



UDK: 581.547.54.05

Medeu ABATOV,  
O'zbekiston Milliy universiteti magistranti  
E-mail: medewabatov@gmail.com  
Ibragimjan ABDUGAFUROV,  
O'zbekiston Milliy universiteti professori  
Jasurbek MAMAJONOV,  
O'zbekiston Milliy universiteti katta o'qituvchisi  
Hamza TOSHOV,  
O'zbekiston Milliy universiteti dotsenti v.b

O'zMU dotsenti, PhD S.Raximov taqrizi asosida

### 1-(4-BROMFENOKSI)PROPIN-2 VA UNING DIMERIZATSIYA MAHSULOTI - 1,6-BIS(4-BROMFENOKSI)GEKSADIIN-2,4 NING BIOLOGIK FAOLLIKLARINI NAZARIY O'RGANISH VA QIYOSIY TAQQOSLASH

Аннотация

Mazkur maqolada PASS (online) dasturi orqali 1-(4-bromfenoksi)propin-2 va uning dimeri – 1,6-bis(4-bromfenoksi)geksadiin-2,4 larning biologik faolliklari aniqlangan, shuningdek qiyosiy tahlil qilib o'rganilgan.

**Kalit so'zlar:** farmakologik aktivlik, farmakologik inaktivlik, Pass (Prediction of activity spectra for substances), biologik faollik, 1-(4-bromfenoksi)propin-2, ingibitor, 1,6-bis(4-bromfenoksi)geksadiin-2,4.

### ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНОЕ СРАВНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ 1-(4-БРОМФЕНОКСИ)ПРОПИНА-2 И ПРОДУКТА ЕГО ДИМЕРИЗАЦИИ - 1,6-БИС(4-БРОМФЕНОКСИ)ГЕКСАДИЕНА-2,4

Аннотация

В данной статье с помощью программы PASS (онлайн) определена биологическая активность 1-(4-бромфенокси)пропина-2 и его димера - 1,6-бис(4-бромфенокси)гексадиена-2,4, а также изучены путем сравнительного анализа.

**Ключевые слова:** фармакологическая активность, фармакологическая неактивность, Pass (Прогнозирование спектров активности веществ), биологическая активность, 1-(4-бромфенокси)пропин-2, ингибитор, 1,6-бис(4-бромфенокси)гексадиена-2,4.

### THEORETICAL STUDY AND COMPARATIVE COMPARISON OF BIOLOGICAL ACTIVITIES OF 1-(4-BROMOPHENOXY)PROPYLENE-2 AND ITS DIMERIZATION PRODUCT - 1,6-BIS(4-BROMOPHENOXY)HEXADIENE-2,4

Annotation

In this article, the biological activities of 1-(4-bromophenoxy)propyne-2 and its dimer - 1,6-bis(4-bromophenoxy)hexadiene-2,4 were determined by PASS (online) program, as well as studied by comparative analysis.

**Key words:** pharmacological activity, pharmacological inactivity, Pass (Prediction of activity spectra for substances), biological activity, 1-(4-bromophenoxy)propyne-2, inhibitor, 1,6-bis(4-bromophenoxy)hexadiene-2,4.

**Kirish.** Almashingan arilpropargil efirlar uch bog' va efir guruhi tutgan birikmalarning muhim turlaridan biri hisoblanadi. Hozirgi paytda ushbu guruh birikmalarining biologik faolliklarini o'rganish yo'nalishining intensiv rivojlanishiga zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullarining takomillashib borishi sababchi bo'lmoqda. Eng asosiysi, molekulyar, hujayra va to'qimalar darajasida biologik faol moddalarning ta'sir qilish mexanizmlari tadqiq qilinmoqda. Almashingan arilpropargil efirlar hozirgi paytda tibbiyotning va kimyoning muhim biokimyoviy jarayonlarida ingibitorlovchi va bir qancha kasalliklarga qarshi vosita sifatida keng qo'llanilib kelinmoqda. Ushbu xususiyatlari tufayli almashingan arilpropargil efirlarining dimeri hisoblangan almashingan diarildipropargil efirlari ham biokimyoviy jarayonlarda qo'llaniladigan ingibitorlar ishlab chiqarishda foydalaniladi. Bundan tashqari, tibbiyotda terining qichish xususiyatiga ta'siri, rux moddasining yetishmovchiligi, ko'zning toksikligi, ich ketishi, embriotoksiklik, uyquning buzilishi, nafas olishning yetishmovchiligi, yallig'lanish, shishish, ko'zning qichish xususiyati, o'pka shishishi, oshqozon yarasi va siydik rangi o'zgarishi kabi kasalliklarga qarshi biologik faolliklarini namoyon qilgan [1].

Biz ushbu ishimizda 1-(4-bromfenoksi)propin-2 (monomer) va uning dimerizatsiya mahsuloti bo'lgan 1,6-bis(4-bromfenoksi)geksadiin-2,4 ning (dimer) Pass (online) dasturida olingan biologik faolliklarini o'rganib chiqdik, shuningdek ularning qiyosiy tahlilini o'tkazdik.

Boshqa tomondan, 1,6-bis(4-bromfenoksi)geksadiin-2,4 molekulasi o'zining monomeriga nisbatan murakkabligi tufayli biologik faollikni oshirish yoki o'zgartira olish imkoniyatini beradi. Diasetilenlar o'zlarining noyob elektron xususiyatlari bilan ahamiyatli bo'lib, ularning biologik sistemalar bilan o'zaro ta'sirini o'rganish uchun istiqbolli birikmalar hisoblanadi. Ushbu tadqiqotlar mazkur birikmalarning biologik faolligini nazariy o'rganish uning xossalarni bashorat qilish va tuzilishi nisbatan oddiyroq birikma uchun olingan eksperimental ma'lumotlar bilan solishtirish uchun o'tkaziladi [2].

Shuni ta'kidlash kerakki, ushbu qiyosiy tadqiqot brom atomlarining molekulaga qo'shilishi va diasetilen asosining shakllanishi kabi strukturaviy o'zgarishlar ushbu birikmalarning biologik faolligiga qanday ta'sir qilishini tushunishga qaratilgan. Tajribaviy va nazariy ma'lumotlarni o'rganish orqali ushbu tadqiqot molekulyar tuzilish, birikmalarning biologik sistemalardagi samaradorligi va kuchiga qanday ta'sir qilishini chuqurroq tushunishga yordam beradi.

**Olingan natijalar tahlili.** Almashingan diarildipropargil efirlarining galogenli hosilalarining biologik faolligini o'rganish va ularning kimyoviy reaksiyalardagi ingibitorlovchi va inson salomatligiga ta'siri borasida olib borilgan ilmiy tadqiqotlarda 1,6-bis(4-bromfenoksi)geksadiin-2,4 ning bir qancha foydali xususiyatlari borligi aniqlangan, ammo ularning ta'sir qilish mexanizmi haligacha to'liq o'rganilmagan.

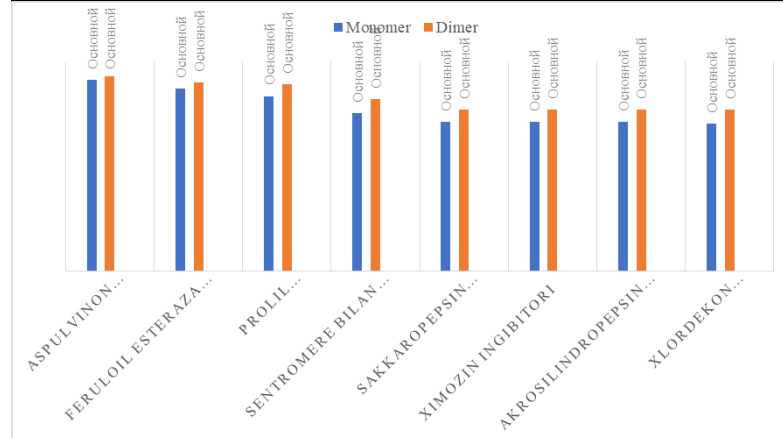
PASS online dasturi struktura-biologik faollik printsiplari ishlaydi. Farmakologik faolligi Pa>0.7 qiymatidan yuqori bo'lgan hollarda, moddaning faolligi berilgan kasalliklarga nisbatan yuqori bo'lish ehtimoli kuzatiladi [3].

Boshlang'ich moddadagi olingan natijalarda asosan moddaning turli xil ingibitorlarga nisbatan biologik faol ekanligi aniqlandi va uning dimerizatsiya reaksiyasini olib borish, hosil bo'lgan moddaning biologik faolligini o'rganish natijasida boshlang'ich moddadagi 8 ta ingibitorlovchi xossalarning Pa qiymati sezilarli darajada oshishi kuzatildi [4].

1-jadval

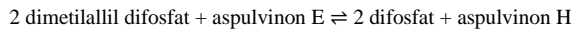
1-(4-bromfenoksi)propin-2 va 1,6-bis(4-bromfenoksi)geksadiin-2,4 ning PASS (online) dasturida olingan biologik faolliklarining qiyosiy tahlil jadvali

№	Faolligi aniqlangan sohasi	Monomer	Dimer
		Pa qiymati	
1	Aspulvinon dimetilaliltransferaza ingibitori	0,913	0,932
2	Feruloil esteraza ingibitori	0,870	0,902
3	Prolil aminopeptidaza ingibitori	0,836	0,893
4	Sentromere bilan bog'liq protein ingibitori	0,753	0,821
5	Sakkaropepsin ingibitori	0,711	0,770
6	Ximozin ingibitori	0,711	0,770
7	Akrosilindropepsin ingibitori	0,711	0,770
8	Xlordekon reduktaza ingibitori	0,705	0,770



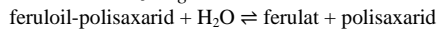
**1-diagramma.** 1-(4-bromfenoksi)propin-2 va 1,6-bis(4-bromfenoksi)geksadiin-2,4 ning PASS (online) dasturida hisoblangan biologik faolliklarining qiyosiy tahlil diagrammmasi

*Aspulvinon dimetilaliltransferaza ingibitori.* Enzimologiyada aspulvinon dimetilaliltransferaza (EC 2.5.1.35) kimyoviy reaksiyani katalizlovchi fermentdir.



Shunday qilib, ushbu fermentning ikkita substrati dimetilalil difosfat va aspulvinon E, uning ikkita mahsuloti esa difosfat va aspulvinon H [5].

*Feruloil esteraza ingibitori.* Feruloil esteraza fermenti (EC 3.1.1.73) reaksiyani katalizlaydi.



Bu ferment gidrolazalar oilasiga, xususan, murakkab efir bog'lariga ta'sir qiluvchi fermentlarga tegishli [6].

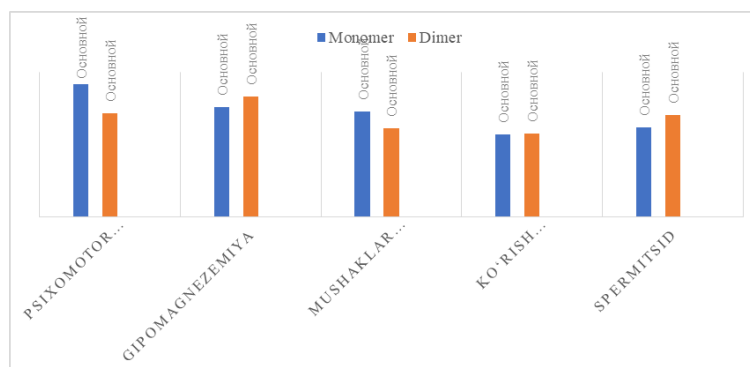
*Prolil aminopeptidaza ingibitori.* Prolil aminopeptidaza (EC 3.4.11.5, prolin aminopeptidaza, Pro-X aminopeptidaza, sitozol aminopeptidaza V, prolin iminopeptidaza) ferment hisoblanadi. Bu ferment peptiddan N-terminal prolinning ajralib chiqishi reaksiyasini katalizlaydi. Bu fermentning ishlashi uchun  $\text{Mn}^{2+}$  ion kerak [7].

Dastur ma'lumotlariga ko'ra 1,6-bis(4-bromfenoksi)geksa-2,4-diin ning o'rganilgan faolliklari ichida aspulvinon dimetilaliltransferaza va feruloil esteraza ingibitorlari faolliklari Pa qiymatlari 0.9 dan yuqori bo'lib qolganlariga nisbatan yuqori faolliklarga ega, hamda qolgan ingibitorlarning ham, shuningdek, prolil aminopeptidaza va sentromere bilan bog'liq protein ingibitorlarida ham Pa qiymatlari 0.8 dan yuqori qiymatlarni qayd etdi.

**2-jadval**

1-(4-bromfenoksi)propin-2 va 1,6-bis(4-bromfenoksi)geksadiin-2,4 ning PASS (online) dasturida olingan biologik inaktivliklarining qiyosiy tahlil jadvali

№	Inaktivligi aniqlangan sohasi	Monomer	Dimer
		Pa qiymati	
1	Psixomotor buzilish	0,828	0,643
2	Gipomagnezemiya	0,683	0,748
3	Mushaklar zaifligi	0,657	0,553
4	Spermitsid	0,555	0,634
5	Ko'rish keskinligining buzilishi	0,512	0,517



**2-diagramma.** 1-(4-bromfenoksi)propin-2 va 1,6-bis(4-bromfenoksi)geksadiin-2,4 ning PASS (online) dasturida hisoblangan biologik inaktivliklarining qiyosiy tahlil diagrammmasi

Olingan natijalarga ko'ra boshlang'ich modda psixomotor buzilish, gipomagnezemiya, mushaklar zaifligi, spermitsid va ko'rish keskinligining pasayishi kabi tibbiy kasalliklarga nisbatan biologik inaktivlik qiymatlarini qayd etdi. Ammo biz sintez qilib olgan ushbu boshlang'ich moddaning dimeri ushbu tibbiy kasalliklarining ba'zilarida boshlang'ich moddaga nisbatan biologik inaktivlik qiymatlari sezilarli darajada kamayishiga guvoh bo'ldik.

*Gipomagnezemiya.* Gipomagnezemiya - bu qondagi magniyning g'ayritabiiy darajada pastligi bilan tavsiflangan tibbiy holat. Magniy tanadagi turli funksiyalarda, jumladan mushak va asab funksiyasida, energiya ishlab chiqarishda va suyaklarning sog'lom bo'lishida hal qiluvchi

rol o'ynaydigan muhim elementdir. Gipomagnezemiya noto'g'ri ovqatlanish, magniyning so'rilishiga ta'sir qiluvchi oshqozon-ichak kasalliklari yoki magniy darajasini kamaytiradigan ba'zi dorilar kabi omillar sabab bo'lishi mumkin [8].

**Spermitsid.** Spermitsid - homiladorlikning oldini olish uchun jinsiy aloqadan oldin vaginal kiritiladigan spermani yo'q qiladigan kontratseptiv moddadir. Kontratseptiv vosita sifatida spermitsidni yolg'iz ishlatish mumkin. Biroq, faqat spermitsidni qo'llagan juftliklar boshdan kechirgan homiladorlik darajasi boshqa usullarni qo'llagan juftliklarga qaraganda yuqori. Odatda, spermitsidlar diafragma, prezervativ, servikal qopqoq va gubkalar kabi kontratseptiv to'siq usullari bilan birlashtiriladi. Kombinatsiyalangan usullar har ikkala usuldan ko'ra homiladorlikning pastroq bo'lishiga olib keladi. Spermitsidlar odatda hidsiz, shaffof, ta'msiz, bo'yalmaydi va moylash xususiyatiga ega moddalar [9].

**Psixomotor buzilish.** Psixomotor buzilish shaxsda fikrlashning sekinlashishi va jismoniy harakatlarning qisqarishini o'z ichiga oladi. Bu jismoniy va hissiy reaksiyalarning, jumladan nutq va ta'sirning sezilarli sekinlashishiga olib kelishi mumkin. Psixomotor buzilish ko'pincha jiddiy depressiyaga uchragan va bipolyar buzuqlikning depressiya bosqichida bo'lgan odamlarda kuzatiladi, bu shuningdek, benzodiazepinlar kabi ba'zi dorilarning sa'lbiiy ta'siri bilan bog'liq [10].

**Tajriba qism.** Almashingan arilpropargil efiri va uning dimerining, jumladan 1,6-bis(4-bromofenoksi)geksadiin-2,4 ning strukturasi Chem Office dasturining ChemDraw Ultra qismida mol faylida chizildi va PASS (online) dasturi yordamida ularning ayrim ingibitorlovchi xossalari hamda ba'zi kasalliklarga qarshi farmakologik faolliklari va toksikliklari o'rganildi va bir-biri bilan solishtirildi.

**Xulosa.** Pass (online) dasturida 1,6-bis(4-bromofenoksi)geksadiin-2,4 va uning dastlabki monomerining biologik faolliklari o'rganilganda barcha ingibitorlarga nisbatan, aspulvinon dimetilaliltransferaza va feruloil esteraza ingibitorlari ancha biologik faol ekanligi aniqlandi, bundan tashqari, gipomagnezemiya, spermitsid, psixomotor buzilish, mushaklar zaifligi va ko'rish keskinligining buzilishiga biologik sa'lbiiy ta'sir etishi, ya'ni shu kabi tibbiy kasalliklarga nisbatan biologik inaktivliklarni qayd etdi va bir-biriga nisbatan qiyosiy solishtirildi. Almashingan arilpropargil efirlarning dimerlanishi va molekulasida brom atomlarining, ya'ni galogen guruhining bo'lishi uning aktivligini ortishiga, shu bilan bir qatorda inaktivlik qiymatining kamayishiga va ortishiga ham sabab bo'lishi mumkinligi nazariy o'rganildi va qiyosiy taqqoslandi.

#### ADABIYOTLAR

1. Abatov M.A. Theoretical study of the biological activity of 1,6-bis(4-bromophenoxy)hexa-2,4-diene. // European Journal of Interdisciplinary Research and Development. –2024. –V.31. –P. 34-38.
2. Abatov M.A., Abdugafurov I.A., Mamajonov J.SH. Pass online dasturi yordamida 1,6-bis(4-bromofenoksi)geksa-2,4-diin ning biologik faolligini nazariy o'rganish. // O'zbekiston Milliy universitetining kimyo fakulteti "Barqaror rivojlanishda kimyo faning roli" mavzusidagi professor-o'qituvchilar, yosh olimlar, magistrantlar va iqtidorli talabalar ishtirokidagi ilmiy-amaliy anjumani to'plami. –2024. –P. 115-116.
3. Mardonova U.O., Shokirov M.T., Toshov H.S. Di (2-aminotiazol)gossipolning biologik faolligini pass (online) dasturida tekshirish. // Eurasian journal of academic research. –2021. –V.1. –I.8. –P.268-270.
4. <https://www.way2drug.com/PassOnline>.
5. Takahashi I., Ojima N., Ogura K., Seto S. "Purification characterization of dimethylallyl pyrophosphate: aspulvinone dimethylallyltransferase from *Aspergillus terreus*". // Biochemistry. –1978. –V.17. № 13. –P. 2696-2702.
6. Catherine Tomaro-Duchesneau, Shyamali S., Meenakshi M., Coussa-Charley M., Imen K., Mitchell L.J., Alain L., Satya P. "Probiotic Ferulic Acid Esterase Active *Lactobacillus fermentum* NCIMB 5221 APA Microcapsules for Oral Delivery: Preparation and in Vitro Characterization". // Pharmaceuticals. –2012. –V.5. № 2. –P. 236-248.
7. Turzynski A., Mentlein R. "Prolyl aminopeptidase from rat brain and kidney. Action on peptides and identification as leucyl aminopeptidase". // European Journal of Biochemistry. –1990. –V.190. № 3. –P. 509-515.
8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK500003>.
9. Kestelman P., Trussell J. "Efficacy of the simultaneous use of condoms and spermicides". // Family Planning Perspectives. –1991. –V.23. № 5. –P. 226-227-232.
10. Tryon W.W. Activity Measurement in Psychology and Medicine. –New York. Springer Publishing / Plenum Press. –1991. –P. 260.



UDK: 536. 66.088.912.538.931

**Davronjon ABDUVOKHIDOV,**  
*Institute of Fundamental and Applied Research, National Research University TIAME, Junior researcher*  
*E-mail: davronjonabduvokhidov@gmail.com*  
**Mukhammadali NIYOZALIEV,**  
*Department of Physics, National University of Uzbekistan, Master's student*  
**Zulfiyar TOSHPO'LATOVA,**  
*Laboratory of Experimental Biophysics, Centre for Advanced Technologies,*  
**Khamza TOSHOV,**  
*Department of Chemistry, National University of Uzbekistan, PhD*  
**Jamoliddin RAZZOKOV,**  
*Institute of Fundamental and Applied Research, National Research University TIAME, director*

*Based on the review by Doctor of Philosophy in Physical and Mathematical Sciences, Butanov Khakimjan Turamuratovich of the Materials Science Institute of the Academy of Sciences of Uzbekistan*

#### MEMBRANA O'TISH KANALLARI HOSIL BO'LISHIDAGI MEMBRANA MODIFIKATSIYASI, KANAL O'LCHAMI, TASHQI SHAROITLAR VA MEXANIK OMILLARNING ROLI

Annotation

Membrana o'tish kanallari hosil bo'lishi turli tashqi sharoitlar, mexanik kuchlar va membrana tuzilishining o'zgarishi bilan bog'liq. Ushbu maqolada elektr maydoni ta'sirida membranada kanallarining shakllanishi, kanal o'lchamining ahamiyati va boshqa omillar tahlil qilinadi. Bu jarayonlarni chuqur o'rganish hujayra biologiyasi va tibbiyotda yangi yondashuvlarga olib keladi.

