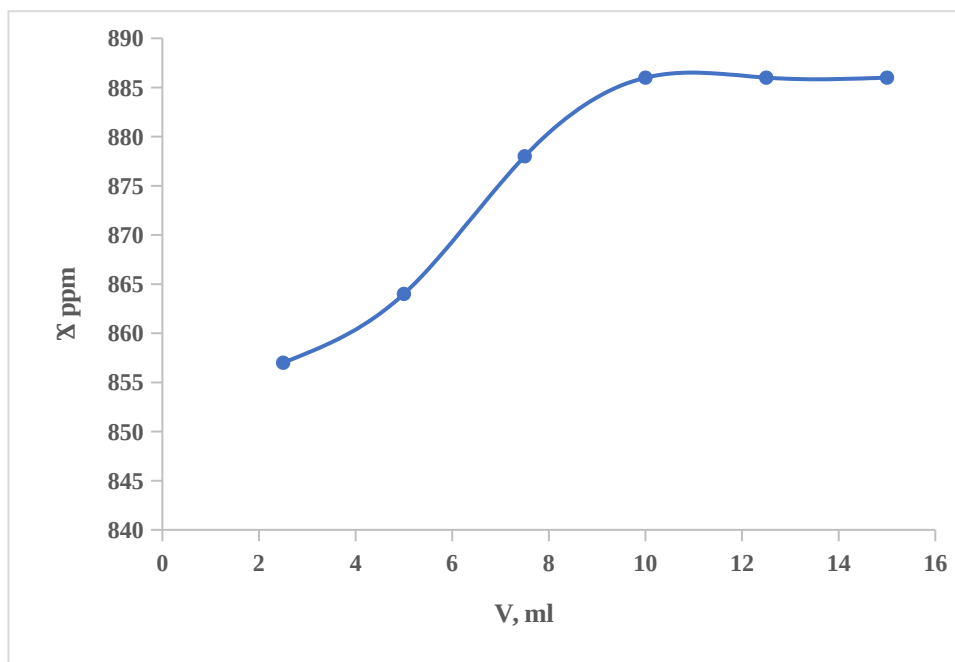
1-rasm. Skanerlovchi element analiz (SEM)ning analizi natijalaridan, sorbent tarkibida C, O, P elementlarning mavjudligini ko'rishimiz mumkin. MKS govaklar 100 mikrongacha ekanligi, litiy ionlarini sorbsiya qilish imkonini beradi. Undagi fosfat kislotadagi gidroksil guruhlar Li ioni bilan almashinadi va govaklarda saqlanadi.

Litiy ionining sorbsiyasini o'rganish. 0,2 gramm sorbent olindi va unga 1000 ppmli LiOH eritmasidan 5,0; 10,00; 15,00; 20,00; 25,00 ml solindi va 4 soatga qoldirildi. Sorbsiyadan keyin eritma filtrlab olinib, litiy ionining konsentratsiyasi,

alangali fotometrda aniqlandi. Sorbsiya boʻlgan litiy ioni konsentratsiyasidan uning statik almashinuv sigʻimi aniqlandi. (2- rasm).

$$\Gamma = \frac{x}{m} = \frac{(C_0 - C) * V}{m}; \quad (2)$$

bu yerda; C_0 va C - mos ravishda adsorbsiyadan oldingi va keyingi Li^+ ning konsentratsiyasi; V -adsorbsiya uchun ishlatiladigan suvli eritmaning hajmi; m -sorbentning massasi.



2-rasm. Litiy gidroksid konsentratsiyasining sorbsiyaga bogʻliqligi.

Rasmdan koʻrinib turibdiki, 1000 ppm li litiy gidroksid eritmasida litiy ionlari MKS molekulasiga yuqori darajada sorbsiyalanib, uning statik almashinish sigʻimi SOE 4,425 mg/g tengligi koʻrsatilgan.

Litiy ionining sorbsiyasiga fon elektrolit tasirini oʻrganish. Adabiyotlardan maʼlumki, litiy ionining sorbsiyasi muhit kuchli taʼsir koʻrsatadi, ishqoriy muhit boʻlgandi litiy ionining sorbsiyasi yuqoriligi aniqlangan. Shuning uchun biz ham litiy ionining sorbsiyasiga bufer eritmalar taʼsirini oʻrgandik. 0,2 gramm sorbent olin ungan 1000 ppmli litiy gidroksid eritmasidan 10,00 va universal bufer eritmalaridan ($\text{pH} = 9,21$ va $\text{pH} = 7,01$) 10,0 ml solindi va 10,0 ml bidistillangan suv solindi va 6 soatga qoʻyildi, undan keyin eritma filtrlanib, litiy ionining miqdori alangali fotometrda aniqlandi. Natijalar hisob kitob qilindi va jadvalda keltirildi.

