



UDK: 543.543.4.661.848

Shaxlo NORBOYEVA,

O'zbekiston Milliy universiteti Kimyo fakulteti magistranti

E-mail: email: shaxlonematovna@1994gmail.com

Moxinur TURAYEVA,

Toshkent davlat texnika universiteti tayanch doktoranti

Ra'no NORBOYEVA,

Qarshi muhandislik - iqtisodiyoti instituti assistenti

O'tkir MADATOV,

O'zbekiston Milliy universiteti dotsent v.b., PhD

Samariddin RAXIMOV,

O'zbekiston Milliy universiteti dotsenti, PhD

Zulayxo SMANOVA,

O'zbekiston Milliy universiteti analitik kimyo kafedrasini mudiri, k.f.d. professor

E-mail: zulayho1670@gmail.com

SamDU Biokimyo instituti dotsenti, k.f.n. S.Tillayev taqrizi asosida

SORPTION-SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF CADMIUM (II) ION USING DISODIUM SALT OF CADION IREA Annotation

In this work, the analytical properties of immobilized cation *ERIA* in the silk fibroin matrix were studied using spectroscopic and spectrometric methods for the determination of *Cd (II) ion* by sorption-spectrophotometric methods. Optimal conditions for complex formation and immobilization processes were selected. Based on cation *ERIA* immobilized on silk fibroin matrix, a lower detection limit with high accuracy parameters, low detection limit, reproducible results, simple and fast method was developed for the determination of *Cd (II) ion*.

Key words: Cadion *ERIA*, cadmium (II) ion, silk fibroin, absorption spectroscopy, immobilization, buffer solution, molar absorption coefficient.

СОРБЦИОННО-СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНА КАДМИЯ (II) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИНАТРИЕВОЙ СОЛИ КАДМИЯ ИРЕА

Аннотация

В данной работе аналитические свойства иммобилизованного катиона *ЭРИА* в матрице фиброина шелка изучены с использованием спектроскопических и спектрометрических методов определения иона *Cd (II)* сорбционно-спектрофотометрическими методами. Подобрены оптимальные условия для процессов комплексообразования и иммобилизации. На основе катиона *ЭРИА*, иммобилизованного на матрице фиброина шелка, разработан нижний предел обнаружения с высокими показателями точности, низкий предел обнаружения, воспроизводимые результаты, простой и быстрый метод определения иона *Cd (II)*.

Ключевые слова: Кадмон *ЭРИА*, ион кадмия (II), фиброин шелка, абсорбционная спектроскопия, иммобилизация, буферный раствор, молярный коэффициент поглощения.

KADMIY (II) IONINI KADION IREA YORDAMIDA SORBSION-SPEKTROFOTOMETRIK ANIQLASH

Annotatsiya

Ushbu ishda *Cd (II)* ionini sorbsion-spektrofotometrik usullar bilan aniqlashda immobillangan kation *ERIA* ning ipak fibroin matritsasidagi analitik xususiyatlari spektroskopik va spektrometrik usullar yordamida o'rganildi. Kompleks hosil bo'lishi va immobillanish jarayonlari uchun optimal sharoit tanlangan. *Cd (II)* ionini aniqlash uchun ipak fibroin matritsasiga immobillangan kation *ERIA* asosida yuqori aniqlikdagi parametrlari bo'lgan quyi aniqlash chegarasi kichik, natijalar qayta takrorlanuvchan, sodda va tezkor usul ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: Kadion *ERIA*, kadmiy (II) ion, ipak fibroin, sorbsion-spektroskopiya, immobillash, bufer eritma, molyar yutilish koeffitsientini.