**Kalit so'zlar:** Membrana o'tish kanallari, elektr maydoni, mexanik kuchlar, kanal o'lchami.

#### РОЛЬ МОДИФИКАЦИИ МЕМБРАНЫ, РАЗМЕРА ПОР, ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ И МЕХАНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ОБРАЗОВАНИИ ПОР

Аннотация

Образование пор в мембранах связано с внешними условиями, механическими силами и изменениями структуры мембраны. В этой статье анализируется формирование пор в мембране под воздействием электрического поля, значимость размера пор и других факторов. Глубокое изучение этих процессов приведет к новым подходам в клеточной биологии и медицине.

**Ключевые слова:** Образование пор, электрическое поле, механические силы, размер пор.

#### THE ROLE OF MEMBRANE MODIFICATION, PORE SIZE, EXTERNAL CONDITIONS, AND MECHANICAL FACTORS IN PORE FORMATION

Annotation

Membrane pore formation is influenced by external conditions, mechanical forces, and changes in membrane structure. This article analyzes pore formation under the influence of an electric field, the importance of pore size, and other factors. A deeper understanding of these processes will lead to new approaches in cellular biology and medicine.

**Key words:** Membrane pore formation, electric field, mechanical forces, pore size.

**Introduction.** Membrane pore formation is a dynamic and multifaceted process that plays a crucial role in various biological, biophysical, and medical applications. Moreover, the integrity of the cell membrane is essential for maintaining cellular homeostasis, as it regulates the transport of ions, molecules, and nutrients between the intracellular and extracellular environments [1]. Understanding these influences is vital for comprehending how cells respond to external stimuli, adapt to environmental changes, and regulate critical processes such as signal transduction, nutrient uptake, and waste removal. One of the primary factors influencing pore formation is the composition and structure of the membrane itself. These modifications, whether naturally occurring or experimentally induced, can significantly impact the membrane's propensity to form pores under stress or stimulation [2]. External conditions, such as pH, ion concentration, and temperature, also play a significant role in determining the likelihood and characteristics of pore formation. Changes in the surrounding environment can affect the electrostatic interactions between membrane components, leading to alterations in membrane tension and permeability. For example, fluctuations in pH can influence the ionization state of membrane lipids and proteins, thus affecting their interaction and the membrane's overall stability. Mechanical factors, including membrane tension, shear forces, and compression, are also critical determinants of pore formation. These forces can arise from the cell's interaction with its environment, mechanical stress, or the action of external agents such as physical probes or applied pressure [3]. By examining these factors, we can gain deeper insights into the mechanisms governing pore formation and the implications for cellular physiology, biophysical research, and potential applications in fields such as drug delivery, gene therapy, and biotechnology. [4]. Cells undergoing processes like endocytosis, exocytosis, and vesicle trafficking utilize controlled pore formation to facilitate the exchange of molecules between compartments. In medical applications, controlled pore formation techniques such as electroporation are employed to introduce therapeutic agents, such as drugs or genetic material, into target cells, enhancing the efficiency of treatments for various diseases. Such an understanding is crucial for developing innovative strategies to manipulate membrane permeability, whether for therapeutic purposes, improving industrial processes, or advancing research in cellular and molecular biology [5].

**Membrane Modification and Its Role in Pore Formation.** Membrane modification refers to the changes in the composition, structure, and organization of the cell membrane, which can significantly impact the process of pore formation. The cell membrane's ability to form pores is heavily influenced by the types of lipids, proteins, and other molecules present, as well as how these components interact with each other [6]. Understanding how modifications in these components affect pore formation is crucial for comprehending how cells adapt to various physiological and environmental conditions. The lipid bilayer is the fundamental structural component of the cell membrane, composed mainly of phospholipids with varying fatty acid chains, cholesterol, and other lipid molecules. The composition and arrangement of these lipids determine the membrane's fluidity, thickness, and overall stability, which in turn influence the likelihood and characteristics of pore formation. The degree of saturation in the fatty acid chains of phospholipids plays a critical role in membrane fluidity. Saturated fatty acids have straight chains that pack tightly together, resulting in a more rigid and less permeable membrane. In contrast, unsaturated fatty acids contain one or more double bonds, introducing kinks in



the chains that prevent tight packing, thus increasing membrane fluidity. Membranes with a higher proportion of unsaturated fatty acids are more prone to pore formation, as the increased fluidity makes it easier for lipids to reorganize and form transient or permanent pores. Cholesterol is another important component that modulates membrane fluidity and stability. At physiological temperatures, cholesterol interacts with phospholipid tails, making the membrane more rigid and less permeable. However, cholesterol can also prevent the membrane from becoming too rigid at lower temperatures, maintaining an optimal level of fluidity [7].

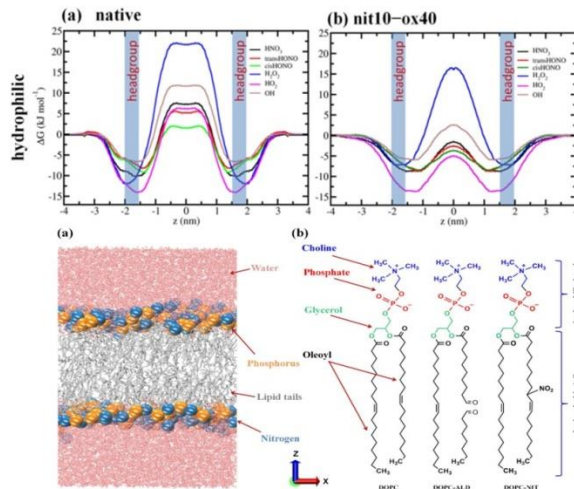


Figure 1. Free energy profiles (FEPs) of the hydrophilic RONS, across the native and modified phospholipid bilayers (PLBs). Native DOPC PLB, with P and N atoms illustrated as larger beads for clarity. (b) Schematic depiction of the DOPC lipid molecule in its native, oxidized (DOPC-ALD), and nitrated (DOPC-NIT) states. Reprinted/adapted with permission from Ref.[8]. 2023, The Authors.

Cholesterol-rich domains, often referred to as "lipid rafts," can influence pore formation by creating microenvironments that either facilitate or hinder the process, depending on their organization and interaction with other membrane components. The charge and polarity of phospholipid head groups also affect membrane behavior. For example, phosphatidylcholine (PC) is a neutral phospholipid that contributes to membrane stability, while phosphatidylserine (PS) carries a negative charge and is more likely to participate in interactions with positively charged ions or molecules [9]. These electrostatic interactions can create localized regions of instability, promoting pore formation under certain conditions. Proteins embedded within the lipid bilayer, such as integral and peripheral membrane proteins, play a crucial role in maintaining membrane structure and function. These proteins can influence pore formation through their interactions with lipids and other proteins, as well as through their own structural changes. Many transmembrane proteins span the entire lipid bilayer, and their movement or conformational changes can induce localized stress on the membrane, leading to pore formation [10]. The distribution of lipids and proteins across the inner and outer leaflets of the membrane is often asymmetrical, which can affect pore formation. For example, the outer leaflet may have more glycosphingolipids, while the inner leaflet is enriched in phosphatidylserine (PS) and phosphatidylethanolamine (PE). Membrane modification refers to the changes in the composition, structure, and organization of the cell membrane, which can significantly impact pore formation. [6].

**Effect of Pore Size on Membrane Permeability and Cellular Outcomes.** Pore size is a critical factor that determines the permeability of the membrane and the nature of molecules that can pass through it. Pores can range from small, transient openings that allow selective ion passage to larger, more stable structures capable of permitting the movement of macromolecules [11]. Nano-pores are small pores with diameters ranging from 0.5 to 2 nanometers. These pores allow the selective passage of small ions, water molecules, and certain metabolites while preventing the movement of larger molecules. Many ion channels in biological membranes operate as nano-pores, regulating the movement of ions such as sodium ( $\text{Na}^+$ ), potassium ( $\text{K}^+$ ), calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), and chloride ( $\text{Cl}^-$ ). The selective permeability of these channels is essential for maintaining cellular homeostasis, generating electrical signals in nerve and muscle cells, and facilitating intracellular communication. Aquaporins are specialized protein channels that form nano-pores, allowing the rapid and selective transport of water molecules across the membrane. This process is critical for regulating water balance in cells and tissues, particularly in organs such as the kidneys and plant roots. These temporary pores allow for the rapid exchange of small molecules and ions, enabling cells to adapt to fluctuating environmental conditions. Macro-pores are larger openings, typically greater than 2 nanometers in diameter, which can allow the passage of larger molecules, such as proteins, nucleic acids, and even entire organelles in some cases [12].

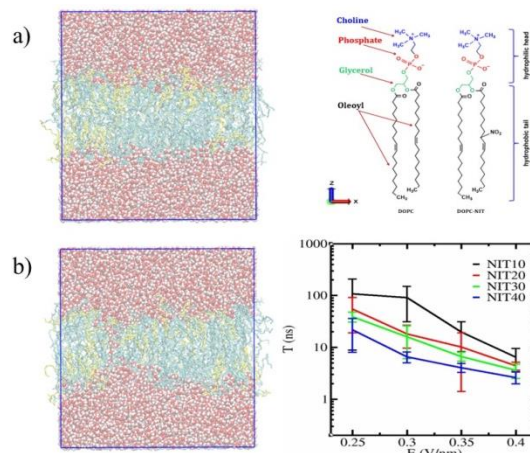


Figure 2. Snapshots capturing the pore formation process, extracted from the MD trajectory: (a) at 0 ns, (b) 38.96 ns. Schematic illustrations of the native DOPC and nitrated DOPC (DOPC-NIT). Dependence of the pore formation time on the electric field. Reprinted/adapted with permission from Ref.[13] 2024, The Authors.

For instance, during apoptosis, certain proteins increase membrane permeability by forming larger pores, enabling the release of cytochrome c and other pro-apoptotic factors [14]. Pore size is a determining factor in the permeability and functionality of cell membranes. While nano-pores facilitate selective ion and water transport, macro-pores can lead to significant changes in cellular integrity, often resulting in cell death. Understanding how pore size influences membrane behavior is crucial for applications in biotechnology, medicine, and fundamental cell biology [11].

**External Conditions and Their Impact on Membrane Pore Formation.** External conditions such as pH, ion concentration, and osmotic pressure play a significant role in influencing membrane stability and the likelihood of pore formation. These factors can affect the membrane's charge distribution, fluidity, and overall structural integrity, making it more or less susceptible to pore formation. Understanding how these external conditions interact with the membrane is crucial for gaining insights into cellular adaptability and responses to environmental changes [15]. The pH of the surrounding environment can have a profound impact on the charge distribution and ionization state of membrane lipids and proteins, leading to alterations in membrane stability and permeability. The membrane's surface is often negatively charged due to the presence of phospholipids such as phosphatidylserine (PS) and phosphatidylinositol (PI). At acidic pH levels (low pH), the protonation of these negatively charged groups reduces electrostatic repulsion between lipid molecules, leading to tighter packing and a more stable membrane. Conversely, at higher pH levels (alkaline conditions), deprotonation increases the negative charge on the membrane surface, resulting in increased electrostatic repulsion, membrane thinning, and enhanced susceptibility to pore formation. Membrane proteins often contain amino acid residues with pH-sensitive side chains that can alter their charge state in response to changes in pH. These changes can induce conformational shifts, which, in turn, affect protein-lipid interactions and create localized regions of instability in the membrane. These regions become potential sites for pore formation, particularly when external stimuli are present. The concentration of ions in the surrounding medium can significantly influence the transmembrane potential, which is a driving force for pore formation. Changes in ion concentration can modify the electrochemical gradient across the membrane, leading to alterations in membrane tension and permeability. These divalent cations play a vital role in stabilizing the membrane by binding to negatively charged phospholipid head groups, effectively neutralizing their charge and promoting tighter lipid packing. A decrease in  $\text{Ca}^{2+}$  or  $\text{Mg}^{2+}$  concentrations results in reduced stabilization, making the membrane more prone to pore formation. In contrast, an influx of these ions can increase membrane rigidity, reducing the likelihood of spontaneous pore formation. The balance of  $\text{K}^+$  and  $\text{Na}^+$  ions is crucial for maintaining the resting membrane potential. An imbalance, such as an increase in extracellular  $\text{K}^+$  concentration, reduces the transmembrane potential, thereby destabilizing the membrane and facilitating pore formation. Conversely, increased  $\text{Na}^+$  levels can enhance electrostatic interactions with the membrane's surface, potentially inhibiting pore formation. Osmotic pressure, driven by differences in solute concentration across the membrane, can generate water flow that exerts mechanical stress on the membrane, contributing to pore formation. In a hypotonic environment, water influx leads to cell swelling and increased membrane tension, making the membrane more susceptible to pore formation. Conversely, in hypertonic conditions, water efflux causes cell shrinkage and membrane invagination, which may also result in pore formation, particularly when accompanied by other stress factors [16].

**Mechanical Factors Influencing Membrane Pore Formation.** Mechanical forces, such as membrane tension, shear stress, and compression, significantly impact the structural integrity of the membrane and its ability to form pores. These forces can arise from interactions with the external environment, cellular processes, or the application of external stimuli, and they play a crucial role in determining the dynamics of pore formation. Membrane tension refers to the mechanical stress exerted on the membrane due to external forces or internal pressure. Increased membrane tension can lead to lipid reorganization and the formation of pores [17]. When a membrane is subjected to external pressure or compression, the lipid bilayer's structure is disturbed, leading to pore formation. This effect is often observed during physical trauma or in cells subjected to mechanical stress, such as muscle cells during contraction. Stretching forces, such as those experienced by cells in tissues undergoing deformation (e.g., skin, lung, or muscle cells), can cause the membrane to expand and thin out. This thinning effect reduces the energy barrier for pore formation, making the membrane more susceptible to the initiation of pores. Mechanical factors, including membrane tension, shear stress, and compression, play a significant role in modulating pore formation by inducing structural changes in the membrane. These forces act in concert with chemical and environmental factors to regulate membrane permeability and adaptability [18].

**Conclusion.** Membrane pore formation is a dynamic and multifaceted process that plays a crucial role in various biological, biophysical, and medical applications. Moreover, the integrity of the cell membrane is essential for maintaining cellular homeostasis, as it regulates the transport of ions, molecules, and nutrients between the intracellular and extracellular environments. In conclusion, membrane pore formation is a dynamic and regulated process governed by a complex interplay of chemical, physical, and mechanical factors. A deeper understanding of these mechanisms will pave the way for innovative applications in diverse fields, ultimately contributing to advancements in biomedical technology, drug delivery, and cellular biology.

## REFERENCES

- Lata, K., et al., *Membrane dynamics and remodelling in response to the action of the membrane-damaging pore-forming toxins*. 2022. 255(2): p. 161-173.
- Giacomello, A. and R.J.A.i.P.X. Roth, *Bubble formation in nanopores: a matter of hydrophobicity, geometry, and size*. 2020. 5(1): p. 1817780.
- Lalia, B.S., et al., *A review on membrane fabrication: Structure, properties and performance relationship*. 2013. 326: p. 77-95.
- Ray, S., et al., *The plasma membrane as a capacitor for energy and metabolism*. 2016. 310(3): p. C181-C192.
- Dev, S.B., et al., *Medical applications of electroporation*. 2000. 28(1): p. 206-223.
- Kulma, M., G.J.C. Anderluh, and M.L. Sciences, *Beyond pore formation: Reorganization of the plasma membrane induced by pore-forming proteins*. 2021. 78(17-18): p. 6229-6249.
- Jovanović, A.A., et al., *Comparative effects of cholesterol and  $\beta$ -sitosterol on the liposome membrane characteristics*. 2018. 120(9): p. 1800039.
- Abduvokhidov, D., et al., *Unraveling the transport properties of RONS across nitro-oxidized membranes*. 2023. 13(7): p. 1043.
- Sinn, C.G., et al., *Binding of calcium to phosphatidylcholine-phosphatidylserine membranes*. 2006. 282: p. 410-419.
- Ros, U. and A.J.J.T.J.o.m.b. Garcia-Sáez, *More than a pore: the interplay of pore-forming proteins and lipid membranes*. 2015. 248: p. 545-561.
- O'Brien, F.J., et al., *The effect of pore size on permeability and cell attachment in collagen scaffolds for tissue engineering*. 2007. 15(1): p. 3-17.
- Hanneschlaeger, C., A. Horner, and P.J.C.r. Pohl, *Intrinsic membrane permeability to small molecules*. 2019. 119(9): p. 5922-5953.
- Niyozaliev, M., et al., *Unraveling the influence of nitration on pore formation time in electroporation of cell membranes: a molecular dynamics simulation approach*. 2024. 57(28): p. 285202.
- Maloney, T., H.J.J.o.p. Paulapuro, and p. science, *The formation of pores in the cell wall*. 1999. 25(12): p. 430-436.
- Akimov, S.A., et al., *Pore formation in lipid membrane II: Energy landscape under external stress*. 2017. 7(1): p. 12509.
- Chadwick, S.R., J.-z. Wu, and S.A.J.C.P.B. Freeman, *Solute transport controls membrane tension and organellar volume*. 2021. 55: p. 1-24.
- Wang, K., et al., *Mechanical characterization of membranes*, in *Membrane characterization*. 2017, Elsevier. p. 259-306.
- Marín-Medina, N., et al., *Mechanical properties that influence antimicrobial peptide activity in lipid membranes*. 2016. 100: p. 10251-10263.



UDK: 543.27:662.654.3.88

**Ergashboy ABDURAXMANOV**,  
Samarqand davlat universiteti professori, k.f.d  
E-mail: [ergash50@yandex.com](mailto:ergash50@yandex.com)  
**Rizamat BEGMATOV**,  
Samarqand davlat universiteti asistenti, PhD

O'zMU professori Z.Smanova taqrizi asosida

### CHEMICAL SENSOR FOR CONTINUOUS MONITORING OF HYDROGEN SULPHIDE

Annotation

In the work, a highly-sensitive semiconductor sensor was developed that detects hydrogen sulfide from the composition of technological waste gases and atmospheric air of the oil, gas, and chemical industries. It allows these sensors to be successfully used in small-sized, autonomous devices. Manufactured sensors are designed to determine the amount of H<sub>2</sub>S in the atmosphere at maximum permissible concentration and higher concentrations. The metrological characteristics and operational parameters of the sensors developed in the course of the research were examined. The developed SC-H<sub>2</sub>S is characterized by high accuracy, reproducibility, and speed.

**Key words:** hydrogen sulfide, metal oxide, semiconductor sensor, gas-sensitive material, tungsten oxide, copper oxide, sol-gel technology.

### ХИМИЧЕСКИЙ СЕНСОР ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА СЕРОВОДОРОДА

Аннотация

В работе разработан высокочувствительный полупроводниковый датчик, обнаруживающий сероводород в составе технологических отходящих газов и атмосферного воздуха нефтяной, газовой и химической промышленности. Это позволяет успешно использовать эти датчики в небольших автономных устройствах. Выпускаемые датчики предназначены для определения количества H<sub>2</sub>S в атмосфере при ПДК и более высоких концентрациях. Изучены метрологические характеристики и эксплуатационные параметры датчиков, разработанных в ходе исследований. Разработанный ППС- H<sub>2</sub>S отличается высокой точностью, воспроизводимостью и быстротой действия.

**Ключевые слова:** сероводород, оксид металла, полупроводниковый сенсор, газочувствительный материал, оксид вольфрама, золь-гель технология оксида меди.

### VODOROD SULFIDINING UZLUKSIZ NAZORATI UCHUN KIMYOVIY SENSOR

Annotatsiya

Ishda neft, gaz va kimyo sanoati texnologik chiqindi gazlar va atmosfera xavosi tarkibidan vodorod sulfidini aniqlovchi yuqori sezgir yarimo'tkazgichli sensor ishlab chiqilgan. Ushbu sensorlarni kichik o'lehamdagi, avtonom qurilmalarda muvaffaqiyatli ishlatishga imkon beradi. Ishlab chiqarilgan sensorlar atmosferada H<sub>2</sub>S miqdorini REM va undan ko'p konsratsiyalarda aniqlash uchun mo'ljallangan. Tadqiqotlar davomida ishlab chiqilgan sensorlarning metrologik xususiyatlari va ekspluatatsion parametrlari o'rganilgan. Ishlab chiqilgan YaO'S-H<sub>2</sub>S yuqori aniqligi, takrorlanuvchanligi va tezkorligi bilan xarakterlanadi.

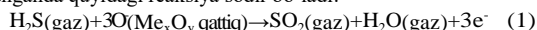
**Kalit so'zlar:** vodorod sulfidi, metall oksidi, yarimo'tkazgichli sensor, gazsezgir material, volfram oksidi, mis oksidi zol-gel texnologiyasi.

**Kirish.** Zamonaviy texnologiyalardan foydalanishga asoslangan neft-gaz sanoat korxonalarida chiqindi gazlari tarkibida uchraydigan asosiy zaharli komponentlardan biri vodorod sulfid gazidir [1-3]. Shu sababli neft va gazni qazib olish va qayta ishlash sanoat korxonalarida texnologik gazlari va atmosfera havosi tarkibidan vodorod sulfid gazi nazoratini tashkil etish analitik kimyoning dolzarb vazifalaridan biridir. Yuqori konsratsiyalarda, H<sub>2</sub>S gazi, hidni sezuvchi asab tizimini falaj qiladi. Natijada uning hidi sezilmasdan qoladi va bu hayot uchun katta xavf tug'diradi. Bu esa o'z navbatida vodorod sulfidning atmosfera havosi va texnologik gazlar tarkibidagi miqdorini nazorat qilishni talab etadi [4-5].