**MKS ga 1000 ppm litiy gidroksidning sorbsiyasiga buffer eritma pHning
ta'siri**

MKS + fosfat kislota+tetraetoksi +polistirol+atseton silan	sorbsiyadan keyingi	sorbsiyadan keyingi
	LiOH konsentratsiyasi (ppm) pH=7.01	LiOH konsentratsiyasi (ppm) pH=9.21
	135	115
	137	114

Jadvaldagi natijalarga asoslanib, mikrokristall sellulozadan tayyorlangan sorbentga 1000 ppm LiOH eritmasidan solinganda va ularga bufer eritmalar ta'sir ettirilganda kislotali muhitda, sorbsiya kuzatilmadi, chunki ajralib chiqqan proton litiy ionining sorbsiyasini kamaytiradi, ishqoriy muhitda pH=9.21 bo'lganda ajralgan protonni neytrallashi hisobiga static almashinish sig'imi yuqori qiymatni berdi.

Xulosa.

Mikrokristall selluloza asosida tayyorlangan modifikatsiyalangan sorbent yuqori g'ovaklikka va funksional guruhlariga ega bo'lib, Li⁺ ionlarini samarali sorbsiyalash xususiyatini namoyon etdi. Sorbentning statik almashinuv sig'imi 4,425 mg/g ni tashkil qildi va bu uni litiy ajratib olish jarayonida qo'llash imkoniyatini ko'rsatadi. Muhitning pH darajasi sorbsiyaga sezilarli ta'sir ko'rsatib, ishqoriy sharoitda samaradorlik yuqori, kislotali muhitda esa sorbsiya kuzatilmadi. MKS asosidagi sorbentlar arzon, toksik bo'lmagan, barqaror va biologik mos material sifatida litiy sorbentlari orasida istiqbolli alternativ hisoblanadi.

Adabiyotlar

1. Adrah, K., Dawood, S., & Rathnayake, H. (2024). Mechanistic understanding of sieving lithium ions using a biobased sorbent technology for sustainable lithium reclamation and cleansing brines. ACS Omega. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c09716>

2. Chen, Z., Du, J., & Shi, J. (2024). Mxene-based lithium-ion sieve polymer membrane for sustainable lithium adsorption. *Separation and Purification Technology*, 354, 129316. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2024.129316>
3. Li, X., Li, X., Chen, G., Li, H., Duan, Y., Sun, Y., Tiraferri, A., & Liu, B. (2025). Efficient recovery of lithium from spent lithium-ion battery raffinate by Mn and Al-based adsorbents: pretreatment, adsorption mechanism, and performance comparison. *Separation and Purification Technology*, 354, 128652. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2024.128652>
4. Shuai, J., Liu, W., Rohani, S., Wang, Z., He, M., Ding, C., & Lv, X. (2024). Efficient extraction and separation of valuable elements from spent lithium-ion batteries by leaching and solvent extraction: A review. *Chemical Engineering Journal*, 158114. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.158114>
5. Chen, S., Chen, Z., Wei, Z., Hu, J., Guo, Y., & Deng, T. (2021). Titanium-based ion sieve with enhanced post-separation ability for high performance lithium recovery from geothermal water. *Chemical Engineering Journal*, 410, 128320. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.128320>
6. Li, X., Chen, L., Chao, Y., Zhu, L., Luo, G., Sun, J., Jiang, L., Zhu, W., Liu, Z., & Xu, C. (2022). Highly selective separation of lithium with hierarchical porous lithium-ion sieve microsphere derived from MXene. *Desalination*, 537, 115847. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2022.115847>
7. Wang, A., Li, S., Chen, H., Hu, Y., & Peng, X. (2019b). Synthesis and characterization of a novel microcrystalline cellulose-based polymeric bio-sorbent and its adsorption performance for Zn(II). *Cellulose*, 26(11), 6849–6859. <https://doi.org/10.1007/s10570-019-02563-1>
8. Ghaemi, F. and Amiri, A. (2020) 'Microcrystalline cellulose/metal-organic framework hybrid as a sorbent for dispersive micro-solid phase extraction of chlorophenols in water samples,' *Journal of Chromatography A*, 1626, p. 461386. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2020.461386>.

9. Gert, E.V. et al. (2005b) 'Preparation and properties of enterosorbents based on carboxylated microcrystalline cellulose,' *Cellulose*, 12(5), pp. 517–526. <https://doi.org/10.1007/s10570-005-7134-4>.
10. Said, H. A., Bourhim, I. A., Ouarga, A., Iraola-Arregui, I., Lahcini, M., Barroug, A., Noukrati, H., & Youcef, H. B. (2022). Sustainable phosphorylated microcrystalline cellulose toward enhanced removal performance of methylene blue. *International Journal of Biological Macromolecules*, 225, 1107–1118. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.11.172>
11. Долганов, А. В., Баландина, А. В., Чугунов, Д. Б., Тимонина, А. С., & Князев, А. В. (2020). Сорбция фторид-ионов композитами на основе целлюлозы и оксида алюминия. *Журнал Неорганической Химии*, 65(11), 1558–1564. <https://doi.org/10.31857/s0044457x20110033>