Kirish. Sanoat va texnologiyaning rivojlanishi bilan birga ulardan chiqayotgan chiqindilar miqdori ham kundan-kunga oshib bormoqda. Chiqindilar tarkibidagi og'ir va zaharli metallarning atrof muhit obyektlari tarkibida ruxsat etilgan miqdoridan oshishi, har xil salbiy oqibatlariga olib kelmoqda shu o'rinda kadmiyning miqdorini nazorat qilish muhim ahamiyat kasb etadi. Kadmiy birikmalari yer usti suvlariga miskoledan rudalarini eritib ajratib olish natijasida ekzogen va mineral jinslar, tuproq, o'simlik va organizmlarning chirishi natijasida kelib tushadi. Amaldagi mavjud usullar yuqori samarali emasligi, ko'p mehnat talab qiladigan va qimmat hisoblanadi. Ushbu tadqiqot yangi, ekologik toza, yuqori samarali, tanlab ta'sir etuvchan, tejamkor va tezkor analitik usulni taqdim etadi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Kadmiy juda zaharli metallidir. U atom energetikasi, elektronika va radiotexnika, akkumulyatorlar, qotishmalar, bo'yoqlar, o'g'itlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Kadmiy sulfat qon ivishini aniqlash uchun ishlatiladi. Gonodotrop, mutagen, kanserogen va empiriotrik xususiyatlari tufayli gomeopatik dori vositalarini ishlab chiqarish uchun ham ishlatiladi. Aholida kadmiy bilan surunkali zaharlanish holatlari qayd etilgan [1]. Kadmiy birikmalari zaharli tasirga ega bo'lganligi uchun ham tibbiyotda keyingi vaqtlarda keng qo'llanilmaydi. Lekin shunga qaramasdan kadmiy va uning hosilalari xalq xo'jaligining boshqa tarmoqlarida ishlatiladi [2]. Haddan tashqari ko'p miqdordagi kadmiy jigar, taloq, miya faoliyatiga toksik ta'sir ko'rsatadi, turli yallig'lanish jarayonlarini kuchaytiradi va kalsiy yetishmovchiligiga olib keladi [3]. Organizm kadmiy bilan zaharlanganda qonli ich ketishi, jigar va yurakda yod moddalarning to'planishi, ayniqsa buyrakning yallig'lanishi kabi o'zgarishlar sodir bo'ladi [4]. Toksikologik kimyoda kadmiy tahlil qilingan uning birikmalari organizmga keng tarqalgan mikroelement ekanligini nazarda tutish lozim. T.M.Moisevning yozishicha 100 g odam buyragida 0,026-2,09 mg gacha kadmiy elementi bo'lishi mumkin, bu tabiiy miqdordir. Shuning uchun sud kimyosida kadmiy tahlil qilinayotganda albatta miqdorini aniqlash kerak. 400 mg/m³ CdO changi 20-30 min davomida 2 soat 20 minutgacha nafas olish yengil zaharlanish bilan yuzaga chiqib bir haftadan so'ng o'lim bilan yakunlanadi. Zaharlanishning dastlabki belgisi bu emfizimatoz, Bronx kasalligi belgisining kuzatilishidir [5]. Kadmiy aniqlash ushbu metall ionining toksikligini aniqlashni talab qiladi, chunki u turli xil ekologik, biologik va oziq-ovqat namunalarda tez-tez uchragan. Atom-spektrofotometrik detektorlarida ham oziq-ovqat tarkibidagi kadmiyning past konsentratsiyalarini aniqlash qiyin. Oldindan konsentrlangan kadmiy ajratish jarayonlari ishlab chiqilgan bo'lib, ulardan eng keng tarqalgani sorbentni ajratish va konsentratsiyalash usuli hisoblanadi [6]. 1990 yildan buyon kadmiy tezkor aniqlash uchun sorbsiya qog'ozlari haqida umumiy ma'lumot berilgan. Olingan natijalar boshqa usullar yordamida tekshirilgan va natijalar solishtirilgan [7]. Kadmiy ionlarini aniqlashning fotometrik va elektrokimyoviy usullari ma'lum bo'lib, ularning kamchiligi sezuvchanlik

va selektivlikning pastligidir. Shu munosabat bilan, turli obyektlardagi kadmiy miqdorini tahliliy monitoring qilish dolzarbdir, chunki kadmiy eng zaharli va xavfli bo'lgan atrof-muhitni ifloslantiruvchi moddalardan biridir [8].

Bunday og'ir va zaharli metall ionlarini aniqlashda spektrofotometrik tahlil usullaridan juda keng foydalanilgan. Kadmiyning aniqlashda turli fotometrik reaksiyalarni amalga oshirishda 2-karboksi-2'-gidroksi-5'-sulfoformazil-benzol (Sinkon) va 4- (2-Piridylazo) rezorsin (PAR) [9], 2-xlorbenzaldegid tiokarbogidrazon [10], 2-(2-xinolinazo)-4-metil-1,3-dihidroksidobenzoldan [11] analitik reagentlar sifatida foydalanilgan holda selektiv usullar ishlab chiqilgan.