Shu sababli texnologik chiqindi gazlar tarkibidan zaharli tarkibiy qismlarni (jumladan, vodorod sulfidini) nazorat qilish uchun zamonaviy, mustahkam, ekspress, selektiv usullar va sensorlarni yaratish va joriy etish muhimdir.

**Ushbu ishning maqsadi** neft, gaz va kimyo sanoati texnologik chiqindi gazlar va atmosfera havosi tarkibidan vodorod sulfidini aniqlovchi yuqori sezgir yarimo'tkazgichli sensor ishlab chiqish va uning ko'rsatkichlarini tekshirishdan iborat.

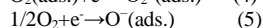
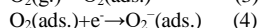
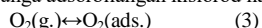
**Tadqiqotning metodikasi.** Yarimo'tkazgichli sensorlarning (YaO'S) ishlash prinsipi analiz qilinayotgan gaz muhiti tarkibini o'zgartirishga mos yarimo'tkazgich materialini sezgir qatlamining elektrofizik xossalari o'zgarishiga asoslangan [6-7]. Ishda zol-gel texnologiyasi yordamida tarkibiga metall oksidlari (Me<sub>x</sub>O<sub>y</sub>) qo'shilgan SiO<sub>2</sub> asosidagi gazsezgir materialga (GSM) ga ega bo'lgan YaO'S yaratildi hamda uning H<sub>2</sub>S ga nisbatan sezgirligi o'rganildi. Adsorbsiyalangan H<sub>2</sub>S molekullari GSM ning sirt yuzadagi kislorod ionlari bilan ta'sirlashganda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



Natijada elektron Me<sub>x</sub>O<sub>y</sub> qavatiga o'tib, uning o'tkazuvchanligini oshiradi. Sensorning H<sub>2</sub>S ga nisbatan sezgirligi quyidagi tenglamadan foydalanib aniqlanadi:

$$S = \Delta R / R_{\text{havo}} \quad (2),$$

bundagi  $\Delta R = (R_{\text{havo}} - R_{\text{gaz}})$ ,  $R_{\text{havo}}$ -censorni havodagi qarshiligi,  $R_{\text{gaz}}$ -gaz muhitidagi qarshiligi, metall oksidlarining gazlarga sezgirligi gazsimon komponentlarning sirtga adsorbsiyalangan kislorod ionlari (O<sub>2</sub>, O<sup>-</sup>, O<sub>2</sub><sup>-</sup>) bilan o'zaro ta'siriga bog'liq. Metall oksidi havoda bo'lganda dastlab unga adsorbsiyalangan kislorod nanomaterialni o'tkazuvchan yuz qavatidan elektronlarni tortib oladi:



Natijada elektronlari kam zona hosil bo'ladi va GSM ning qarshiligi ortadi. Shuni ta'kidlash kerakki, yuzadagi adsorbsiyalangan kislorod zarrachasining turi temperaturaga bog'liq. Past temperaturalarda yarimo'tkazgich yuzasida O<sub>2</sub> ning ionlashgan molekullari O<sub>2</sub><sup>-</sup> ning miqdoridan yuqori bo'ladi. Yuqori haroratda yuzadagi kislorod asosan O<sup>-</sup> va O<sub>2</sub><sup>-</sup> ionlari ko'rinishida bo'ladi. Xona haroratida Me<sub>x</sub>O<sub>y</sub> yuzasidagi O<sub>2</sub> ionlarining yuqori konsratsiyasi O<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>S orasidagi jarayonga yanada samarali ta'sir ko'rsatadi va natijada sensorning yuqori sezgirligini ta'minlaydi. Reaksiya natijasida ajraluvchi elektronlar o'tkazuvchan qatlamga tushadi va gazsezgir qatlamdan o'tayotgan tok miqdori ortadi. H<sub>2</sub>S va O<sub>2</sub> orasida boradigan reaksiya endotermik tavsifga ega bo'lib energiya chiqishi bilan boradi, natijada SO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O molekullari sirdan tez desorbsiyalanadi.

O'tkazilgan tadqiqotlar H<sub>2</sub>S ni gazlar aralashmasi va atrof-muhit atmosfera havosi tarkibidagi miqdorini nazoratida ishlatiladigan YaO'S-H<sub>2</sub>S ni ishlab chiqishga imkon berdi. Sensorni sinovlar dasturiga uni o'lchashga tayyor bo'lish vaqtini, dinamik va darajalash hususiyatlarini, optimal harorat qiymatini tanlash, hamda selektivligini aniqlash bilan bog'liq quyidagi keltirilgan maxsus tajribalar kiritildi.

**Olingan natijalar va ularning tahlili.** *Sensorning o'lchashga tayyor bo'lish vaqtini aniqlash.* YaO'S-H<sub>2</sub>S ning ishga tayyor bo'lish vaqtini oddiy sharoitda o'rganish uchun sensorni maxsus potentsiometr KSP-4 ga uladik va YaO'S-H<sub>2</sub>S orqali toza havo o'tkazib, asosiy xato uchraydigan zonada doimiy qiymatdagi chiqish signalini aniqladik. O'zi qayd qiluvchi potentsiometrning diagramma tasmasida sensor ishga tayyorligini potentsiometr yozishni boshlagandan asosiy xato zonasida signal chiqishigacha optimal vaqtini qayd etdik. Vodorod sulfidli sensorlarning tayyor bo'lish vaqtini aniqlash natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Vodorod sulfid sensori ishga tayyor bo'lish vaqtini aniqlash natijalari

Sensor ishini boshlanish vaqti (τ), sek	GSM tarkibi			
	SiO <sub>2</sub> /WO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> /WO <sub>3</sub> -1%CuO	SiO <sub>2</sub> /WO <sub>3</sub> -5%CuO	SiO <sub>2</sub> /WO <sub>3</sub> -10%CuO
	Gazsezgir qatlarning o'tkazuvchanligi, 1/R mOm <sup>-1</sup>			
3	0,2405	0,2865	0,3544	0,4802
6	0,2604	0,3101	0,3836	0,5198
9	0,2745	0,3269	0,4045	0,5480
12	0,2830	0,3368	0,4172	0,5650
15	0,2828	0,3370	0,4170	0,5650
20	0,2830	0,3370	0,4170	0,5650
25	0,2830	0,3370	0,4170	0,5650

Jadvalda berilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, gazsezgir materialning tarkibidan qat'iy nazar, sensor signali tajriba boshlanishidan (sensorga gazlar aralashmasi berish boshlanishidan) 9-10 daqiqa davomida stabillashadi. Shunday qilib, gazsezgir qatlam tarkibidan qat'iy nazar, ishlab chiqilgan sensorlarning ishga tayyorlik vaqti 9-10 daqiqani tashkil etadi.

Vodorod sulfidning sensoriga qo'yiladigan asosiy talablardan biri bu uning dinamik xususiyati, ya'ni komponentni aniqlashning ekspressligini yuqori bo'lishi. Ishlab chiqilgan vodorod sulfid sensorining dinamik xususiyatlarini tekshirish uning vaqt bo'yicha xususiyatlarini, ya'ni o'tish vaqti jarayonlarini o'rganishni o'z ichiga oladi. Tajribalarda vodorod sulfidning 0,2 % haj. konsentratsiyasidan foydalanildi. YaO'S-H<sub>2</sub>S ning dinamik xarakteristikalarini aniqlash natijalari 2-jadvalda ko'rsatilgan.

2-jadval. Vodorod sulfidning yarimo'tkazgichli sensorining dinamik ko'rsatkichlari

№ t/r	H <sub>2</sub> S ning konsentratsiyasi, mg/m <sup>3</sup> (hai,%)	Sensorning dinamik ko'rsatkichlar*	Vaqt, soniya				
			YaO'S-1	YaO'S-2	YaO'S-3	YaO'S-4	YaO'S-5
Aralashmadagi H <sub>2</sub> S ning konsentratsiyasi 100 mg / m <sup>3</sup>							
1	100	t <sub>0,1</sub>	1	2	1	1	2
2	100	t <sub>0,65</sub>	4	3	5	5	4
3	100	t <sub>0,9</sub>	7	7	7	8	8
4	100	t <sub>p</sub>	9	10	10	10	9

\* t<sub>0,1</sub> -signalni boshlanish vaqti, s; t<sub>0,65</sub> -doimiy vaqt, s; t<sub>0,9</sub> -signal qiymatini 90% ga erishish vaqti, s; t<sub>p</sub> -o'lchash uchun sarf bo'lgan vaqtning umumiy qiymati, s.

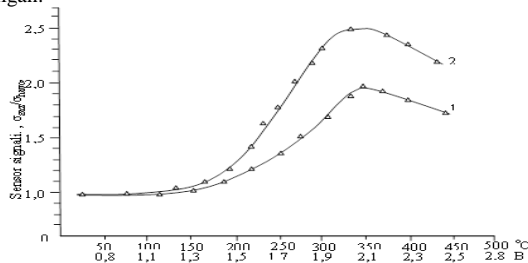
Jadvaldan ishlab chiqilgan sensorning signal qiymatini boshlanish vaqtini (t<sub>0,1</sub>) 1-2 s, doimiy vaqti (t<sub>0,65</sub>) 5 s, 90% ga erishish vaqti (t<sub>0,9</sub>) 8 s va o'lchash uchun sarf bo'lgan umumiy vaqti (t<sub>p</sub>) 9-10 s ekanligini ko'rishimiz mumkin. Taqdim etilgan ma'lumotlar ishlab chiqilgan sensor yordamida H<sub>2</sub>S ni tezkor aniqlash imkoniyatini tasdiqlaydi.

**YaO'S-H<sub>2</sub>S signalining haroratga bog'liqligi.** YaO'S-H<sub>2</sub>S ning H<sub>2</sub>S ga sezgirligi 50-500°C oralig'ida o'rganildi. Ushbu tadqiqot natijalari 3 jadvalda keltirilgan. Olingan natijalardan ko'rinadiki, sirt o'tkazuvchanlik yoki sensorlar sezgirligining haroratga bog'liqligi odatda monoton bo'lmagan (chiziqli bo'lmagan) tavsifga ega. Vodorod sulfid ishtirokidagi tajriba natijasida GSM o'tkazuvchanligining haroratga bog'liqligidan sensorning optimal ishchi harorati 325-350°C ekanligi aniqlandi.

3-jadval. Vodorod sulfid sensori signalining temperaturaga bog'liqligi.

№ t/r	Tajriba harorati, °C	Gazsezgir plyonkaning tarkibi			
		SiO <sub>2</sub> /WO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> /WO <sub>3</sub> -1% CuO	SiO <sub>2</sub> /WO <sub>3</sub> -5% CuO	SiO <sub>2</sub> /WO <sub>3</sub> -10% CuO
Sensor signali, $\sigma_{gaz}/\sigma_0$ , nis. bir.					
1	50	0,80	0,85	0,94	1,02
2	100	0,86	0,93	0,99	1,07
3	150	0,92	0,97	1,06	1,12
4	200	0,96	1,01	1,12	1,24
5	250	1,06	1,12	1,25	1,84
6	300	1,17	1,25	1,55	2,29
7	325	1,23	1,34	1,86	2,55
8	350	1,29	1,38	1,93	2,52
9	400	1,28	1,31	1,85	2,38
10	450	1,19	1,25	1,79	2,25
11	500	1,05	1,18	1,70	2,10

Shunday qilib, nisbatan tor harorat oralig'i mavjud va unda yarimo'tkazgich qatlarning aniqlanadigan gazga nisbatan sezgirligi maksimal bo'ladi. Vodorod sulfidni qayd qilishda SiO<sub>2</sub>/WO<sub>3</sub>+CuO ning sezgir qatlami uchun GSM ning tarkibiga bog'liq holda maksimal sezgirlikka erishiladigan harorat 325-350°C ga teng. Sensor signalining GSM yuzasidagi harorat va sensorga beriladigan tok kuchlanishi qiymatiga bog'liqligi tekshirildi. Ushbu tadqiqot natijalari 1-rasmda keltirilgan.



1 -rasmi. YaO'S-H<sub>2</sub>S signalining GSM ning harorati (°C) va sensorga beriladigan tok kuchlanishi (V) qiymatiga bog'liqligi. Nuqta-harorat, chiziq –sensorga berilgan tok kuchlanishi: 1- SiO<sub>2</sub>/WO<sub>3</sub>-5%CuO; 2- SiO<sub>2</sub>/WO<sub>3</sub>-10%CuO.

1-rasmda keltirilgan natijalar GSM yuzasida ma'lum bir haroratni ta'minlaydigan isitgichga beriladigan tok kuchlanishi qiymatini tanlashga imkon beradi. Keltirilgan ma'lumotlardan YaO'S-H<sub>2</sub>S sensorining eng yuqori signaliga mos tok kuchlanishi qiymati 2.0-2.1 V ga teng. Shuning uchun vodorod sulfidning konsentratsiyasini aniqlash bo'yicha barcha keyingi tajribalar sensorga beriladigan kuchlanishni 2.0-2.1 V ga teng optimal qiymatlarida o'tkazildi.

Ba'zan xorijiy nashrlarda sensorning javobi deb nomlangan yarimo'tkazgichli vodorod sulfid sensorining sezgirligi (S) quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

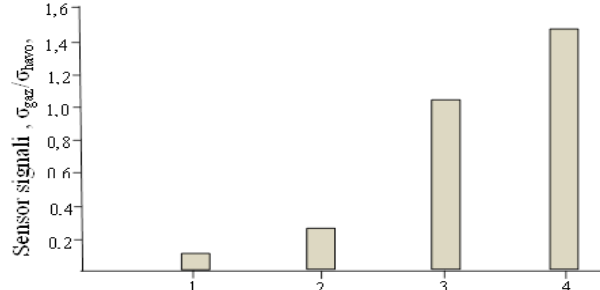
$$S = R_{havo}/R_{gaz} = \sigma_{gaz}/\sigma_{havo} \quad (1)$$

bunda  $\sigma_{gaz}$ ,  $R_{gaz}$ -berilgan konsentratsiyali gazga ta'sir ettirilganda plyonkaning elektr o'tkazuvchanligi va qarshiligi;  $\sigma_{havo}$ ,  $R_{havo}$ -gaz yo'qligida plyonkaning elektr o'tkazuvchanligi va qarshiligi (plyonkaning nol gaz konsentratsiyasidagi o'tkazuvchanligiga mos keladi). Kremniy



oksidi plyonkasining vodorod sulfidga sezgirligi uning tarkibiga volfram va mis oksidlari kiritilganda ortadi. Qoidaga binoan volfram oksidi ( $WO_3$ ) massasi bo'yicha asosiy bo'lib, GSM tarkibiga oz miqdorda qo'shilgan mis oksidi ( $CuO$ ) esa plyonka materialining selektivligi va sezgirligini va umuman vodorod sulfid sensori ishchi tavsifini yaxshilashga imkon beradi. Mis gazsezgir plyonka tarkibiga zol-gel eritmalarining yetilish bosqichida  $CuCl_2$  shaklida qo'shilgan. Qatlamlarni taglikka surtilganidan so'ng, 550-600°C haroratda havo atmosferasida issiqlik bilan qayta ishlov berildi. Taqqoslash uchun legirlanmagan silikat plyonkasi ( $SiO_2/WO_3$  tarkibli) olingan va u azot atmosferasida ham kuydirib yuvilgan.  $SiO_2/WO_3+CuO$  asosidagi plyonkalar  $SiO_2/WO_3$  plyonkalariga qaraganda vodorod sulfidga nisbatan sezgirligi yuqori ekanligi aniqlandi.  $SiO_2/WO_3+CuO$  tarkibli plyonkalar asosidagi gaz sensorlarining ishchi harorati mis oksidi bilan ligerlash hisobiga 320-340°C gacha pasayadi.

Sensorlarning GSM o'tkazuvchanligining vodorod sulfidga nisbatan o'tkazuvchanligining o'zgarish prinsipiga asoslangan sezgirligi doimiy haroratda (350°C) ma'lum konsentratsiyali (250 mg/m<sup>3</sup>) gazga tushirilgan sensorning javobi bilan aniqlandi. 2-rasmda  $WO_3$  plyonkalari asosidagi sensorning vodorod sulfidga nisbatan javobi ko'rsatilgan.



2-rasm.  $WO_3$  asosidagi sensorning 350°C haroratda vodorod sulfidga javobi (aralashmadagi  $H_2S$  miqdori 250 mg/m<sup>3</sup>) 1- $SiO_2/WO_3$ ; 2- $SiO_2/WO_3+1\%CuO$ ; 3- $SiO_2/WO_3+5\%CuO$ ; 4- $SiO_2/WO_3+10\%CuO$ .

2-rasmdan ko'rinadiki,  $SiO_2/WO_3+10\%CuO$  asosidagi sensor vodorod sulfidga bir muncha yuqori sezuvchanlikka ega. Ushbu GSM ishtirokida vodorod sulfidning keng konsentratsiya oralig'ida sensorning sezgirligi eng katta ekanligi aniqlandi.  $WO_3$  plyonkasining yuzasiga surtilgan mis oksidining 1,0; 5,0 va 10% miqdordagi qatlamlari sensorning vodorod sulfidga nisbatan sezgirligini mos ravishda 2,5; 8,5 va 10,5 martagacha oshiradi.

Volfram va mis oksidlari asosidagi vodorod sulfid sensori ( $\sigma_{gaz}/\sigma_{havo}$ ) analitik signalining aralashmadagi aniqlangan tarkibiy qismning ( $S_{H_2S}$ ) miqdoriga bog'liqligini o'rganish natijalari 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval. Sensor analitik signalining ( $\sigma_{gaz}/\sigma_{havo}$ ) aralashmadagi aniqlangan komponentning ( $S_{H_2S}$ ) miqdoriga bog'liqligini o'rganish natijalari

№ t/r	Aralashmadagi $H_2S$ miqdori, mg/m <sup>3</sup>	Gazsezgir plyonka tarkibi			
		$SiO_2/WO_3$	$SiO_2/WO_3-1\%CuO$	$SiO_2/WO_3-5\%CuO$	$SiO_2/WO_3-10\%CuO$
Sensor signal, $\sigma_{gaz}/\sigma_{havo}$ , nis. birlik					
1	15	0,05	0,11	0,18	0,23
2	30	0,10	0,20	0,35	0,51
3	60	0,13	0,24	0,50	0,81
4	120	0,15	0,29	0,68	1,02
5	180	0,19	0,35	0,86	1,14
6	240	0,22	0,38	1,12	1,56
7	300	0,25	0,48	1,38	1,88
8	360	0,29	0,57	1,51	2,16
9	420	0,33	0,64	1,06	2,29
10	480	0,36	0,72	1,78	2,58
11	540	0,41	0,79	1,91	2,80
12	600	0,46	0,77	2,11	3,02
13	660	0,50	0,85	2,20	3,26
14	720	0,55	0,92	2,34	3,48
15	750	0,61	1,01	2,52	3,71

Taqdim etilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, keng diapazonda (50-750 mg/m<sup>3</sup>),  $Y aO \cdot S-H_2S$  yarimo'tkazgichli sensor signalining gaz aralashmasi tarkibidagi vodorod sulfid konsentratsiyasiga bog'liqligi to'g'ri chiziqli xarakterga ega.

$SiO_2-WO_3-10\%CuO$  asosidagi gazsezgir materialdan foydalanishga asoslangan yarimo'tkazgichli vodorod sulfid sensorining sezgirligini oshirish usuli taklif etilgan.

Ishlab chiqilgan sensorlarning asosiy, mutlaq va keltirilgan xatolarining topilgan qiymatlari GOST ga muvofiq ularning ruxsat etilgan qiymatlaridan ancha kichikdir. Shunday qilib, ishlab chiqilgan sensorlar turli tabiatli ob'ektlardagi vodorod sulfid miqdorini analitik monitoring qilishda qo'llanishi mumkin.

**Xulosalar.** Olingan gazsezgir materiallar asosida yarimo'tkazgichli ( $WO_3+CuO$ ) qatlam, inert taglik va isitgichdan iborat yarimo'tkazgichli sensorlar ishlab chiqilgan. Ushbu sensorlarni kichik o'lchamdagi, avtonom qurilmalarda muvaffaqiyatli ishlatishga imkon beradi. Ishlab chiqirilgan sensorlar atmosferada  $H_2S$  miqdorini REM va undan ko'p konsentratsiyalarda aniqlash uchun mo'ljallangan. Tadqiqotlar davomida ishlab chiqilgan sensorlarning metrologik xususiyatlari va ekspluatatsion parametrlari o'rganilgan. Ishlab chiqilgan  $Y aO \cdot S-H_2S$  yuqori aniqligi, takrorlanuvchanligi va tezkorligi bilan xarakterlanadi.

#### ADABIYOTLAR

1. Abdurakhmanov E., Abdurakhmanov B. M., Kholboev O. N. Development of an Automatic Analyzer for Monitoring Hydrogen Sulfide// International Journal of Psychosocial Rehabilitation, Vol. 24, Issue 05, 2020 p.6312-6319. ISSN: 1475-7192
2. Глебова Е.В., Голубев Ю.Д., Проснуров А.П., Янкович А.Х., Каширская Л.М. Оценка загрязнения воздуха при открытом складировании серы // Безопас. труда в промышленности. 1990. -№ 3. -С. 36-37
3. Перекрестов А.П. Влияние сероводорода на интенсивность коррозионно-механического изнашивания // Вестник машиностроения. 2006. -№ 9. -С.44.
4. Абдурахманов Б.М. Термокаталитическое автоматическое определение сероводорода в воздухе и технологических газах/Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук. Ташкент - 2009. 24 с.
5. ОАО НПФ «Геофизика» - Лаборатория «Информационно-измерительные системы ГТИ» <http://www.npf-geofizika.ru/leuza/index.html>
6. Мясников И.А., Сухарев В.Я., Завьялов С.А. Полупроводниковые сенсоры в физико-химических исследованиях // М.: Наука, 1991. -327с.
7. Обвинцева Л.А. Полупроводниковые металлооксидных сенсоры для определения химически активных газовых примесей в воздушной среде//Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), 2008, т. LI, № 2. - С.113-121.





UDK:546.722.547.53

Zayir AMINOV,

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti dotsenti, t.f.n

E-mail: aminovzair48@gmail.com

Madina ARIPOVA,

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti o'qituvchisi

Xojimurod MURODOV,

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti assistenti

O'zMU professori, t.f.d S.Nurmanov taqrizi asosida

#### STUDYING THE MECHANISM OF THE COMPLEX COMPOUND FORMATION PROCESS USING PHYSICO-CHEMICAL METHODS

Annotation

The interaction of the salt of V(+5) caprohydroxamic acid in aqueous solutions in a wide range of pH from 1,0 to 10,0 was studied by spectrophotometric method. The compositions of the formed complex compounds V(+5) at pH=2,0; 7,0; 9,0 were determinant methods of A.K.Babko and R.Foster. The instability constants of the formed complex compounds under these conditions have been calculated. The equation for the processes mechanisms of complex formation were proposed by studying the specific electrical conductivity of the systems at pH=2,0; 7,0; 9,0. Date acquisition will be useful in the development of photo colorimetric determination of vanadic composition in various samples.

**Key words:** ammonium vanadate, capryhydroxamic acid, spectrophotometric investigation, optical density, instability constant of complex compounds, specific electrical conductivity.

#### ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ МЕТОДАМИ

Аннотация

Изучение взаимодействие ванадата аммония с капрогидроксамой кислотой в водных растворах при значениях pH=2,0; 7,0; 9,0 с помощью спектрофотометрического метода. Методами А.К.Бабко и Р.Фостера определены составы образующихся комплексных соединений и рассчитаны значения их константы нестойкости в этих условиях. Изучением удельной электропроводности систем при pH=2,0; 7,0; 9,0 предложены механизмы процессов комплексообразования. Полученные данные служат как теоретическая основа фотоколориметрического метода определения содержания ванадия в образцах.

**Ключевые слова:** ванадий аммония, капрогидроксамовая кислота, спектрофотометрический анализ, оптическая плотность раствора, константа нестойкости комплексных соединений, удельная электропроводность.

#### KOMPLEKS BIRIKMA HOSIL BO'LISH JARAYONINING MEKANIZMINI FIZIK-KIMYOVIY USULLAR YORDAMIDA O'RGANISH

Аннотация

V(+5) tuzi bilan Kaprogidroksam kislota ta'sirlashishini eritmadagi pH=2,0; 7,0; 9,0 bo'lgan sharoitlarda spektrofotometrik usulda o'rganilgan. A.K.Babko va R.Foster usullari yordamida sistemada hosil bo'lgan komplekslarning tarkibi aniqlangan va beqarorlik konstantalari hisoblangan. Uch xil muhitda (pH=2,0; 7,0; 9,0)gi eritmalarda solishtirma elektr o'tkazuvchanlikni o'lchash natijalariga asoslanib kompleks birikmalar hosil bo'lish jarayoni mexanizmi haqida xulosa chiqarilgan. Olingan ma'lumotlar turli namunalarda V(+5) ning miqdorini aniqlovchi forokolorimetrik usul uchun nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

**Kalit so'zlar:** ammoniy vanadat, kaprogidroksam kislota, spektrofotometriya, optik zichlik, kompleks birikmaning beqarorlik konstantasi, eritmaning solishtirma elektro'tkazuvchanligi.

**Kirish.** Vanadiy turli xil oksidlanish darajasida va ion shakllarida birikmalar hosil qiladi. Ana shu sababli uning tabiiy birikmalari juda ko'p o'simliklar to'qimalarida uning miqdori  $10^{-4}$  %, inson va hasharotlar tanasida esa  $10^{-5}$ % atrofida saqlanishi tajribalar yordamida aniqlangan[1,2]. Vanadiy tirik organizmlarda sodir bo'ladigan oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida faol katalizator sifatida ishtirok etadi, makro miqdorda zaharlovchi (ayniqsa V(+5) birikmalari), mikromiqdordalarda esa tuproqni unumdor qiladi, o'simliklarning o'sishi va chorva hayvonlarini rivojlanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi [3]

Vanadiy, ferrovanadiy qotishmalarini olishda keng qo'llaniladi, chunki ular korroziyaga, yuqori harorat ta'siriga chidamliligi va qattiqligi bilan boshqa po'latlardan ustun turadi. Vanadiy birikmalarini keng miqyosda qo'llanilishi, uni turli namunalardagi miqdorini aniqlash usullarini yaratish dolzarb muammolardan biriga aylanmoqda.

Vanadiy ionlarini organik birikmalar bilan rangli xelat kompleks birikmalar hosil qilish jarayonini spektrofotometrik usulda o'rganib olingan natijalar asosida, fotokolorimetrik usul tavsiya etilgan [4]

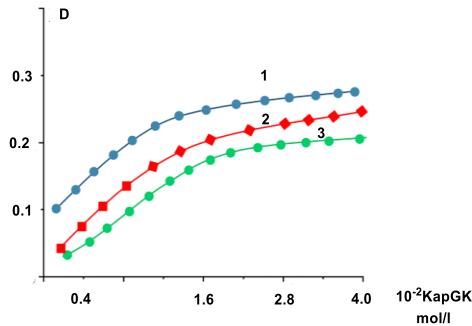
Organik moddalarning muhim sinfini tashkil etuvchi gidroksam kislotalarda -CONH-OH guruhi mavjud bo'lib, V(+5)ionlari bilan eritma pH ning o'zgarishiga bog'liq holda qizil (pH $\approx$ 2), sariq (pH $\approx$ 7), binafsha (pH $\approx$ 9) ranglardagi xelatlarini hosil qiladi [5,6,7,8]. Kompleks hosil bo'lish jarayonini suv-organik aralash erituvchilar muhitida o'rganish eritma rangi intensivligini, ya'ni reaksiyani sezgirligi va selektivligini o'rinishga olib keladi [5,6,7,8].

Ushbu maqolada ammoniy vanadat bilan Kaprogidroksam kislotasini (KapGK) C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>COHOH suvli eritmalarida pH=2,0; 7,0; 9,0 muhitida ta'sirlashish mexanizmini spektrometrik va konduktometrik o'rganish jarayonida olingan natijalar bayon etildi.

**Tajribani o'tkazishda foydalanilgan reaktivlar, asbob-uskunalar.** Ammoniy vanadat NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub> (kimyoviy toza), KapGK (Sigma Aldrich, CAS 7377-03-9) va NaOH, HCl fiksonallaridan foydalanib BC-3/6 Bidistilyatorida haydalgan suvdagi 0,1M eritmalaridan foydalanildi. Namunalardan tortim olishda DEMCOM DA-65C (aniqligi  $\pm 0,1$  mg) tarozi, eritmadagi pH qiymatini o'lchashda И-130 (Shisha elektrodi ЭСЛ-63 Г va kumush xloridli solishtirma elektrod ЭВЛ1-М3) ionomeri qo'llanildi. Reaktivlar va ular aralashmalarining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi ( $\kappa$ -kappa)ni Five Easy F30 (Mettler Tledo) markali konduktometrda o'lchandi. Rangli eritmalarining optik zichligini (D) o'lchashda КФК-2 (mos keluvchi yorug'lik filtrlari yordamida) fotoelektrokolorimetridan foydalanildi.

**Olingan natijalar va ularning muhokamasi.** Vanadiy (5+) ionlari suvli eritmadagi holati muhit pH ning qiymatiga bog'liq. Ishqoriy muhitda (pH ≈ 9) ortovanadat VO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, neytral muhitda (pH ≈ 7) metavanadat VO<sub>3</sub><sup>-</sup>, kislotali (pH ≈ 2) sharoitda esa vanadil VO<sub>2</sub><sup>+</sup> ionlari ko'rinishi shaklida uchraydi. [9].

Ammoniy vanadat va KapGK suvda rangsiz eritmalar, ammo ularning o'zaro ta'sirlashish mahsulotlari (pH ≈ 2) kislotali sharoitda qizil, (pH ≈ 7) neytral muhitda sariq, (pH ≈ 9) kuchsiz ishqoriy sharoitda binafsha rangli eritmalarini hosil qiladi. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar eritmalarini spektrofotometrik o'rganilganda yutilish spektrlarining maksimumi ultrabinafsha sohada ekanligi, ulardan hosil bo'lgan mahsulotlar eritmalar uchun λ<sub>max</sub>=465nm (pH ≈ 2), λ<sub>max</sub>=370nm (pH ≈ 7), λ<sub>1(max)</sub>=370nm va λ<sub>2(max)</sub>=520 nm (pH ≈ 9) da maksimal yutilishlar kuzatildi. pH muhitini turli qayimatlarida eritma rangini o'zgarishi V(5+) ning KapGK bilan har xil tarkibli kompleks birikmalarning hosil bo'lishi sabab bo'ladi. Spektrofotometrik usullarda kompleks birikmalarning tarkibini va beqarorlik konstantasini aniqlash maqsadida vanadate ammoniyni o'zgarimas konsentratsiyali eritmalarini KapGK ning orti boruvchi konsentratsiyali eritmalarini bilan to'yintirish jarayoni o'rganildi [10]. pH=2,0; 7,0; 9,0 sharoitlarda olingan KapGK konsentratsiyasi va eritma rangini optik zichligi (D) orasidagi bog'liqlik natijalari 1-rasmida keltirildi. Hosil bo'lgan kompleks birikmalarning tarkibini aniqlash [10] maqsadida koordinata o'qlariga lg  $\frac{D_x}{D_{max}-D_x}$  va lgC<sub>KapGK</sub> qiymatlari joylashtirilib, [V(5+) : KapGK] nisbati pH=2 muhitda 1:1 va 1:2, pH=7 muhitda 1:2 va pH=9 muhitda 1:2 yoki 1:3 nisbatlarda bo'lishi (2-rasm) aniqlandi [10]. Olingan natijalarning ishonchligini P.Фостер [11] metodida olingan ma'lumotlar ham tasdiqladi.

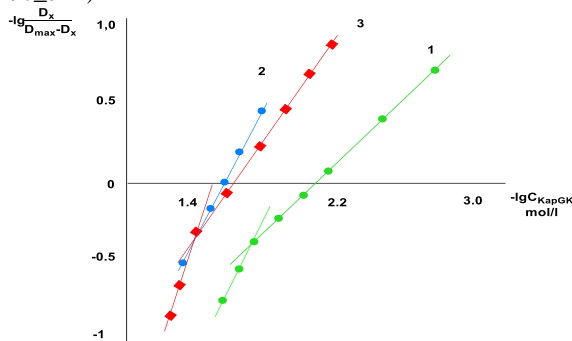


**1-rasm.** Ammoniy vanadat eritmalarini KapGK bilan to'yintirish jarayonida optik

zichlik (D) qiymatlarining o'zgarishi. C<sub>V(5+)</sub>=1,57·10<sup>-4</sup> mol/l, ℓ=10mm,

KФК, Fon-Vanadiy tuzidan boshqa komponentlarni saqlovchi eritma.

1. pH=2,0 (№4 yorug'lik filtri, λ=400±5nm)
2. pH=7,0 (№3 yorug'lik filtri, λ=440±5nm)
3. pH=9,0 (№5 yorug'lik filtri, λ=490±5nm)



**2-rasm.** V(5+) ning KapGK bilan hosil qilgan kompleks birikmalari tarkibini

aniqlash grafiklari: 1. pH=2,0; 2. pH=7,0; 3. pH=9,0.

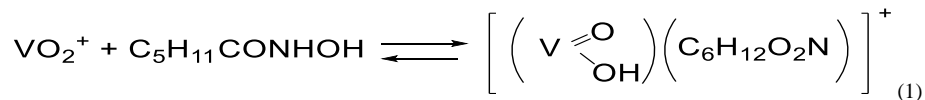
Eritmada hosil bo'lgan 1:1, 1:2, 1:3 nisbatdagi tarkibli kompleks birikmalarning konsentratsion beqarorlik konstantalari qiymati bir-biriga bog'loq bo'lmagan ikki [10,11] usulda hisoblandi, ularga matematik statistikaning ishonchlik darajasi P=0,95 bo'lgan usul bilan ishlov berildi va olingan natijalar quyidagicha bo'ldi.

pH=2,0 sharoitda pK<sub>1</sub>=1,82 va pK<sub>2</sub>=4,12

pH=7,0 sharoitda pK<sub>2</sub>=4,13

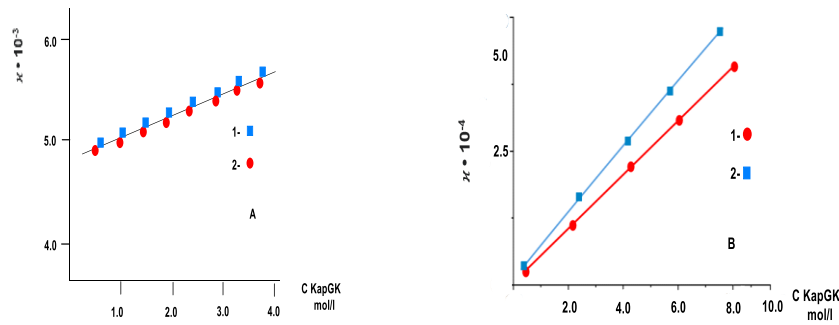
pH=9,0 sharoitda pK<sub>2</sub>=4,10 va pK<sub>3</sub>=5,64

V(5+) ionlari eritma sharoitida turli ion shakillarida uchraydi [9,12]. Kislotali muhitda VO<sub>2</sub><sup>+</sup> vanadil ionlari holida bo'ladi va uni KapGK bilan 1:1 va 1:2(pH=2,0) tarkibli kompleks xelatlar hosil qilishi quyidagi (1) va (2) tenglamalarga muvofiq amalga oshadi.



Ushbu tenglamalarga muvofiq kompleks birikmalar hosil bo'lishini eritmalarining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi o'lchash natijalari ham tasdiqladi.

Ammoniy vanadatin o'zgarimas konsentratsiyali eritmalariga KapGK ning ortib boruvchi miqdorlarini qo'shib tayyorlangan eritmalarining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi qiymatlarini KapGK konsentratsiyasiga bog'liqligi 3-rasm (A) da tasvirlangan.

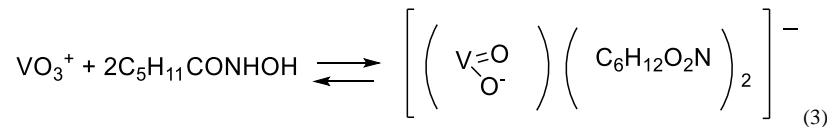


**3-rasm.** pH=2,0 (A) va pH=9,0 (B) muhitli eritmalarida solishtirma elektr o'tkazuvchanlik ( $\alpha$ ) ni KapGK konsentratsiyasiga bog'liq o'zgarishi.

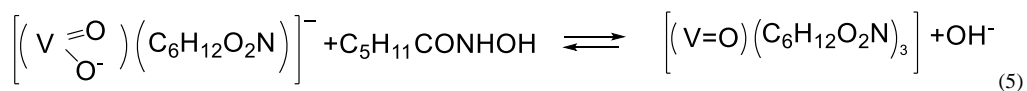
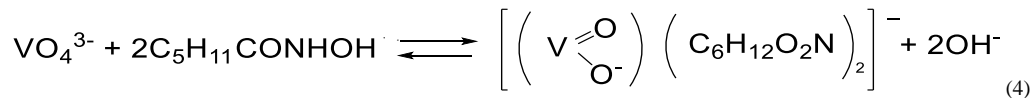
1. KapGK eritmalarida.

2. Komplekslar eritmalarida.  $C_{V(5+)}=1,57 \cdot 10^{-4}$  mol/l.

Olingan natijalar (1) va (2) tenglamalarning to'g'ri ekanligini tasdiqlaydi, ya'ni jarayonda elektr o'tkazuvchanlik ortishiga sabab bo'luvchi harakatchan yangi ionlar hosil bo'lishi kuzatilmaydi. Neytral muhitda (pH=7,0) ham eritmalarida elektr o'tkazuvchanlik yuqorida bayon etilgandek xarakterda bo'lishi kuzatildi. Ammo pH=7,0 bo'lgan eritmada  $VO_3^-$  meta vanadate [12] ionlari (3) tenglamaga muvofiq tarkibi 1:2 bo'lgan kompleks birikmani hosil qiladi.



Eritmalarning muhiti ishqoriy (pH  $\approx$  9,0) bo'lganda ortovanadat  $VO_4^{3-}$  ion eritmada hosil bo'ladi [12] va V(5+) bilan KapGK ta'sirlashishidan 1:2 va 1:3 tarkibli xelatlar hosil bo'ladi va jarayonga (4) va (5) tenglamalar mos keladi.



Kompleks birikmalar hosil bo'lishi harakatchan  $OH^-$  ionlarini ajralishi bilan amalga oshadi natijada eritmaning elektr o'tkazuvchanligi ortadi.  $VO_4^{3-}$  ioniga to'g'ri keladigan elektro'tkazuvchanlik ajratib tashlangandan so'ng KapGK nikiga nisbatan kompleks birikmalar eritmalarining elektro'tkazuvchanligi yuqori qiymatlarda bo'lishini 3-rasm(B) da keltirilgan ma'lumotlar ko'rsatib turibdi.

**Xulosa.** V(5+) ioni KapGK bilan ta'sirlashishi pH ni turli qiymatlarida 1:1, 1:2, 1:3 tarkibli kompleks birikmalarining hosil bo'lishi bilan amalga oshishi spektrometrik va konduktometrik usullarda olingan ma'lumotlar asosida tasdiqlandi. Olingan natijalardan V(5+) miqdorini fotokolorimetrik usulda aniqlash metodini yaratishda nazariy manba sifatida foydalanish mumkin.

#### ADABIYOTLAR

1. Рошин А.В. Ванадий и его соединения. - М: Медицина, 1968.
2. Кузьмичева М.Н. Определение ванадия в биологических материалах // Гигиена и санитария. – 1966.
3. Фримантл М. Химия в действии, II часть. – М: Мир, 2015 г
4. Назаров И.Г., Вердизаде Н.А., Кулиева К.А., Амрахов Т.И., Залов А.З., Ширалиева С.М. Экстракционно-фотометрическое определение ванадия в нефти и продуктах его переработки. // АН Азерб. Институт Неорганической и Физической Химии, Некоторые вопросы геохимии и химии, 1997
5. Аминов З., Мусаева С., Взаимодействие ванадата аммония с капрогидроксомовой кислотой в смешанных растворителях. // Материалы Республиканской конференции, Ташкент, 2016 г.
6. Аминов З., Хусанов Э., Исследование взаимодействие V(5+) с капрогидроксомовой кислотой в водно-ацетоновых растворителях // Сб. трудов Ташкентского химико-технологического института, 2021 г.
7. Aminov Z., Aripova M., Murodov N. Investigation of the process of interaction of v(+5)with caprohydroxamic acid in aqueous alcohol solutions // Central Asian journal of medical and natural sciences, Mar-Apr 2022. ISSN: 2660-4159
8. Аминов З., Хусанов Э. Взаимодействие V(5+) с бензгидроксомовой кислотой водно-пропанольных растворах. // Материалы Республиканской конференции, Самарканд, 2019 г.
9. Ивакина А.А., Фотиева А.А. Химия пентавалентного ванадия в водных растворах. – Свердловск: Академия наук СССР, Уральский научный центр, 1971.
10. Бабко А.К. Физико-химический анализ комплексных соединений в растворе. - Киев, 5-изд. 2005 г.
11. Foster R., Wardley A.A. // J.Chem. soc. -1983. – P. 6817
12. Бабко А.К., Гридчина Г.Н. Равновесие ионов V(5+) в растворе // Ж.неорган. химии. - 1978. –т. 13.-№ 11. - С 3029.



UDK:553.661.183.556

**Madina ARIPOVA,**  
Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti o'qituvchisi  
E-mail:madina3429149@gmail.com  
**Orif QODIROV,**  
O'zbekiston Milliy univertiteti dotsenti  
**Sevara XUDAYBERGANOVA,**  
Toshkent davlat texnika universiteti kata o'qituvchisi, PhD

TDTU professori, k.f.d M.Karimov taqrizi asosida

### SYNTHESIS OF SYNTHETIC NaX ZEOLITES

Annotation

The possibility of obtaining synthetic NaX zeolites based on local raw materials - feldspar - has been studied. The physicochemical properties of the raw materials and samples of NaX zeolite, the elemental and phase composition, the degree of crystallinity, the possibility of zeolite formation have been studied using modern tools and research methods: energy-dispersive X-ray fluorescence, FTIR, X-ray structural analysis, TGA, DTA. It has been shown that it is possible to obtain synthetic low-modulus NaX zeolites based on feldspar by the hydrothermal method in the temperature range of 150-300 °C, for 20-100 hours of experiments, under conditions of different component ratios. It has been established that the minimum temperature of NaX zeolite formation is 250 °C, and the minimum process time is 40 hours. The TGA and DTA results showed that the required temperature for 50% decomposition of the substance is 260 °C, and the ash content of the sample at 500 °C is 34.5%.

**Key words:** feldspar, hydrothermal synthesis, zeolite NaX, structure, adsorption, thermal analysis, X-ray phase analysis.

### СИНТЕЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕОЛИТОВ NaX

Аннотация

Изучена возможность получения синтетических цеолитов NaX на основе местного сырья - полевого шпата. Физико-химические свойства сырья и образцов цеолита NaX, элементный и фазовый состав, степень кристалличности, возможность образования цеолитов изучены с использованием современных инструментов и методов исследования: энергодисперсионной рентгенофлуоресценции, FTIR, рентгеноструктурного анализа, ТГА, ДТА. Показано, что можно получить синтетические низкомолекулярные цеолиты NaX на основе полевого шпата гидротермальным методом в интервале температур 150-300 °C, за 20-100 часов экспериментов, в условиях различных соотношений компонентов. Установлено, что минимальная температура образования цеолитов NaX составляет 250 °C, а минимальное время процесса – 40 часов. Результаты ТГА и ДТА показали, что необходимая температура для 50% разложения вещества составляет 260 °C, а зольность образца при 500 °C составляет 34,5%.

**Ключевые слова:** полевой шпат, гидротермальный синтез, цеолит NaX, структура, адсорбция, термический анализ, рентгенофазный анализ.

### SINETIK NaX SEOLITLAR SINTEZ QILISH

Аннотация

Mahalliy xom ashyo – dala shpati asosida sintetik NaX seolitlar olish imkoniyatlari o'rganildi. Xom ashyo hamda olingan NaX seolitlar namunalarning fizik-kimyoviy xossalari, element hamda fazaviy tarkiblari, kristallik darajasi, seolitlarning hosil bo'lish ehtimoli zamonaviy tadqiqot vositalari hamda usullari: energodispersion rentgen fluoressent, FTIR, rentgen difraksiyasi, TGA, DTA usullari bilan tadqiq etildi. Gidrotermal usulda komponentlar nisbati turlicha bo'lgan sharoitda 150-300 °C temperatura oralig'ida, 20-100 soatlik tajribalarda dala shpati asosida sintetik, quyi modulli NaX seolitlar olish mumkinligi ko'rsatildi. NaX seolitlar hosil bo'lishi uchun minimal temperatura – 250 °C, jarayonning eng kam vaqti – 40 soat ekanligi aniqlandi. TGA, DTA natijalaridan 50% modda parchalanishi uchun zarur temperatura 260 °C ni, 500 °C namunaning kul qoldig'i 34.5% ni tashkil etishi ko'rsatildi.

**Kalit so'zlar:** dala shpati, gidrotermal sintez, seolit NaX, struktura, adsorbsiya, termik analiz, rentgenfazaviy analiz.

**Kirish.** Neft-gaz sanoati murakkab kimyoviy aralashmalarini ajratish, tozalash uchun sintetik seolitlar olish muhim ahamiyatga ega bo'lib, seolitlarning yillik ishlab chiqarish hajmi bir necha million tonnani tashkil etishi mavzuning dolzarbligini ko'rsatadi.

Sintetik seolitlarni arzon xom ashyolar asosida, sodda texnologik jarayonlar orqali ishlab chiqarish masalasi hamon o'z dolzarbligini saqlab qolmoqda. Chunki, mamlakatimizda tabiiy manbalarning yo'qligi, uning ustiga sintetik seolitlar olish borasidagi tadqiqotlar laboratoriya bosqichidan nariga o'tmayotganligi bu borada qilinishi lozim ishlar ko'pligini ko'rsatadi.

**Mavzuga oid adabiyotlarning sharhi.** O'zbekistonda tabiiy seolitlar konlari mavjud emas. Shu sababli mahalliy xom ashyolar asosida yuqori samaradorlikka ega sintetik seolitlar olish usullarini ishlab chiqish muhim ahamiyatga ega bo'lib, import o'rini bosishi hisobiga valyuta mablag'larini tejashga imkon beradi.

Amaliyotda keng qo'llanilayotgan seolitlar asosan yirik konlardan olingan tabiiy seolit saqlagan xom ashyoni qayta ishlash orqali olingan mahsulotlardir. Ilk marta nefelen konsentratidan foydalanib, X tipidagi seolit olingan. Sintez sharoitlari ham yetarli darajada yumshoq bo'lib, 95 °C sa 24 soat davomida olishga erishilgan ( $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=4,8$ ;  $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2=2,4$ ;  $\text{H}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}=40$ ) [1]. Bundan tashqari sintez uchun yaroqli turli xom ashyolar masalan, kaolin, dala shpati [2], tarkibida 30-40 % tabiiy seolit saqlagan xom ashyolar [3] boshqalardan foydalanib, seolitlar olish borasida tadqiqotlar olib borilmoqda. Tabiiy seolitlar keng tarqalgan minerallar bo'lishi bilan birga, ular orasida zarur darajada adsorbsion xossalarga ega bo'lganlari nisbatan kam bo'lib, buning ustiga turli metallar birikmalari bilan qo'shilgan holda uchrashi ularning xossalari yanada o'zgartiradi [4]. Ion almashinuvchilar, adsorbentlar, katalizatorlar, molekular elaklar sifatida seolitlardan foydalanish imkoniyatlari keng tadqiq etilmoqda [5]. Adsorbsion jarayonlarga qo'llash uchun mo'ljallangan seolitlar quyi modulli (mol nisbati  $\text{Si}:\text{Al} \leq 2,8$ ) bo'lib, A, X va Y tiplarga bo'linadi (mos ravishda  $\text{Si}:\text{Al} \approx 1; 1,2; 2,4$ ). Seolit tarkibiga kirgan kationning o'lchami "kirish oynasi" o'lchamini belgilaydi va uning qo'llanish sohasiga ta'sir ko'rsatadi [6].

Yuqoridagilardan kelib chiqib, dala shpati asosida sintetik seolitlar olish borasida tadqiqotlar olib borish zarurati mavjudligini qayd etish lozim. Ushbu ishda Samarqand viloyati hududida mavjud bo'lgan ayrim minerallardan sintetik seolitlar olish imkoniyatini o'rganish bo'yicha olib borilgan tajribalar natijalari keltirilgan.

**Tajribaviy qism. Xomashyo va mahsulotlarning element tarkibini aniqlash.** Mahalliy xom ashyo minerallari bo'lmish Samarqand viloyati Nurobod tumani Sazag'an MFY hududidan olingan namunalarning rentgen fluoressent (NexDE, Rigaku, Yaponiya) usulida element hamda oksid analizi o'tkazildi [7]. Analiz natijalariga ko'ra № 1-hududdan olingan namunaning asosiy oksid tarkibi quyidagicha ekanligi aniqlandi: Na<sub>2</sub>O(4.45); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (12.6); SiO<sub>2</sub> (73.5); K<sub>2</sub>O (5.11); CaO (1.86); Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1.37) va boshqa komponentlar. Olingan natijalardan Si:Al nisbati 4.96 bo'lib, quyi- va o'rta modulli seolit olishga imkon berishini ko'rish mumkin. Qolgan ba'zi metallar hamda metallmaslarning oksidlari umumiy miqdori 0.209% bo'lib, kamligi sababli inobatga olinmadi.

**Dastlabki xomashyoning fazaviy tarkibini aniqlash.** Tajribalarning keyingi bosqichi namunalarning rentgen spektrlarini tahlil etish bo'yicha olib borildi. Tajribalar geologik yotqizilarning kristallik xususiyatlarini aniqlash kukunli difraktometr XRD-6100 (Shimadzu, Japan) uskunasi bilan amalga oshirildi. Olingan natijalar ma'lumotlar bazasi bilan taqqoslanib, tahlil etilganda namunaning mineral tarkibi quyidagicha ekanligi aniqlandi: Kvars (32,37); Albit (7,22); Mikroklin (29,01); Muskovit (1,98); Zirkon (0,067); Ortoklaz (1,73); Plagioklaz\_oligoklaz (26,33) va boshqa komponentlar kam miqdorda. Qolgan minerallar umumiy miqdori 3,09% ni tashkil etadigan bir necha ko'rinishlardan iborat.

**Sintetik NaX seolit sintez qilish.** Keyingi tajribalar gidrotermal usulda sintetik seolit olish yo'nalishi bo'yicha olib borildi. Buning uchun dastlabki xom ashyo ma'lum darajaga qadar maydalandi. Taqribiy maydalangan minerallar namunasi turli nisbatlarda o'yuvchi natriyning to'yingan eritmasi bilan aralastirildi, namunalar to'liq botishi uchun yetarli darajada distillangan suv quyildi. So'ngra yopiq reaktorda, gidrotermal usulda naminalar 150-300 °C da 20-100 soat davomida qizdirildi. Olingan massa distillangan suvda yaxshilab yuvildi, quritildi.

Komponentlar nisbatining hamda reaksiya sharoiti (temperatura hamda reaksiya davomiyligi) ning mahsulot tarkibiga ta'sirini baholash maqsadida komponentlar nisbati va sharoit turlicha rejimlarda jarayon olib borildi. Quyidagi 1-jadvalda olib borilgan tajribalar natijalari keltirilgan:

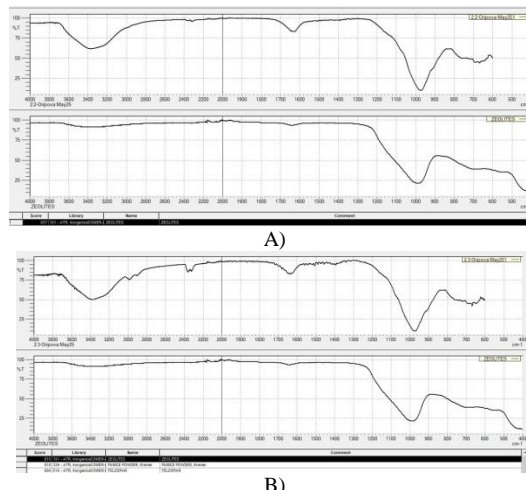
1-jadval. Komponentlar nisbatining seolit hosil bo'lish jarayoniga ta'siri

№	Komponentlar nisbati, %			Izoh
	Dala shpatini	Kaolin	NaOH	
1	95	0	5	Barcha holatlarda seolitlar hosil bo'ldi*
2	94	1	5	
3	92	3	5	
4	90	5	5	
5	85	10	5	

\*-seolitlar hosil bo'lganligi IQ-spektrlari yordamida aniqlandi

**Seolitlar hosil bo'lish jarayoniga jarayon temperaturasi va vaqtning ta'siri.** Keyingi tajribalarda bir xil temperatura va turli vaqt mobaynida seolitlar olish imkoniyatlari tadqiq etildi. Tajribalar 250 °C da 96 soatgacha vaqt mobaynida gidrotermal usulida sintez qilish bo'yicha olib borildi, olingan natijalardan, temperaturaning 250 °C da eng kamida 40 soat vaqt mobaynida seolit olish mumkinligi ko'rsatildi.

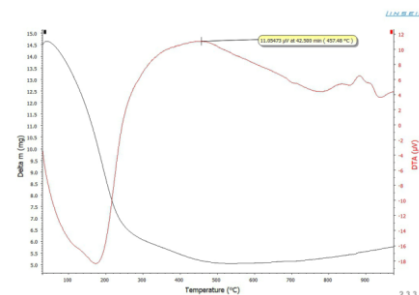
**Sintez qilingan seolitlarni IQ-spektroskopik usulida tadqiq qilish.** Olingan mahsulotlarning seolit ekanligini dastlabki sinash ishlarini amalga oshirish uchun, IQ (IRaffinity-1S, Shimadzu, Yaponiya) spektrlari olindi va ma'lumotlar bazasi bilan solishtirildi. Quyida namunani 250 °C da 60 soat davomida o'tkazilgan tajribalarda olingan mahsulotning IQ-spektri keltirilgan (1-rasm). Olingan ma'lumotlar, xususan, IQ-spektrini baza bilan solishtirib, uning seolitlarga xos spektr bilan o'xshash ekanligi, binobarin, sintez natijasida qo'yilgan maqsadga erishilgan, degan xulosa chiqarishga imkon beradi.



1-rasm. Komponentlar nisbati turlicha: A) Dala shpatining o'zi; B) Dala shpatini va kaolin qo'shilgan namunalardan olingan seolitlar IQ-spektrlari

IQ-spektr natijalaridan, tarkibiga kaolin qo'shilgan va qo'shilmagan namunalarning barchasida seolitlar hosil bo'lganligini ko'rish mumkin. Bundan, dala shpatining o'zidan ham seolitlar olish mumkinligi to'g'risida xulosa chiqarish mumkin.

**NaX seolitlarning termik analizi.** Sintez qilingan NaX seolitlar namunasining termik xususiyatlari STA PT1600 (Linseis, Germaniya) TGA, DSC analizatorida tekshirildi. Tekshirish uchun 10-15 mg namunalar olindi va xona haroratidan to 900 °C gacha termik xususiyatlari tadqiq etildi (2-rasm). Termik parchalanish natijalaridan ko'rishimiz mumkinki, namunaning asosiy parchalanishi 50-60 °C dan boshlanib, 50% modda parchalanishi uchun zarur temperatura 260 °C ni tashkil etadi. 260-500 °C oralig'ida namunaning qolgan qismi parchalanib, jami 65,5% massa kamayishi kuzatiladi. Kul qoldig'i miqdori 34,5%.

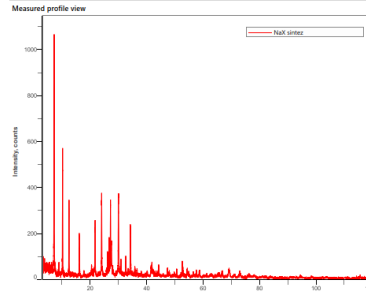


2-rasm. Sintez qilingan NaX seolitining TGA va DTA natijalari



Temperaturaning 180 °C gacha endotermik, undan keyin esa ekzotermik effekt kuzatiladi. 180-457.48 °C oralig'ida kuzatiladigan ekzotermiklar namu tarkibidagi komponentlarning havo kislorodi bilan oksidlanishi natijasidir.

**NaX seolilarning kristallik darajasi, fazaviy holatlarini aniqlash.** Namunalarning fazaviy holatlari, kristallik darajalari singari parametrlari kukun rentgen difraksiyasi usulida tadqiq etildi (Maxima, XRD-7000, Shimadzu, Yaponiya). Jarayon parametrlari: elektromagnit nurlanish manbai - Cu K $\alpha$  ( $\lambda=0.1544$  nm), kuchlanish – 40 kV, tok kuchi – 15 mA, 2 $\theta$  scanerlash 3° dan 120° gacha, scanerlash qadami – 0.01°, tezligi – 2,4°\*min<sup>-1</sup>, tirqish kengligi – 0.3 nm. Olingan natijalar quyidagi 3-rasmida keltirilgan.



3-rasm. Sintez qilingan NaX seolitining RFA natijalari

Sintez qilingan NaX seolit namunalarning RFA natijalari tijoriy maqsadlarda mavjud seolitlarning natijalari bilan solishtirilganda, kristallik darajasining o'zaro yaqin ekanligi kuzatildi.

**Xulosalar.** Mahalliy xom ashyo - dala shpati asosida sintetik NaX seolitlar olish imkoniyatlari o'rganildi. Xom ashyo hamda olingan NaX seolitlar namunalarning fizik-kimyoviy xossalari, element hamda fazaviy tarkiblari, kristallik darajasi, seolitlarning hosil bo'lish ehtimoli zamonaviy tadqiqot vositalari hamda usullari: energodispersion rentgen fluoressent, FTIR, rentgen difraksiyasi, TGA, DTA usullari bilan tadqiq etildi. Hidrotermal usulda komponentlar nisbati turlicha bo'lgan sharoitda 150-300 °C temperatura oralig'ida, 20-100 soatlik tajribalarda dala shpati asosida sintetik, quyi modulli NaX seolitlar olish mumkinligi ko'rsatildi. NaX seolitlar hosil bo'lishi uchun minimal temperatura – 250 °C, jarayonning eng kam vaqti – 40 soat ekanligi aniqlandi. Mahsulotlarning IQ-spektrlarini ma'lumotlar bazasi bilan taqqoslash orqali ularning seolitlar ekanligi birlamchi tekshirishlarda qayd etildi. TGA, DTA natijalaridan 50% modda parchalanishi uchun zarur temperatura 260 °C ni, 500 °C namunaning kul qoldig'i 34.5% ni tashkil etishi ko'rsatildi.

#### ADABIYOTLAR

1. Шайдулина А.А. Разработка технологии получения цеолитов и гидроксида алюминия при переработке нефелинового концентрата // Автореф. дисс... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2019.
2. Рахимов Р.С., Бадритдинова Ф.М., Кодиров О.Ш. Рентгенофазное исследование минералогического состава полевого шпата для получения цеолита на его основе // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2023. 6(111). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15658>
3. Казанцева Л.К. Формирование ячеистой структуры и технология пеноматериалов из цеолитсодержащего сырья // Автореф. дисс... доктора техн. наук. Томск, 2001 г. 42 -с.
4. Anthony, J.L., Davis, M.E. Assembly of Zeolites and Crystalline Molecular Sieves // In M Adachi and DJ Lockwood (Eds) Self-Organized Nanoscale Materials. – New York: Springer Science – 2006. – P. 159–185.
5. Baerlocher, C.h. et al. Atlas of Zeolite Framework types/ C.h.Baerlocher, L.B.McCusker, F.H. Olson // 6th revised edition. Amsterdam: Elsevier: — URL: <https://www.elsevier.com/books/atlas-of-zeolite-framework-types/baerlocher/> 978-0-444-53064-6 (дата обращения: 3.09.2019).
6. Prokof'ev, V.Yu. Preparation of granulated LTA and SOD zeolites from mechanically activated mixtures of metakaolin and sodium hydroxide / V.Yu. Prokof'ev, N.E. Gordina // Applied Clay Science. – 2014. – Vol. 101, November. – P. 44–51.
7. Арипова М.Х. и др. Получение низкомолекулярных синтетических цеолитов на основе местного сырья (сообщение 1) // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. 2022. 2(92). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/12967>



UDK: 543.422.3-76

**Maral ASKAROVA,**  
Nukus davlat pedagogika instituti o'qituvchisi  
**Ug'lay ABDURAXMANOVA,**  
Guliston davlat universiteti professori, b.f.d  
E-mail: ugi\_lay.912@mail.ru

O'zR FA akad. O.S.Sodiqov nomidagi Bioorganik kimyo instituti professori, k.f.d A.Matchanov taqrizi asosida

### GOSSIPOLNING AZOT TUTGAN HOSILALARINING OG'IR METALLAR ANALIZIGA QO'LLANILISHI

Аннотация

Maqolada gossipolning azotli hosilalarining simob va qo'rg'oshin metalli ionlari bilan kompleks hosil qilishi uchun optimal sharoit tanlandi. Tanlangan optimal sharoitda optik zichlik bilan GAH-1 reagenti bilan  $\lambda_{\text{Hg(II)}}=470$  nm,  $\lambda_{\text{Pb(II)}}=450$  nm to'lqin uzunligida eritma muhiti  $\text{pH}_{\text{Hg(II)}}=4,9$ ,  $\text{pH}_{\text{Pb(II)}}=5,7$  ga teng bo'lganda, simob (II) va qo'rg'oshin (II) ionlari bilan GAX-1 reagentining hosil qilgan kompleksining tarkibiy mollari 1:1 nisbatga to'g'ri kelishi aniqlandi.

**Kalit so'zlar:** gossipolning azotli hosilasi, simob, qo'rg'oshin, pH, izomolyar seryalar, spektrofotometriya.

### APPLICATION OF NITROGEN-CONTAINING DERIVATIVES OF GOSSYPOL TO HEAVY METALS ANALYSIS

Annotation

In the article, optimal conditions were chosen for the formation of complexes of nitrogen derivatives of gossypol with metal ions of mercury and lead. Under the selected optimal conditions, the solution medium  $\text{pH}_{\text{Hg(II)}}=4,9$ ,  $\text{pH}_{\text{Pb(II)}}=5,7$  with the GAH-1 reagent at the wavelength of  $\lambda_{\text{Hg(II)}}=470$  nm,  $\lambda_{\text{Pb(II)}}=450$  nm when the component moles of the complex formed by the GAX-1 reagent with mercury (II) and lead (II) ions correspond to a ratio of 1:1 was determined.

**Key words:** nitrogen derivative of gossypol, mercury, lead, pH, isomolar series, spectrophotometry.

### ПРИМЕНЕНИЕ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ПРОИЗВОДНЫХ ГОССИПОЛА ДЛЯ АНАЛИЗА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Аннотация

В статье выбраны оптимальные условия образования комплексов азотистых производных госсипола с ионами металлов ртути и свинца. Определена оптическая плотность в подобранных оптимальных условиях с реагентом GAH-1 на длине волны  $\lambda_{\text{Hg(II)}}=470$  nm,  $\lambda_{\text{Pb(II)}}=450$  nm и составляет  $\text{pH}_{\text{Hg(II)}}=4,9$ ,  $\text{pH}_{\text{Pb(II)}}=5,7$ . Установлено, что мольный состав комплекса реагента GAX-1 с ионами ртути (II) и свинца (II) равен 1:1.