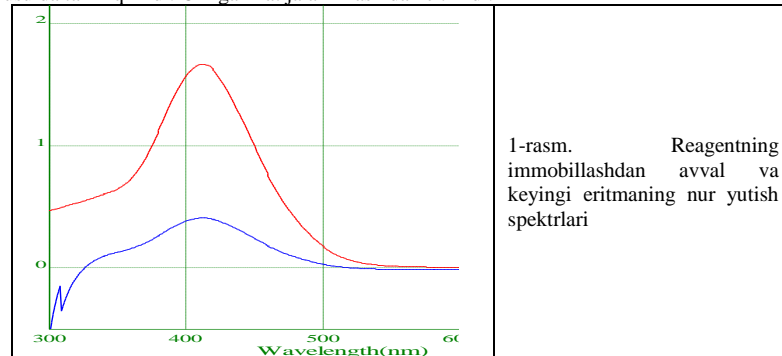
Tadqiqot metodologiyasi. Kadmiyning aniqlash usuli: Kadmiyning standart eritmasi. $1 \cdot 10^{-2}$ M kadmiyning standart eritmasini tayyorlash uchun, $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (a.u.t.) (DST 4459-75) markali tuzidan (0,025 g) analitik tarozida tortib olinib, 1 l o'lchov kolbasiga o'tkazilib, bidistillangan suv bilan kolba belgisigacha yetkazildi, 0,01 M li kadmiy (II) ni eritmasi tayyorlandi.

Reaktivlar: Bu ishda kation ERIA yordamida kadmiy (II) ionini sorbsion-spektrofotometrik usulda aniqlangan. Analitik reagentlarning standart eritmasi. 4-n-sulfofinilazo-2sulfo-4-nitrodiazaminobenzol kislotaning ikki natriyli tuzi (kation ERIA) $\text{C}_{18}\text{H}_{12}\text{O}_8\text{N}_6\text{S}_2\text{Na}_2$, MM 550,46 sariq kristall, suvda eruvchan, Geetapharma (Rassiya) PII OOO "GEETA PHARMA" AG kompaniyasidan sotib olingan (RU 1307-55). Kation ERIA eritmasini tayyorlash uchun 0,025 g reagent tortib olinib 100 ml kolbaga solindi va belgisigacha bidistillangan suv qo'shildi. Ushbu eritma analitik reagent sifatida ishlatilgan.

Ishlatilgan usullar va jihozlar: Eritmaning pH darajasi Bante 210 benchtop pH/mV meter ionometri yordamida o'lchandi. Eritmalarning tashuvchiga sorbsiyadan oldin va keyin optik zichligi "EMC-30PC-UV spectrophotometer" spektrofotometrida o'lchandi. Ushbu qurilmalar kompleksning optimal sharoitini tanlash, eritma muhitini, ta'sir qilish vaqtini, optik zichlikni va yorug'lik yutilish to'liq uzunligini aniqlash uchun nur qaytarish spektri "X-Rite" eye-one-pro mini-spektrofotometer" spektrofotometri ishlatilgan.

Immobillash metodikasi: tashuvchi sorbent sifatida ipak fibroin tolasi tanlab olindi va undan 50 ml lik o'lchov stakanga 0,2000 g solindi va 10 ml 0,025 % li kation ERIA reagent eritmasidan solib 20 daqiqa saqlandi. Ushbu amaliyotdan keyin sorbent distillangan suv bilan yuvildi va sorbentga xemosorbilangan reagent miqdori o'lchandi.

Tahlil va natijalar. Bir nechta tolasimon polimer sorbentlar sinab ko'rildi va ipak fibroin tanlab olindi hamda uning statik, dinamik almashinish sig'imlari o'lchandi (SAS mg-ekv/g). Undan keyingi ishlarda qattiq tolasimon tashuvchilar sifatida foydalanildi. Immobillash maqsadida 0,200 g tashuvchini 0,025 % li 20 ml kation ERIA eritmasiga tushurildi, so'ngra immobillashdan avval va keyingi eritma molekulyar obsorbion-spektroskopik usulda tahlil qilindi. Olingan natijalar 1-rasmda keltirildi.



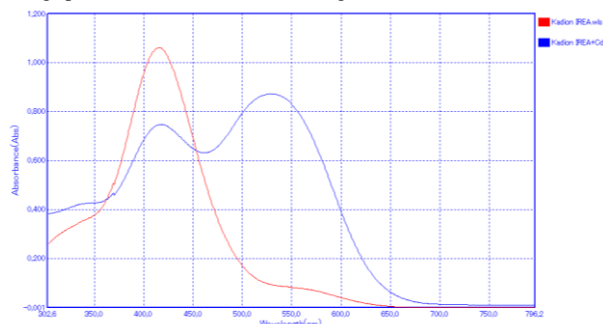
1-rasm. Reagentning immobillashdan avval va keyingi eritmaning nur yutish spektrlari

Rasmdan ko'rishimiz mumkin, optik zichliklari orasidagi farq katta va bu to'liq uzunligi kation ERIA uchun 410 nm da kuzatildi. Demak kation ERIA reagenti ipak fibroin bilan immobillangan degan xulosani beradi. Keyingi ishlarda ipak fibroin tolasidan tashuvchi sorbent sifatida foydalanildi.

Aniqlash usuli. 25 ml li o'lchov kolbalariga 0,025% li 2,0 ml kation ERIA eritmasi, 5,0 ml (pH=9,4) bo'lgan Na-tetraboratli bufer eritma, 60 mkg/ml li Cd (II) eritmasidan 1 ml, kolbaning belgisigacha distillangan suv bilan suyultirilib aralastirildi. Hosil bo'lgan kompleks birikmaning yutilish spektri taqqoslash eritmaga nisbatan qatlam qalinligi $l=1,0$ sm standart bo'lgan kvarts kyuvetada spektrofotometr "UV-1800" da o'lchandi. Ushbu keltirilgan yutilish spektrlari bo'yicha kation ERIA reagenti kadmiy (II) bilan kompleksining maksimal optik zichlik qiymati nur yutish sohasining $\lambda_{\text{komp}}=530$ nm da joylashgan, kation ERIA ning maksimal optik zichligi nur yutish sohasining pastroq to'liq uzunligida ya'ni $\lambda_{\text{R}}=410$ nm da kuzatildi ($\Delta\lambda=120$ nm). Hosil bo'lgan kompleks birikmaning yuqori optik zichligi qiymatidan foydalanib ϵ_k molyar so'ndirish koeffitsientini (ϵ) quyidagi formula orqali aniqlandi:

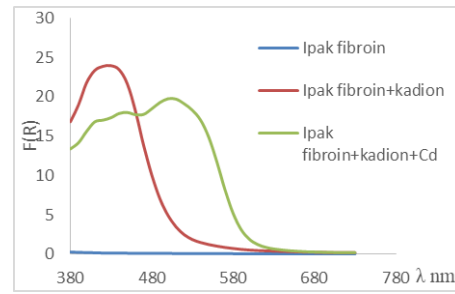
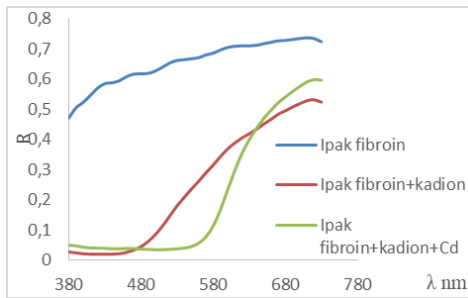
$$\epsilon_k = A/C \cdot l = 2,2 \cdot 10^4$$

Kompleks birikma va reagentning spektral tavsifi 2- rasmda keltirilgan.



2-rasm. Kation ERIA va kadmiy (II) ionini bilan kompleksining (MeR) spektrlari.

Qattiq fazada kompleks hosil qilishini o'rganish maqsadida immobillangan kation ERIA reagenti kadmiy (II) ionini eritmasiga tushirildi va hosil bo'lgan kompleks birikma nur qaytarish spektrofotometrik usulida analiz qilindi.



3-rasm. Ipak fibroin tolasi, immobilangan kadion ERIA va kadmiy (II) ionini hosil qilgan kompleksining nur qaytarish spektrlari

Nur qaytarish spektrafotometrik tahlil natijalarida immobilangan kadion ERIA reagenti 410 nm hosil bo'lgan kompleks esa 530 nm da nur qaytarish spektrlarini hosil qilishini ko'rishimiz mumkin. Olingan tahlil natijalaridan xulosa qilamizki nur yutish va nur qaytarish spektrlarining to'liq bir-biriga mos tushishi olingan natijalarni ishonchligini taminlaydi.