**Ключевые слова:** азотсодержащее производное госсипола, ртуть, свинец, pH, изомольная серия, спектрофотометрия.

**Kirish.** Adabiyotlarda mualliflar tomonidan o'zining tuzilishi va tarkibi jixatdan elektronodonor xususiyatlariga ega bo'lgan atomlar saqlagan gossipol va uning hosilalarining tuzilishi, stereokimyosi va tautomeriyasi uning ba'zi fizik-kimyoviy xususiyatlariga bog'liqligi to'g'risidagi tadqiqot ishlari nazariy jixatdan ko'plab e'lon qilingan, lekin uning metallar analizidagi axamiyatiga doir tadqiqotlar ko'p emas. Gossipol azotli hosilasining simob va qo'rg'oshin metalli ionlarini sanoat oqava suvlari, ruda va qotishmalarning namunalari, shuningdek, ba'zi biologik namunalar tarkibidan spektrofotometrik aniqlash, ajratib olish va miqdorini nazorat qilish uchun yangi selektiv analitik reagentlar yaratishga bag'ishlangan ushbu tadqiqot ishi analitik kimyoning dolzarb muammolaridandir.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Mualliflar tomonidan olib borilgan ilmiy izlanishlar natijasida og'ir va zaharli metallarning (kadmiy va qo'rg'oshin) mikro miqdorini aniqlash uchun spektrofotometr usulidan foydalanilgan. Bunda mureksid Cd(II) va Pb(II) kuchsiz kislotali hamda asosli eritmalarida ( $\text{pH } 3-9$ ) 483 va 504 nm da yutilish maksimumlari bilan to'q sariqdan qizg'ish ranggacha bo'lgan xelatlar tipidagi kompleks birikmalar hosil qilgan. Hosil bo'lgan komplekslarning vaqtga nisbatdan eritmadagi barqarorligi 3 soat bo'lgan. Cd va Pb uchun  $\epsilon$  qiymatlari mos ravishda  $11856 \text{ l mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  va  $2422 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  teng ekanligi aniqlangan. Aniqlangan maqbul sharoitlar asosida DG sohasi  $0,5-7,0 \text{ mg/l}^{-1}$  Cd va  $0,75-12,0 \text{ mg/l}$  Pb uchun chiziqli kalibrash egri chiziqdari ishlab chiqilgan. Xelatning stexiometrik tarkibi 1:2 (metall ion: mureksid) mol nisbatda bo'lgan. Ayrim xalaqit beruvchi ionlarning o'rtacha darajasi Pb(II) va Cd(II) ionlarini aniqlashga xalaqit qilmagan [1-3].

Maqolada Pb(II) ionini sabzavot namunalarida 2-[(6-metoksi-2-benzotiozoli) azo]-4-metoksifenol(6-MBTAMF) yordamida aniqlashning yangi sezgir va aniq spektrofotometrik usuli ishlab chiqilgan. Reagent va Pb(II) kompleks tavsifi IQ-, UB spektrofotometriya, element tahlili, energiya dispersion rentgen spektroskopiyasi hamda  $^1\text{H}$  YaMR va  $^{13}\text{C}$  YaMR spektroskopiyasi usullarini o'z ichiga olgan. Usul Pb(II) ning 6-MBTAMF reagenti bilan neytral muhitda 670 nm da maksimal yutilishga ega bo'lgan yashil-qizil kompleks birikma hosil qilish reaksiyasiga qaratilgan. Muhitning pH, reagentning hajmi, reagent konsentratsiyasi va vaqt ta'siri kabi maqbul sharoitlar ham sinchkovlik bilan o'rganilgan [3-5]. Oldingi tadqiqotlarimizda [6-7] gossipol atsetatning temir (III), simob (II) va qo'rg'oshin (II) ionlariga spektrofotometrik analizi o'rganilgan [6-7].

Tadqiqot ishining maqsadi gossipolning azot saqlagan hosilasi (GAX-1) asosida og'ir va zaharli metallardan simob va qo'rg'oshin metalli ionlarini miqdoriy o'rganishda analizning to'g'riligi, qayta takrorlanuvchanligi, tanlanuvchanligi kabi ijobiy metrologik xarakteristikalariga ega bo'lgan spektrofotometrik analiz usulini ishlab chiqishga qaratilgan.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Tadqiqot uchun kimyoviy toza (k.t.) va analiz uchun toza (a.u.t.) kvalifikatsiyali kimyoviy reaktivlar, shuningdek, material va uskunalaridan foydalanildi.

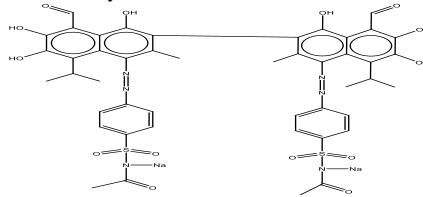
**Ish eritmalarini tayyorlash:** Tadqiqotlar uchun texnik gossipolning azotli hosilasi (GAX-1) reagenti bilan kompleks hosil qiladigan simob va qo'rg'oshin tuzi standart eritmasini  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  va  $\text{PbCl}_2$  (a.u.t.) tuzlaridan tayyorlandi. Yangi tayyorlangan  $\text{NaOH}$  -ishqor va mineral kislotalar eritmalarini va organik erituvchilardan foydalanildi. Eritmalarining nur yutish koeffitsientlarini "UV/Vis spectrophotometr Optizen III" (Janubiy Korea) spektrofotometrida, qalinligi 1 sm ( $l=1$ ) bo'lgan kyuvetalarda o'lchandi. Eritmalar muhiti pH/ mV/ TEMP Meter R 25 pH metrida nazorat qilindi.

**Aniqlash metodikasi:** Simob va qo'rg'oshin metalli ionlarini metalning GAX-1 reagenti bilan kompleks hosil qilish reaksiyalari kimyosini o'rganish uchun spektrofotometrik usul qo'llanildi. simob va qo'rg'oshin metalli ionlarining gossipolning azotli hosilalari bilan kompleks hosil

$Me - R_{расчет}$  qilish reaksiyasining optimal sharoitini aniqlandi, kompleksining dastlabki yutilish spektri, eritma muxiti va boshqa parametrlar ham o'rganildi.

**Tahlil va natijalar.** Gossipolning azotli hosilasi rangi to'q qizil –rangli, amorf ba'zi organik erituvchilarda erish xususiyatiga ega bo'lgan tabiiy biologik faol modda. Gossipol molekulasida tarkibida turli xil qutbli guruhlalar bo'lishi bilan bir qatorda, naftalin qoldig'ida gidrofob xususiyatini keltirib chiqaruvchi va uning eruvchanligiga ta'sir qiluvchi guruhlalar ham mavjud.

Gossipolning azot tutgan hosilalsining sturukturaviy formulasi:

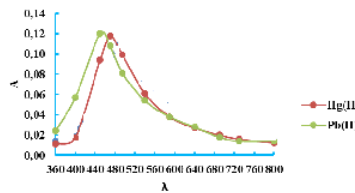


1-jadval

Ayrim metall ionlarining GAH-1 reagenti bilan sifat reaksiyalari

№	Metall ionlari	Rang intensivligi (pH=5,5)	
		GAH-1 (To'q qizil)	Kompleks rangi
1.	Pb <sup>2+</sup>		sariq
2.	Hg <sup>2+</sup>		sariq

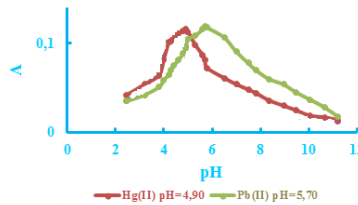
Jadvaldagi ma'lumotlaridan (1-jadval) ko'rinib turibdiki, GAH-1 reagenti bilan Pb<sup>2Q</sup> va Hg<sup>2Q</sup> ionlarining rangli komplekslar hosil qilishi (reagent eritmasi rangi o'zgaradi) hamda metall ionlarining rangsiz eritmalarida rang hosil bo'lishi reagent va metall ionlari o'rtasida o'zaro ta'sir borligini bildiradi. Hg<sup>2Q</sup>(sariq) va Pb<sup>2Q</sup>(sariq) ionlari bilan barqaror komplekslar hosil bo'ladi, bu esa Hg<sup>2Q</sup> va Pb<sup>2Q</sup> ionlarini aniqlashning yangi spektrofotometrik usullarini ishlab chiqish imkonini beradi. Kompleks eritmasining optimal nur filtri tanlandi.



1-rasm. Optimal nur filtri tanlash(GAH-1).

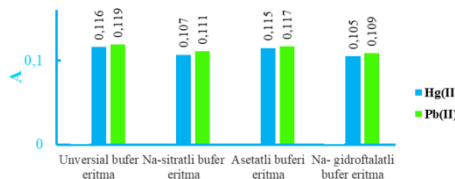
1-jadval va 1-rasmda keltirilgan natijalarga ko'ra, Hg(II) va Pb(II) ionlarining GAH-1 reagenti bilan komplekslari  $\lambda_{Hg(II)}=470$  nm,  $\lambda_{Pb(II)}=450$  nm to'liq uzunligida eng yuqori optik zichlikni namoyon qildi.

Rangli kompleks birikmalar hosil bo'lish reaksiyalarini amalga oshirishda e'tiborga olinishi kerak bo'lgan tomonidan biri eritma muhiti ekanligini hisobga olgan holda Hg<sup>2+</sup> va Pb<sup>2+</sup> ionlarining gossipol hamda uning hosilalari bilan hosil qilgan kompleks birikmalari uchun maqbul sharoit tanlashda pH ko'rsatkichi turli xil bo'lgan universal bufer eritmalari tayyorlandi va optik zichliklari o'lchandi. GAH-1 reagenti bilan  $\lambda_{Hg(II)}=470$  nm,  $\lambda_{Pb(II)}=450$  nm to'liq uzunligida nur yutish qalinligi  $l=1,0$  sm li kyuyetalarda o'lchandi. Olingan natijalar 2 -rasmda keltirildi.



2-rasm. Hg(II) va Pb(II) ionlarining GAH-1 bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining maqbul muhitga bog'liqlik grafigi.

2-rasmda keltirilgan natijalarga ko'ra, Hg(II) va Pb(II) ionlarining GAH-1 bilan hosil qilgan kompleks birikmalari eng yuqori optik zichlik (GAH-1  $pH_{Hg(II)}=4,6-5,0$ ,  $pH_{Pb(II)}=5,6-5,8$  gacha bo'lgan oralig'ida kuzatildi va muqobil muhit sifatida GAH-1 reagenti bilan  $pH_{Hg(II)}=4,9$ ,  $pH_{Pb(II)}=5,7$ ; tanlandi.

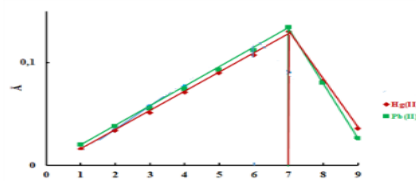


3-rasm. Hg(II) va Pb(II) ionlarining GAX-1 reagenti bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining maqbul bufer eritma tarkibiga bog'liqlik grafigi.

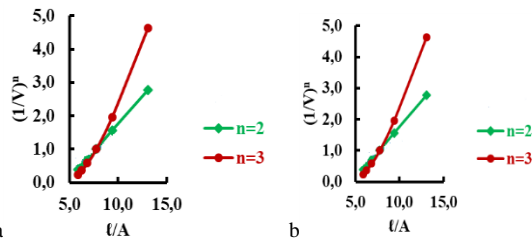
GAX-1 reagenti bilan Hg(II) va Pb(II) hosil qilgan kompleks birikmalarning Sendel bo'yicha sezgirligi:

$$S. b. s = \frac{Q^{1+0,001}}{A \cdot 25} = 0,0059$$

$$S. b. s = \frac{Q^{1+0,001}}{A \cdot 25} = 0,0040$$



4-rasm. Kompleks tarkibini Izomolyar seriyalar metodi yordamida aniqlash grafigi(GAH-1).



5-rasm. Kompleks birikmalar tarkibini asmusning to'g'ri chiziqlar metodi yordamida aniqlash natijalari(GAH-1-a-Hg(II)-b-Pb(II)).

$Hg^{2+} - R_{peacem}$  va  $Pb^{2+} - R_{peacem}$  kompleks tarkibidagi komponentlarning mollar nisbatlari izomolyar seriyalar va Asmusning to'g'ri chiziqlar metodlari bilan aniqlandi. Grafikdan ko'rinib turibdiki, simob (II) va Pb (II) ionlari bilan GAX-1 reagentining hosil qilgan kompleksining tarkibi mollari 1:1 nisbatga to'g'ri keladi (4 va 5-rasm).

Eritmalarning har bir konsentratsiyasi uchun 3 martadan parallel o'lchashlar o'tkazilib, o'lchash natijalari matematik statistika usuli bilan qayta hisoblandi. Graduirovkali grafikning  $\alpha$  va  $\beta$  parametrlari eng kichik kvadratlar usuli yordamida hisoblandi. Olingan natijalar simob (II) va qo'rg'oshin (II) ionlarini GAX-1 reagenti bilan spektrofotometrik aniqlash usulining to'g'rligi va qayta tiklanuvchanligini tasdiqlaydi, simob (II) ionining olingan miqdori bilan topilgan miqdori bir-biriga to'g'ri keladi va bunda nisbiy standart chetlanish ( $s_r$ ) simob ucun 0,007 ga va qo'rg'oshin (II) ionlari uchun 0,009 ga tengligi aniqlandi.

2-jadval

Sun'iy aralashma tarkibidan Fe(III), Hg(II) va Pb(II) ionlarini GAX-1 bilan aniqlash natijalari(n=5, P=0,95)						
Aralashma tarkibi mkg	Kiritilgan mkg	Hg <sup>2+</sup> , A	Topilgan Hg <sup>2+</sup> , mkg X <sub>i</sub>	S	S <sub>r</sub>	$\bar{X} \pm \Delta X$
K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (1:500); Al <sup>3+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (1:100); Bi <sup>3+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup> (1:1).	20,0	0,1289	19,67	0,134	0,007	19,67±0,166
		0,1297				
		0,1308				
		0,1289				
		0,1292				
Aralashma tarkibi mkg	Kiritilgan mkg	Pb <sup>2+</sup> , A	Topilgan Pb <sup>2+</sup> , mkg X <sub>i</sub>	S	S <sub>r</sub>	$\bar{X} \pm \Delta X$
K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (1:500); Al <sup>3+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (1:100); Bi <sup>3+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup> (1:1).	20	0,1309	19,63	0,181	0,009	19,63±0,225
		0,1313				
		0,1335				
		0,1325				
		0,1312				

**Xulosa va takliflar.** Shunday qilib, simob (II) va qo'rg'oshin (II) ionlarini GAX-1 reagenti bilan aniqlashda optimal sharoit aniqlandi. Shuningdek,  $Hg^{2+} - R_{peacem}$  va  $Pb^{2+} - R_{peacem}$  komplekslari holida aniqlash uchun tavsiya etilayotgan usul o'zining yuqori selektivligi, qayta tiklanuvchanligi va analiz usulining soddaligi bilan simob va qo'rg'oshin ionlarini turli xil ob'ektlardan kimyoviy analiz qilish amaliyotida qo'llash imkonini beradi. Bunda nisbiy standart chetlanish ( $s_r$ ) simob ucun 0,007 ga va qo'rg'oshin (II) ionlari uchun 0,009 ga tengligi aniqlandi.

#### ADABIYOTLAR

1. Wu Y. S. et al. The toxicity of mercury and its chemical compounds: molecular mechanisms and environmental and human health implications: a comprehensive review //Acs Omega. – 2024. – T. 9. – №. 5. – C. 5100-5126.
2. Kumar V. et al. A retrospection on mercury contamination, bioaccumulation, and toxicity in diverse environments: current insights and future prospects //Sustainability. – 2023. – T. 15. – №. 18. – C. 1-33.
3. Parida L., Patel T. N. Systemic impact of heavy metals and their role in cancer development: a review //Environmental Monitoring and Assessment. – 2023. – T. 195. – №. 6. – C. 1-27.
4. Collin M. S. et al. Bioaccumulation of lead (Pb) and its effects on human: A review //Journal of Hazardous Materials Advances. – 2022. – T. 7. – C. 1-8.
5. Mamedova C. A. et al. Structure of 2-(((1-(3-bromophenyl) ethylidene) hydrazone) methyl) phenol and Its Application to the Spectrophotometric Determination of Iron(III) //Journal of Analytical Chemistry. – 2024. – T. 79. – №. 8. – C. 1020-1026.
6. Абдурахманова У.К., Аскарова М.Р., Якубова Н.Х., Гафуров М.Б.Спектрофотометрическое определение железа (III) с азокпроизводными госсипола Россия, Universum (Химия и биология). -2022. 3(93). –С. 52-58.
7. Аскарова М.Р., Абдурахманова У.К., Абдуазимова З.У., Якубова Н.Х., Гафуров М.Б.Атроф-мухит объектларидан симоб (II) ни госсиполнинг азохосиллари билан аниқлаш // Композицион материаллар.-2022. -№3. –Б.182-186.



УДК: 541.49+ 546.30

**Гулноза БАБАЕВА,**  
Базовый докторант НУУ им. М.Улугбека  
E-mail: gulnozababayeva06@gmail.com  
**Даминбек ЗИЯТОВ,**  
Студент химического факультета НУУ им. М.Улугбека  
**Зухра КАДИРОВА,**  
Зам.директор ГУ "Узбекско-японский молодежный центр инноваций"  
**Шахло ДАМИНОВА,**  
Профессор Национального университета Узбекистана, д.х.н.

По отзывом доцент ИОНХ М.Ибрагимовой

### СИНТЕЗ И СТРОЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РЯД 3d МЕТАЛЛОВ С 2-(2-ГИДРОКСИФЕНИЛ)-1Н-БЕНЗИМИДАЗОЛОМ

Аннотация

Впервые синтезированы комплексные соединения ионов Ni(II), Co(II) и Cu(II) с 2-(2-гидроксифенил)-1н-бензимидазолом (Hpb). Строение синтезированных комплексных соединений изучено методами элементного, SEM-EDS, ИК-, раман-спектроскопии, термогравиметрического анализа. Установлена зависимость состава, структуры и свойств комплексных соединений от природы комплексообразователя и способов координации лиганда.

**Ключевые слова:** комплексное соединение, никель (II), медь (II), кобальт (II), 2-(2-гидроксифенил)-1н-бензимидазол, ИК-спектр, состав, структура, свойства.

### 2-(2-GIDROKSIFENIL)-1H-BENZIMIDAZOL BILAN 3d-METALLAR KOMPLEKS BIRAKMALARINING SINTEZI VA TUZILISHI

Аннотация

Ik bor Ni(II), Co(II) va Cu(II) ionlarining 2-(2-gidroksifenil)-1n-benzimidazol (Hpb) bilan kompleks birikmalari sintez qilindi. Sintezi qilingan koordinatsion birikmalarining tuzilishi element, SEM-EDS, IQ-spektroskopiya va termogravimetrik tahlillar yordamida o'rganildi. Kompleks birikmalarining tarkibi, tuzilishi va xossalari kompleks hosil qiluvchining tabiatiga va ligandlarni koordinatsiyalash usullariga bog'liqligi aniqlangan.

**Kalit so'zlar:** kompleks birikma, nikel(II), mis (II), kobalt (II), 2-(2-gidroksifenil)-1H-benzimidazol, IR spektr, tarkib, tuzilish, xossa.

### SYNTHESIS AND STRUCTURES OF COMPLEX COMPOUNDS OF A SERIES OF 3d METALS WITH 2-(2-HYDROXYPHENYL)-1H-BENZIMIDAZOLE

Annotation

For the first time, complex compounds of Ni(II), Co(II) and Cu(II) ions with 2-(2-gidroksifenil)-1n-benzimidazol (Hpb) were synthesized. The structure of the synthesized complex compounds was studied by elemental, SEM-EDS, IR-, Raman-spectroscopy and thermogravimetric analysis. The dependence of the composition, structure and properties of complex compounds on the nature of the complexing agent and methods of ligand coordination has been established.

**Key words:** complex compound, nickel (II), copper (II), cobalt (II), 2-(2-hydroxyphenyl)-1n-benzimidazole, IR spectrum, composition, structure, properties.

**Введение.** Металлокомплексы, содержащие лиганды на основе имидазола, обладают богатой координационной химией и имеют ряд устоявшихся применений [1-3]. 2-(2-Гидроксифенил)бензимидазол (hpb) является N,O-бидентатным лигандом с двумя донорными группами, имеющими значение для металлических центров в биологических системах [4]. Hpb изучался теоретически в качестве лазерных красителей и флуоресцентных зондов [5, 6], однако металлокомплексы на его основе ограничены, особенно в отношении кристаллических структур. Комплексные соединения производных 2-(2-гидроксифенил)бензимидазола обладают фотолюминесцентными и магнитными свойствами [7-8]. Хуан и др. изучали комплексы европия с 2-(2-пиридил)бензимидазолом, которые используются в ярко-красных электролюминесцентных устройствах [9]. Также группа исследователей синтезировала комплексы пиридилбензимидазола на основе Cd(II) и Zn(II), излучающие синий свет [10]. Комплексы никеля с имидазолом имеют оптические и магнитные свойства, которые играют важную роль в медицине [11-12]. Фотофизические свойства комплексов тесно связаны с их структурными особенностями, поэтому важно синтезировать новые комплексы с производными бензимидазола.

Целью данной работы является синтез, изучение состава и строения координационных соединений никеля (II), кобальта (II) и меди (II) с 2-(2-гидроксифенил)-1Н-бензимидазолом.

**Объекты и методы исследования.** Для синтеза использовали ацетилацетатные соли Ni(II), Co(II), Cu(II) марки "ч.д.а." фирмы Sigma Aldrich. В качестве основного лиганда был выбран азотистый гетероцикл - 2-(2-гидроксифенил)-1Н-бензимидазол. Растворители: вода – бидистиллированная; этанол, ДМФА.

Содержание C,H,N,O определено в лаборатории ГУ «Узбекско-японский молодежный центр инноваций» на приборе «FlashSmart» фирмы Thermo Scientific (США). Количество углерода, азота и металла в полученных комплексных соединениях также определяли методом SEM-EDX (Jeol IT 100 LA, Япония).