1-jadval

Kadmiy (II) ionini kadion ERIA bilan hosil qilgan kompleksining spektral tasnifi ($l = 1,0 \text{ sm}$, $C_{Cd^{2+}} = 60 \text{ mkg}$)

Kompleks rangi	pH	λ , HR nm	λ , MeR	$\Delta\lambda$	ϵ_k	Sendel bo'yicha sezgirlik, mkg/sm ²
Qizil	9,4	410	530	120	$2,2 \cdot 10^4$	0,00282

Ishlab chiqilgan usulning Sendel bo'yicha sezgirlik ko'rsatkichi mkg/sm² 0,001 birlikda nur yutilishi quyidagi formula yordamida hisoblandi:

$$S. b. s. = \frac{60 \cdot 1,0 \cdot 0,001}{0,85 \cdot 25} = 0,00282 \text{ mkg/sm}^2$$

Sendel bo'yicha sezgirligi 0,00282 mkg/sm² ga tengligi aniqlandi.

Yuqorida keltirilgan tahlil natijalardan ko'rinib turibdiki, reaksiya katta kontrastlikka ($\lambda = 140 \text{ nm}$) va yaxshi sezgirlikka ($S. b. s. = 0,00282 \text{ mkg/sm}^2$) ega ekan.

Xulosa va takliflar. Ushbu tadqiqot ishida Cd (II) ionini aniqlashda ipak fibroin matritsasiga immobilangan kadion ERIA analitik xossalari turli spektroskopik usullar bilan o'rganildi va o'zaro taqqoslandi. Cd (II) ionini aniqlash uchun ipak fibroin matritsasiga immobilangan kadion ERIA reagenti bilan kompleks hosil qilishining optimal sharoitlari topildi, shuningdek analitik signallar reagent hamda kompleksniki mos ravishda 410 va 530 nm da berdi.

Ipak fibroin matritsasiga immobilangan kadion ERIA eritmasiga qaraganda Cd (II) ionini aniqlashda intensivroq ekanligi tasdiqlandi. Ishlab chiqilgan usul va tavsiya etilgan analitik reagent Cd (II) ionini real obektlarda yo'ldosh ionlarni ajratmasdan aniqlash uchun yuqori tanlab tasir etuvchan, tezkor va sezgir ekanligi aniqlandi.

ADABIYOTLAR

1. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии // М.; Высшая школа. 2002. -С. 158-183.
2. Сманова З.А. Имобилизация, как способ улучшения аналитических характеристик органических реагентов // Узбек. химич. журн. Ташкент, 2009. № 4. С. 72-76.
3. Бобомуродова М.С., Сманова З.А. Разработка сорбционно-фотометрического определения ионов кадмия (II) с иммобилизованным арсеназо III // Universum. 2021. 12 (90).
4. Женихов Н.А., Дианова Д.Г. Металлы в окружающей среде и их влияние на здоровье человека // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2017. № 1(4). -С. 72-74.
5. Леванчук А.В. Загрязнение объектов окружающей среды продуктами эксплуатационного износа автомобильно-дорожного комплекса // Гигиена и санитария. 2014. № 6. -С. 17-20
6. Доронин С.Ю., Данчук А.И., Грунова Ю.В., Габидулина М.К. Концентрирование и тест-определение ионов тяжелых металлов с применением модифицированного нановолокна на основе полиакрилонитрила // Журн. аналит. химии. 2020. Т. 75. № 7. -С. 597-6057.
7. Арастамян Ж.М. Мкртчян С.В. Сравнительная характеристика трифенилметановых красителей как реагентов для экстракционно-адсорбциометрического определения кадмия // Хим журн. Арминии. 2011. 64, №4, с.502-510.
8. Лундовская О.В., Цыганкова А.Р., Петрова Н.И., Сапрыкин А.И. Анализ кадмия и его оксида методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой // Журнал аналитической химии. 2018. том 73. № 9. -С. 680-687
9. Ribas T.C., Toth I.V., & Rangel A.O. Downscaling conventional methods for the spectrophotometric study of metal ions complexation. Talanta Open, 2021. V. 4. 100074. <https://doi.org/10.1016/j.talo.2021.100074>
10. Sadlapurkar A.V., Barache U.B., Shaikh A.B., Gaikwad S.H., Gurame V.M., Tayade R.A., & Lokhande T.N. Application of 2-chlorobenzaldehyde thio-carbohydrazone as a chromogenic ligand for cadmium(II) detection and removal from water and food. Journal of Trace Elements and Minerals, 2024. V. 7. 100104. <https://doi.org/10.1016/j.jtemin.2023.100104>
11. Yang G., Fen W., Lei C., Xiao W., & Sun H. Study on solid phase extraction and graphite furnace atomic absorption spectrometry for the determination of nickel, silver, cobalt, copper, cadmium and lead with MCI GEL CHP 20Y as sorbent. Journal of Hazardous Materials, 2009. V. 162(1), 44-49. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.05.007>