ИК спектры поглощения соединений регистрировали в области 400-4000 см<sup>-1</sup> на спектрометре Spectrum Two фирмы Perkin-Elmer (США), используя универсальную НПВО приставку с алмазным кристаллом и подложку из ZnSe. Раман спектры получили на спектрометре Horiba MacroRam (Япония) с спектральным диапазоном 100-3400 см<sup>-1</sup>, который включает детектор CDD научного класса, лазер 785 нм, 0-450 мВт.

Синтез комплексных соединений осуществлён по следующей методике: к раствору Hpb в этаноле (0.1 ммоль) добавили раствор Ni(acac)<sub>2</sub> (0,1 ммоль) в спирте. Смесь перемешивали на магнитной мешалке в течение 24 ч. Через несколько дней выпадал зелёный кристаллический осадок, который отфильтровывали, несколько раз промывали этанолом и сушили на воздухе. Таким же методом был получен комплекс Cu(II) и Co(II) с Hpb. Перекристаллизацию вели из смесью ДМФА:спирт (2:3).



**Результаты и обсуждение.** Метод сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) для анализа материалов нашел широкое применение в решении конкретных научных и технологических задач вследствие их высокой информативности и достоверности получаемых результатов исследования [13-14]. Количество углерода, кислорода, азота и металла в полученных комплексных соединениях также были определены методом СЭМ-ЭДА. На основании данных СЭМ-ЭДА можно заключить, что комплексообразование ионов металлов с органическими лигандами приводит к изменению микроструктуры лигандов, в частности, зафиксированы многочисленные пики металлов, что подтверждено ЭДА (рис. 1-2).

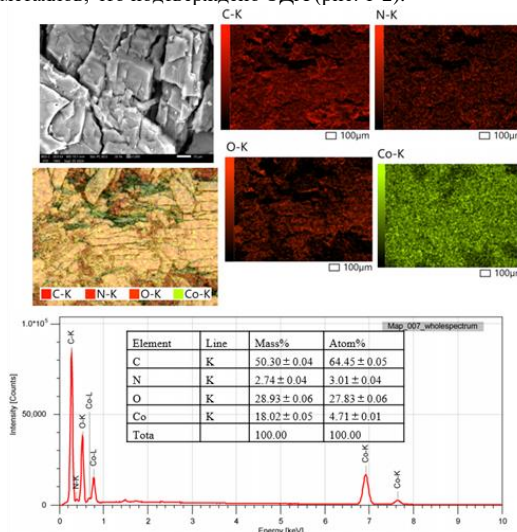


Рис. 1. Микроструктура комплексного соединения  $[\text{Ni}(\text{acac})\text{Hrb}]$  и данные ЭДА

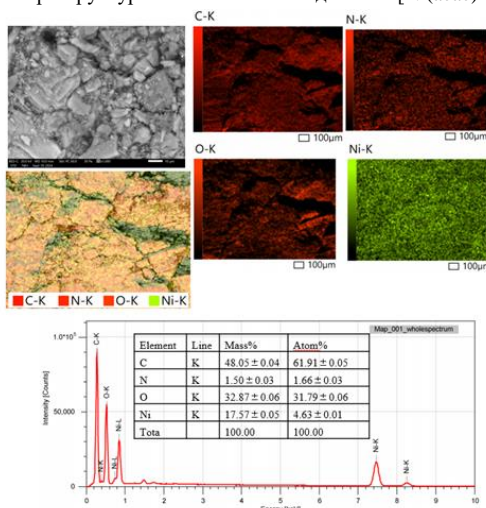


Рис. 2. Микроструктура комплексного соединения  $[\text{Co}(\text{acac})\text{Hrb}]$  и данные ЭДА

СЭМ-микрoграфии комплексов металлов показывают неровную поверхность с наличием кристаллов. Эти кристаллы не наблюдаются на СЭМ-изображениях чистого лиганда. На рисунках показана морфология поверхности комплексов никеля и кобальта. Можно наблюдать неоднородную поверхность с порами.

В ИК-спектре лиганда  $\text{Hrb}$  полосы на  $3330$  и  $3284 \text{ cm}^{-1}$  соответствуют валентным колебаниям  $\text{OH}$  и  $\text{NH}$ -групп соответственно. Эти полосы расположены близко друг к другу из-за внутримолекулярного водородного связывания между атомом водорода фенокси группы и одним из атомов азота иминов. Эти полосы значительно изменяются при образовании металлокомплексов, что указывает на депротонирование и последующее участие фенокси группы в координации металла. Характерные полосы  $\nu(\text{C}-\text{H})$  остатков кольца наблюдаются в области волн между  $3038$  и  $3064 \text{ cm}^{-1}$ . Острые или средние полосы в диапазоне  $900-730 \text{ cm}^{-1}$  обусловлены деформационными колебаниями вне плоскости для ароматических  $\text{C}-\text{H}$  групп. Частоты  $\nu(\text{C}=\text{C})$  для ароматического кольца проявляются около  $1541 \text{ cm}^{-1}$  с их собственными характеристиками для лиганда в ИК-спектрах. Предполагается, что эти частоты сместятся на более низкую частоту при образовании комплекса. Аналогично, асимметричные частоты колебания ( $\text{C}=\text{N}$ ) ожидаются в пределах около  $1649 \text{ cm}^{-1}$ .

В ИК-спектрах комплексов депротонирование лиганда подтверждается отсутствием полосы  $\nu(\text{O}-\text{H})$  ( $3321 \text{ cm}^{-1}$ ) колебаний. Также при комплексообразовании связи  $\nu(\text{N}-\text{H})$  ( $\sim 1475 \text{ cm}^{-1}$ ),  $\nu(\text{C}=\text{C})$  ( $\sim 1579 \text{ cm}^{-1}$ ),  $\nu(\text{C}=\text{N})$  ( $\sim 1642 \text{ cm}^{-1}$ ) и  $\nu(\text{C}-\text{O})$  ( $1242 \text{ cm}^{-1}$ ) колебания смещены в сторону более низких волновых чисел по сравнению с свободным лигандам  $\text{Hrb}$   $\nu(\text{N}-\text{H})$  ( $\sim 1490 \text{ cm}^{-1}$ ),  $\nu(\text{C}=\text{C})$  ( $\sim 1514 \text{ cm}^{-1}$ ),  $\nu(\text{C}=\text{N})$  ( $\sim 1649 \text{ cm}^{-1}$ ) и  $\nu(\text{C}-\text{O})$  ( $1273 \text{ cm}^{-1}$ ), тем самым указывая на координационное взаимодействие между иминоматом азота и центральным металлом (рис.3-4).

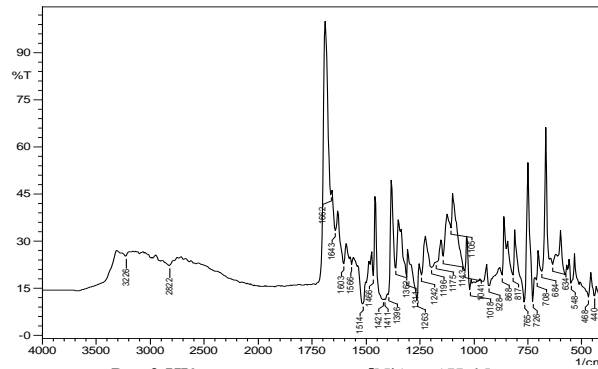


Рис.3 ИК спектр комплекса [Ni(acac)Hrb]

В ИК-спектрах комплексов Ni(II) и Co(II) координация азотом иминной группы также может быть подтверждена появлением слабой полосы, расположенной при низких волновых числах ( $\sim 450\text{ см}^{-1}$ ), которую можно отнести к (Me-N). В ИК-спектрах комплексов депротонирование и последующее участие феноксильной группы в координации с металлом также могут быть подтверждены появлением новых полос в области более низких частот ( $\sim 575$ ,  $\sim 670\text{ см}^{-1}$ ), которые можно отнести к (Me-O).

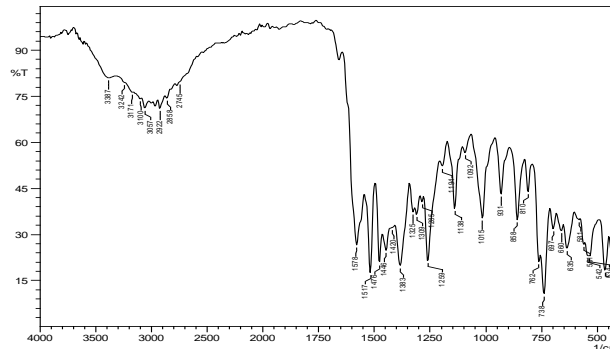


Рис.4. ИК спектр комплекса [Ni(acac)Hrb]

Также для наблюдений связей Me-O и Me-N в комплексных соединениях были получены их раман-спектры (рис. 5).

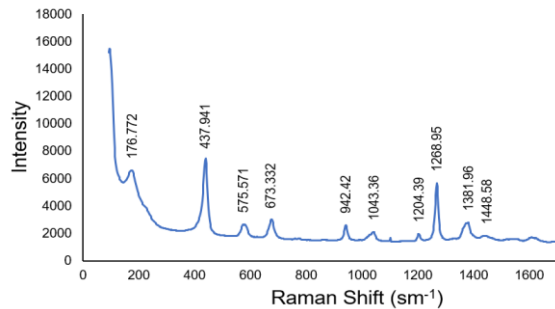
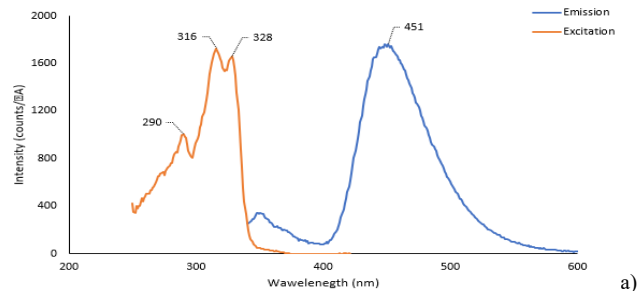


Рис.5. Раман спектр комплекса [Ni(acac)Hrb]

Наблюдение линий поглощения связей Me-O и Me-N в областях  $570$ - $670\text{ см}^{-1}$  и  $420$ - $450\text{ см}^{-1}$ , отсутствующих в спектре лиганда, указывает на то, что центральный атом координируется с атомом азота имидазольного кольца и с атомом кислорода группы -ОН в молекуле Hrb. Таким образом, анализ ИК- и раман-спектров синтезированных комплексов указывает на то, что Hrb действует как бидентатный лиганд, координируясь с центральным атомом через атомы азота гетероцикла, а также через атом кислорода гидроксильной группы, образуя при этом пятичленный хелатный цикл.

Для оценки флуоресцентных свойств лиганда Hrb и комплексов были измерены спектры поглощения, флуоресцентного возбуждения и флуоресценции в этаноле (рис. 6).



a)

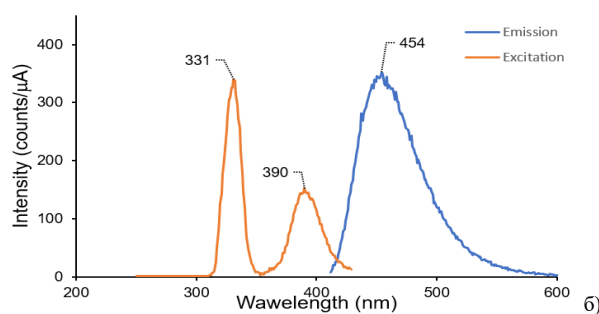


Рис.6. Флуоресцентные спектры: а) Лиганд Hpb; б) [Ni(acac)Hpb]

Пик возбуждения флуоресценции комплексов Ni(II) наблюдается в диапазоне 331–390 нм, что соответствует переходу HOMO–LUMO. Хотя лиганд Hpb имеет наивысший пик возбуждения около 316 нм, пик возбуждения на 328 нм, соответствующий переходу HOMO–LUMO, был отнесён к возбуждению этих соединений. Пик флуоресценции комплексов Ni(II) наблюдается в диапазоне 454 нм, а лиганда при 451 нм.

**Заключение.** Синтезированы комплексные соединения никеля (II), кобальта (II) и меди (II) с 2-(2-гидроксифенил)-1H-бензимидазолом. Установлена зависимость состава, структуры и свойств комплексных соединений от природы комплексообразователя и способов координации лиганда

#### ЛИТЕРАТУРА

- Xia C. K. et al. Syntheses, structures, and photoluminescent properties of three silver (I) coordination polymers with 2-(4-pyridyl) benzimidazole // *Crystal growth & design*. – 2005. – Т. 5. – №. 4. – P. 1569-1574.
- Liu Q. D., Jia W. L., Wang S. Blue luminescent 2-(2'-Pyridyl) benzimidazole derivative ligands and their orange luminescent mononuclear and polynuclear organoplatinum (II) complexes // *Inorganic chemistry*. – 2005. – V. 44. – N. 5. – P. 1332-1343.
- Xiao B. et al. Two 1-D metal-organic polymers constructed from bis-benzimidazole-based ligands: syntheses, crystal structures, and luminescent properties // *Journal of Coordination Chemistry*. – 2009. – V. 62. – N. 10. – P. 1630-1637.
- Hou H. et al. 2-(2-Hydroxyphenyl) benzoazole-based AIEgens with interesting photoresponse property // *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*. – 2023. – V. 441. – P. 114710.
- Tong Y. P., Zheng S. L., Chen X. M. Syntheses, structures, photoluminescence and theoretical studies of two dimeric Zn (II) compounds with aromatic N, O-chelate phenolic ligands // *Journal of molecular structure*. – 2007. – V. 826. – N. 2-3. – P. 104-112.
- He J. et al. Second ligand-directed assembly of photoluminescent Zn (II) coordination frameworks // *Crystal growth & design*. – 2007. – V. 7. – N. 8. – P. 1508-1513.
- Fellah F. Z. C. et al. Mononuclear Cu and dinuclear Cu–Ln complexes of benzimidazole based ligands including N and O donors: Syntheses, characterization, X-ray molecular structures and magnetic properties // *Polyhedron*. – 2010. – V. 29. – N. 9. – P. 2111-2119.
- Hei J. H. et al. Syntheses, structures, and luminescence of Co (II), Zn (II), Cd (II) complexes with 1-(2-furylmethylene)-2-(2-furyl) benzimidazole // *Journal of Coordination Chemistry*. – 2013. – V. 66. – N. 8. – P. 1320-1329.
- Huang L. et al. Bright red electroluminescent devices using novel second-ligand-contained europium complexes as emitting layers // *Journal of Materials Chemistry*. – 2001. – T. 11. – №. 3. – C. 790-793.
- Yue S. et al. Synthesis, crystal structure and luminescent properties of transition metals complexes based on imidazole derivatives // *Synthetic metals*. – 2012. – V. 162. – N. 3-4. – P. 247-256.
- Hou T. et al. Syntheses, crystal structures, and properties of nickel and cadmium complexes containing imidazole derivatives // *Journal of Coordination Chemistry*. – 2012. – V. 65. – N. 22. – P. 3895-3902.
- Alexiou M. et al. High nuclearity nickel compounds with three, four or five metal atoms showing antibacterial activity // *Journal of inorganic biochemistry*. – 2003. – V. 93. – N. 3-4. – P. 256-264.
- Wei Z., Guo S., Kandel S. A. Observation of single dinuclear metal-complex molecules using scanning tunneling microscopy // *The Journal of Physical Chemistry B*. – 2006. – V. 110. – N. 43. – P. 21846-21849.
- Yamaguchi S. et al. Scanning tunneling microscopy of the conducting transition metal complex, copper bis-(2, 5-dimethyl-N, N'-dicyanoquinonediimine) // *Synthetic metals*. – 1994. – V. 63. – N. 1. – P. 61-65.



UDK: 541.64: 661.725.844: 691.175.743

Gulbaxor BABOJONOVA,  
Alfraganus universiteti katta o'qituvchisi, PhD  
E-mail: muhammadali20201009@gmail.com

O'zbekiston Milliy universiteti professori, k.fiod D.Bekchanov taqrizi asosida

### KINETICS, ISOTHERM AND THERMODYNAMICS OF ABSORPTION OF Co (II) IONS INTO PPE-2 ANIONITE BASED ON POLYVINYL CHLORIDE

Annotation

In the last decade, sorption materials such as biosorbents, clay minerals, and organic tars have been widely used in the purification of Co (II) ions from wastewater. However, traditional sorbents often have low adsorption capacity, low mechanical and chemical stability, and lack of reusability. Taking into account the above-mentioned problems, in our ongoing scientific work, studies were conducted on the use of PPE-2 anionic-carrying material obtained on the basis of polyvinyl chloride and urea in the purification of highly toxic Co (II) ions from wastewater. For this, the laws of sorption of Co (II) ions from artificial solutions to PPE-2 anionite under static conditions were studied. The influence of various external factors, concentration of Co (II) ions in the solution, temperature of the sorption environment, duration of sorption and pH of the solution on the process of sorption of Co (II) ions to the anion exchange material based on polyvinyl chloride was studied.

**Key words.** PVC, modification, urea, Co (II) ions, cyanide, sorption, chemical stability.

### КИНЕТИКА, ИЗОТЕРМА И ТЕРМОДИНАМИКА ПОГЛОЩЕНИЯ ИОНОВ Co (II) В АНИОНИТ ППЭ-2 НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

Аннотация

В последнее десятилетие для очистки сточных вод от ионов Co (II) широко используются такие сорбционные материалы, как биосорбенты, глинистые минералы и органические смолы. Однако традиционные сорбенты зачастую обладают низкой адсорбционной способностью, низкой механической и химической стабильностью, а также отсутствием возможности повторного использования. Учитывая вышеизложенные проблемы, в нашей постоянной научной работе были проведены исследования по использованию анионсодержащего материала ППЭ-2, полученного на основе поливинилхлорида и карбамида, при очистке высокотоксичных ионов Co (II) от сточных вод. Для этого были изучены закономерности сорбции ионов Co (II) из искусственных растворов анионитом ППЭ-2 в статических условиях. Влияние различных внешних факторов, концентрации ионов Co (II) в растворе, температуры сорбционной среды, продолжительности сорбции и pH раствора на процесс сорбции ионов Co (II) анионитом на основе был изучен поливинилхлорид.

**Ключевые слова.** ПВХ, модификация, мочевины, ионы Co (II), цианид, сорбция, химическая стабильность.

### POLIVINILXKLORID ASOSIDA OLINGAN PPE-2 ANIONITIGA Co (II) IONLARINING YUTILISH KINETIKASI, IZOTERMASI VA TERMODINAMIKASI

Annatsiya

So'nggi o'n yillikda oqava suvlaridan Co (II) ionlaridan tozalashda, biosorbentlar, gil minerallar va organik smolalar kabi sorbsion materiallardan keng foydalanilgan. Biroq, an'anaviy sorbentlar ko'pincha past adsorbsiya qobiliyatiga, past mexanik va kimyoviy barqarorlikka hamda qayta qo'llash imkoniyatiga ega emas. Yuqorida keltirilgan muammolarni inobatga olgan holda, bajarilayotgan ilmiy ishimda polivinilxlorid va karbamid asosida olingan PPE-2 anionalmashinuvchi material yordamida oqava suvlarini yuqori zaharli bo'lgan Co (II) ionlaridan tozalashda qo'llash bo'yicha tadqiqotlar olib borildi. Buning uchun PPE-2 anionitiga sun'iy eritmalaridan statik shariotda Co (II) ionlarini sorbsiyalash qonuniyatlarini o'rganildi. Polivinilxlorid asosidagi anion alimashinuvchi materialga Co (II) ionlarini sorbsiya jarayoniga turli tashqi omillar, eritmadagi Co (II) ionlaridan konsratsiyasi, sorbsiya muhit harorati, sarbsiya davomiyligi va eritma pH muhitlari ta'siri o'rganildi.

**Kalit so'zlar.** ПВХ, модификация, карбамид, Co (II) ionlari, anianit, sorbsiya, kimyoviy barqarorlik.

**Kirish.** Bugungi kunda dunyoda ion almashinuvchi sorbentlarga bo'lgan talab ortib bormoqda, bu esa turli ion almashinuvchi sorbentlarni olish va qo'llash sohalarini o'rganishni taqozo qiladi. Mavjud ilmiy va amaliy muammolarni hal qilishda ion almashinuvchi texnologiyalarning ro'lini belgilash, tarkibida turlicha xossaga ega bo'lgan guruhlarni tutuvchi sorbentlar olishning zamonaviy usullarini aniqlash, fizik-kimyoviy xususiyatlarini tadqiq qilish hamda, ushbu sorbentlarning sorbsion xossalari tadqiq qilish dolzarb hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021 yil 13 fevraldagi "Kimyo sanoati korxonalarini yanada isloh qilish va moliyaviy sog'lomlashtirish, yuqori qo'shilgan qiymatli kimyoviy mahsulotlar ishlab chiqarishni rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4992-sonli, 2018 yil 25 oktyabrda "O'zbekiston Respublikasi kimyo sanoatini jadal rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-3983-sonli, 2019 yil 3 apreldagi "Kimyo sanoatini yanada isloh qilish va uning investitsiyaviy jozibadorligini oshirish chora tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4265-sonli qarorlari ijrosini ta'minlashda hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu ilmiy tadqiqot natijalari muayyan darajada xizmat qiladi.

Mishyak, mis, kadmii, xrom, nikel, rux, qo'rg'oshin va simob kabi og'ir metallar, zararli, biologik parchalanmaydigan va turg'un tabiati tufayli turli chuchuk suv havzalarini asosiy ifloslantiruvchi moddalardir. Ko'pgina sanoat tarmoqlaridan chiqadigan oqava suvlar tarkibida turli xil og'ir metallarning ko'pchiligini uchratish mumkin. Ayniqsa  $Co^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  kabi ionlarning bunday suvlardagi konsratsiyalarining oshirilishi atrof muhitga zararli ta'sir ko'rsatishi mumkin [15; 84-85 b.]. Og'ir metallar suv muhitida yuqori eruchanligi tufayli baliq va sabzavotlar tamonidan oson so'riladi. Demak, ular oziq ovqat zanjiri orqali inson tanasida to'planishi mumkin [16;32b 17; 112-113 b.]. Ular biologik parchalanmaslik qobiliyati va tirik organizmlarda to'planish tendensiyasi tufayli turli kasalliklarni keltirib chiqaradi. Masalan ichimlikdan 1.0 mg/l dan ortiq misni ortiqcha iste'mol qilish gemokromatoz va oshqozon-ichak trakti kasalliklariga olib keladi, chunki u odamlar va hayvonlarning jigarida to'planadi. Ushbu ionitlardan foydalanishdagi asosiy afzalliklari ularning yuqori kimyoviy va mexanik barqarorligi, yuqori ion almashinuvchi qobiliyati va ion almashinuvchi tezligi, shuningdek, boshqa usullarga qaraganda ion almashinuvchi texnologiyasining eng arzon va samarali ekanligi bilan belgilanadi.

**Eksperimental qism.** Polivinilxlorid asosidagi anion alimashinuvchi materialga Co(II) ionlarini sorbsiya jarayoniga turli tashqi omillar, eritmadagi Co(II) ionlaridan konsratsiyasi, sorbsiya muhit harorati, sarbsiya davomiyligi va eritma pH muhitlari ta'siri o'rganildi. Polivinilxlorid va mahalliy modifikatorlar asosida sintez qilingan anion almashinuvchi materiallarning qo'llanilish sohalarini kengaytirish maqsadida, anionitlarga bo'lgan sorbsion xossalari bilan birgalikda metall kationlariga bo'lgan sorbsion xossalari ham o'rganish zarurdir. Chunki, tarkibida amino guruh

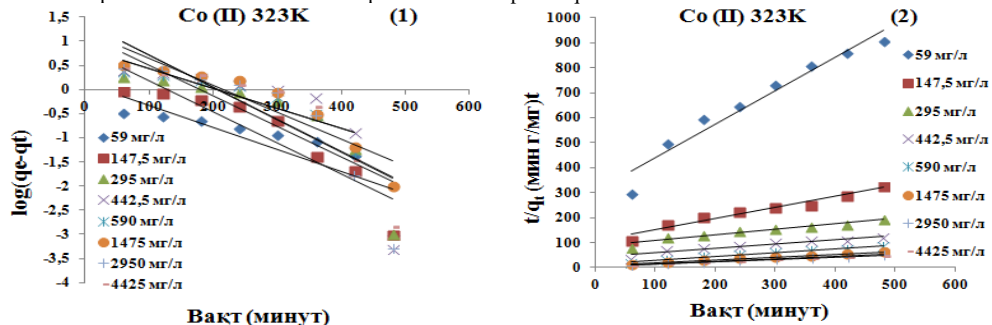
saqlagan ionalmashinuvchi materiallar asosan rangli metall ionlariga nisbatan yuqori sorbsion xossaga ega bo'ladi. Bunga sabab, anionitlar tarkibidagi azot atomlarining xususiy elektron juflari hisobiga rangli metall kationlari bilan donor akseptor bog' hosil qilib birikish xususiyatiga egaligidandir.

Yangi granulanangan anion almashinuvchi materiallarga Co(II) ionlarini sorbsiyasini o'rganish uchun turli konsentratsiyadagi metall ionlarini saqlagan eritmalardan foydalanildi. Metall ionlarini anionitga sorbsiyasini o'rganish maqsadida suvda eruvchi tuzidan 0.1 mol/l konsentratsiyali eritmasidan tayyorlab, eritmani suyultirish usuli bilan 0,001, 0,0025, 0,005, 0,0075, 0,01, 0,025, 0,05, 0,075 mol/l konsentratsiyali eritmaları tayyorlandi. Aktivlangan ionitlardan 0,3 grammdan konussimon shisha kolbalarga solinib, 200 ml metall tuzlari eritmadan qo'yildi va sorbsiyaning vaqtga bog'liqligi 2, 4, 6, 8, 10 soat davomida har bir eritmadan metall ionlarining anionitga sorbsiyasi o'rganildi. Tahlil shu daslabki konsentratsiyalar asosida 303 K, 313 K, 323 K haroratlarda olib borildi. Eritmadagi metall ionlarini sorbsiyadan oldingi va keyingi konsentratsiyasi Perkin Elmer En Spire UB (Multimode Plate Reader) qurilmasida aniqlab borildi. Sorbsiyaga qo'yilgan eritmalar har ikki soatda standart eritmalar bilan solishtirish uchun har bir konsentratsiyali sun'iy eritmalar tekshirib borildi va bir-biriga yaqin natijalarning o'rtacha qiymati olindi.

#### Sorbsiya kinetikasi

Sorbsiya jarayoniga ta'sir etuvchi omillar ya'ni, vaqtga, haroratga, konsentratsiyaga bog'liqliklari tadqiq qilindi. Metall ionlarini ionitlarga yutilish jarayoni Psevd birinchi tartibli va Psevd ikkinchi tartibli kinetik modellarda tahlil qilingan. Metall ionlarini anionit, poliamfolitga sorbsiyasini o'rganish statik usulda PPE-2 tomonidan Co (II) ionlarining yutilishi bo'yicha tadqiqot natijalari keltirilgan.

Co (II) ionlarining PPE-2 ionitga sorbsiyalanish jarayoni kinetikasi keltirilgan rasmda,  $\log(q_e - q_t)$  va  $t/q_t$  vaqtga nisbatan tuzilgan grafikdan psevd birinchi tartibli va psevd ikkinchi tartibli kinetik parametrlarini topish orqali baholandi.



3.6.1-rasm: PPE-2 anionitga Co (II) ionlari sorbsiyasini psevd birinchi tartibli (1) va psevd ikkinchi tartibli (2) kinetik modellari

PPE-2 anionitga Co (II) ionlari sorbsiyasi 59-4425 mg/l konsentratsiyali eritmalarda o'rganilgan. Kinetik tahlillarga ko'ra, korrelyatsiya koeffitsienti  $R^2 = 0.973 - 0.999$ ,  $q_{max} = 2.22-8.404$  oraliq idagi natijalaridan psevd ikkinchi tartib

kinetik modelga mos kelishidan dalolat beradi. Quyidagi jadvalda anionitga metall ionlari yutilgan natijalari psevd birinchi tartib va psevd ikkinchi tartib bo'yicha keltirilgan.

Quyida keltirilgan 3.6.1- jadvaldagi ma'lumotlar Co (II) ionlarining anionitga sorbsiyalanish jarayoni kinetikasi birinchi tartibli modelga nisbatan ikkinchi tartibli model ma'lumotlari yaxlitlikka yaqinligini ko'rish mumkin. Birinchi tartibli model parametrlar natijalari anionitga dastlabki vaqtlarda Co (II) ionlarining yutilishi tez sur'atlarda borganligini va so'ng sorbsiya tezligi sekinlashganligi kuzatildi. Bunga sabab, adsorbent yuzasida metall ionlari miqdori to'planishi va ionlar o'rtasidagi muvozanat yuzaga kelganligi bilan tushuntirish mumkin.

Ikkinchi tartibli sorbsiya jarayoni grafiklaridan topilgan korrelyatsiya koeffitsienti birinchi tartibli adsorbent korrelyatsiya koeffitsientiga ( $R^2$ ) nisbatan birga yaqin chiqqan va jadvaldagi kinetik parametrlar qiymatlari Co (II) ionlarning anionitga yutilishi ikkinchi tartibli adsorbent kinetikasiga buysonligidan dalolat beradi. Bu esa sorbsiya jarayoniga ionlar tabiati bilan birga ionitlar tarkibidagi amino guruhlar ham ta'sir ko'rsatganligini bildiradi.

**Natijalar.** Ma'lumki, amaldagi massalar qonuni asosida ko'rib chiqilganda doimiy miqdordagi funksional guruhlar ishtirokida sodir bo'ladigan qo'shimchalar va almashtirishning geteragen kimyoviy jarayonlari Lengmyur xususiyatlariga ega bo'lgan tenglamalar bilan tavsiflanadi. Sorbsiya izotermalarni tavsiflash uchun Lengmyur tenglamasi quyidagicha qo'llaniladi.

$$q_e = q_{max} \cdot \frac{K \cdot C}{1 + K \cdot C}$$

Bunda:  $K$  - adsorbent muvozanat konstantasi,  $q_{max}$  - berilgan harorat uchun adsorbentning maksimal qiymati. Odatda  $K$  va  $q_e$  kattaliklarni topish uchun Lengmyur tenglamasi quyidagi ko'rinishga keltiriladi:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_e K_L} + \frac{1}{q_{max}} \cdot C_e$$

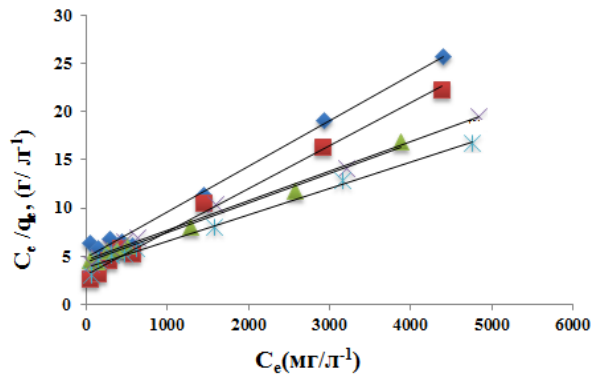
Lengmyur konstantasini ( $K_L$ ) topish uchun Lengmyur tenglamasini (2) chiziqli shaklga o'tkazish mumkin.  $q_{max}$  va  $K_L$  qiymatlarini  $C_e/q_e$  ning  $C_e$  bog'liqlik grafigidan aniqlash mumkin.

Lengmyur izoterma parametrlarining muhim xususiyati, ajratish koeffitsienti " $R_L$ " yordamida adsorbent va adsorbent o'rtasidagi munosabat haqida xulosa chiqarish mumkin.

$$R_L = \frac{1}{1 + K_L \cdot C_0}$$

Bunga (4) ko'ra: adsorbent jarayoni uchun  $0 < R_L < 1$  qulay,  $R_L > 1$  noqulay,  $R_L = 1$  chiziqli va  $R_L = 0$  qaytmas bo'lishini ifodalaydi.





3.6.2-rasm. Lengmyur izotermasi. Ionitlarga oraliq metall ionlarining  $1/q_e$  va  $1/C_e$  qiymatlari o'rtasidagi bog'liqlik grafigi

Yuqorida keltirilgan 3.6.2-rasmda keltirilgan PPE-2 anionitiga 303, 313, 323 K eritmalardan Co (II) ionlarining sorbsiya jarayonlari uchun Lengmyur konstantalari hisoblandi. Ekstrapolyatsiya chizig'ining ordinata o'qidan kesishgan qismi quyidagiga teng:

$$\frac{1}{q_{max} K_L}$$

To'g'ri chiziqning tangens burchagi qiymati quyidagiga teng:

$$tg\alpha = \frac{1}{q_{max}} \text{ yoki } ctg\alpha = q_{max}.$$

Haroratlarga mos ravishda hisoblangan natijalar 4.3.3-jadvalda keltirilgan.

**Freyndlix izoterma modeli**

Quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

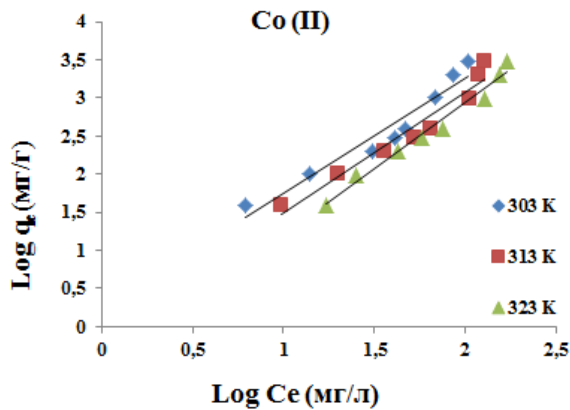
$$q_e = K_F C_e^{1/n}$$

Freyndlix izoterma tenglamasi yordamida turli – (ideal bo'lmagan) eritmalarda boradigan sorbsiya jarayonlarini o'rganish mumkin. Ushbu modelning chiziqli tenglamasini quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$\log q_e = \log K_F + \left(\frac{1}{n}\right) \log C_e$$

Bu tenglamada:  $q_e$  – ma'lum massali sorbentga yutilgan metall ionlarining miqdori ( $mg\ g^{-1}$ ),  $K_F$ - Freyndlix konstantasi,  $C_e$ - eritmaning muvozanat konsentratsiyasi ( $mg\ l^{-1}$ ),  $1/n$  - sorbsiya intensivligi. Freyndlix konstantalari  $K_F$  va  $n(n \approx 1-10)$  qiymatlarini  $\log q_e$  bilan  $\log C_e$  chiziqli grafigida kesishish qiyaligining burchak qiymati orqali topiladi.

Muvozanat izoterma jarayonlarini Freyndlix modeli bilan ham tahlil qilindi. Bunda dastlab, PPE-1 anionitni oraliq metallar bilan sorbsiya grafiklari keltirilgan.



3.6.3-rasm. PPE-2 anionitga metal ionlarining sorbsiya Freyndlix izotermasi

Yuqorida keltirilgan 3.6.3-rasmdan PPE-2 anionitiga 303 dan 323K haroratlarda eritmalardan Co (II) ionlarining sorbsiya jarayonlari uchun Frendlix konstantalari hisoblandi. Hisoblab topilgan natijalar 3.6.1-jadvalda keltirilgan.

3.6.1-jadval

**Metall ionlarining PPE-2 ga sorbsiya Lengmyur va Freyndlix izotermasi natijalari.**

Izoterma parametrlari	Metall ionlari sorbsiyasi
	Co (II)
Freyndlix	PPE-2 Anionit
N	1.5
$K_F$	2.62
$R^2$	0.952
Lengmyur	PPE-2 Anionit
$K_L$	84
$R_L$	0.156
$R^2$	0.953

Yuqoridagi jadvallarda sorbsiya izotermasining Freyndlix tenglamalari bo'yicha barcha hisoblangan natijalari keltirilgan. Freyndlix parametr qiymatlari PPE-2 anionitiga ko'ra Co (II) ionlari  $n=1,5$  ga teng, bu esa anionitga metall ionlari sorbsiyasi kuzatilganidan dalolat beradi. Korrelatsion koeffitsientlari  $R^2$  qiymati PPE-2 anionitga Co (II) 0,952. Lengmyur parametr qiymatlari PPE-2 anionitiga ko'ra mos ravishda barcha oraliq metallarda korrelatsion koeffitsientlari  $R^2$  qiymatlari 1 ga yaqinligi va sorbsiya jarayoni uchun  $0 < R_L < 1$  qulay,  $R_L > 1$  noqulay,  $R_L = 1$  chiziqli va  $R_L = 0$  qaytmas bo'lishini ifodalaydi. Sorbsiya jarayoni Lengmyur monomolekulyar adsorbsiyasiga nazariyasiga bo'ysunishini ( $R_L$ -qulay bo'lishi) ko'rsatadi.

**Xulosa.** PPE-2 anionitining qo'llanish sohasini kengaytirish maqsadida PPE-2 anionitga Co (II) ionlari sorbsiyasi izotermasi o'rganildi. Kinetik tahlillarga ko'ra, korrelyatsiya koeffitsienti  $R^2 = 0.973 - 0.999$ ,  $q_{max} = 2.22-8.404$  oraliq'dagi natijalaridan psevido ikkinchi tartib kinetik modelga mos kelishidan dalolat beradi. RRE-2 anion almashinuvchi materialga Co (II) ionlarining maksimal adsorbsiya qiymati  $q_m = 30,9$  mg/g ga tengligi hisoblab topildi.

#### ADABIYOTLAR

1. Li, Zhili. Synthesis of a carbamide-based dithiocarbamate chelator for the removal of heavy metal ions from aqueous solutions. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 2014. 20(2), 586–590 pp.
2. Diniz C.V., Doyle F.M., Martins A.H. Uptake of heavy metals by chelating resins from acidic manganese chloride solution, *Minerals Metallurgy Processing*, 2000; Vol. 17, pp. 217-222.
3. A.M.K. Choi, J. Alam, *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology* 15 (1996) 9.
4. M. Suwalsky, R. Castro, F. Villena, C.P. Sotomayor, Cr(III) exerts stronger structural effects than Cr(VI) on the human erythrocyte membrane and molecular models. *Journal of Inorganic Biochemistry* 102 (2008) 842.
5. Arezoo Azimi, Ahmad Azari, Mashallah Rezakazemi, Meisam Ansarpour. Removal of Heavy Metals from Industrial Wastewaters: A Review February 2017 *ChemBioEng Reviews* 4(1):37-59.
6. J.-W. Lee, J. Jung, Y.H. Cho, S.K. Yadav, K.Y. Baek, H.B. Park, S.M. Hong, C. M. Koo, Fouling-tolerant nanofibrous polymer membranes for water treatment, *ACS Appl. Mater. Interfaces*. 6 (2014) 14600–14607.
7. Y. Lu, K.W. Shah, J. Xu, Synthesis, morphologies and building applications of nanostructured polymers, *Polymers (Basel)*. 9 (2017) 506.
8. W. Fu, L. Wang, F. Chen, X. Zhang, W. Zhang, Polyvinyl chloride (PVC) ultrafiltration membrane fouling and defouling behavior: EDLVO theory and interface adhesion force analysis, *J. Memb. Sci.* 564 (2018) 204–210.
9. N.N. Guo, Q.G. Zhang, H.M. Li, X.M. Wu, Q.L. Liu, A.M. Zhu, Facile fabrication, structure, and applications of polyvinyl chloride mesoporous membranes, *Ind. Eng. Chem. Res.* 53 (2014) 20068–20073.
10. H. Sharifi, J. Tashkhourian, B. Hemmateenejad, A 3D origami paper-based analytical device combined with PVC membrane for colorimetric assay of heavy metal ions: application to determination of Cu (II) in water samples, *Anal. Chim. Acta.* 1126 (2020) 114–123.



UO'T: 546.562;546-332;546,108;546.06;548.7

**Dilnavoz BATIROVA**,  
Xorazm Ma'mun akademiyasi Aniq fanlar bo'limi stajyor-tadqiqotchisi  
E-mail: batirovadilnavoz@gmail.ru  
**Shodlik HASANOV**,  
Xorazm Ma'mun akademiyasi ilmiy ishlar bo'yicha rais o'rinbosari  
**Oybek XUDOYBERGANOV**,  
Xorazm Ma'mun akademiyasi katta ilmiy xodimi

Urganch davlat universiteti kimyo kafedrasida dotsenti, k.f.n E.Eshchanov taqrizi asosida

#### SYNTHESIS AND QUANTUM-CHEMICAL ANALYSIS OF POLYNUCLEAR COMPLEX BASED ON Cu(II) SALT OF PARA-HYDROXYBENZOIC ACID AND SODIUM SULFATE

Annotation

In this article, the analysis of the structure of a new polynuclear metallocomplex compound containing  $[CuNa(PHBA)_2SO_4]$  was performed using Hyperchem Professional software. Through these calculations, the electron density, electronic structure and reactivity of the ligand and the complex compounds obtained on its basis were determined. Using this program, it was proved that the oxygen atoms in the carbonyl and hydroxy groups of *para*-hydroxybenzoic acid have a relatively high electron density and form an ionic bond with the copper atom, as well as the fact that the oxygen atoms in  $SO_4$  in the  $Na_2SO_4$  molecule form a coordination bond with the Cu atom and form a polynuclear complex.

**Key words:** *para*-hydroxybenzoic acid, copper, hydrogenium, carbonyl group, donor atoms, ligand, polynuclear complex, coordination number, Hyperchem Professional program, electron density, ionic bond.

#### СИНТЕЗ И КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЛИЯДЕРНОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ Cu(II) СОЛИ ПАРАГИДРОКСИБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ И СУЛЬФАТА НАТРИЯ

Аннотация

В данной статье с использованием программного обеспечения Hyperchem Professional проведен анализ структуры нового полиядерного металлокомплексного соединения, содержащего  $[CuNa(PHBA)_2SO_4]$ . Путем этих расчетов определены электронная плотность, электронная структура и реакционная способность лиганда и комплексных соединений на его основе. С помощью этой программы было доказано, что атомы кислорода в карбонильной и гидроксигруппах *пара*-гидроксибензойной кислоты имеют относительно высокую электронную плотность и образуют ионную связь с атомом меди, а также то, что атомы кислорода в  $SO_4$  в Молекула  $Na_2SO_4$  образует координационную связь с атомом Cu и образует полиядерный комплекс.

**Ключевые слова:** пара-гидроксибензойная кислота, медь, водород, карбонильная группа, атомы-доноры, лиганд, полиядерный комплекс, координационное число, программа Hyperchem Professional, электронная плотность, ионная связь.

#### PARA-GIDROKSIBENZOY KISLOTANING Cu(II) TUZI VA NATRIY SULFAT ASOSIDA POLIYADROLI KOMPLEKSINING SINTEZI VA KVANT-KIMYOVIY TAHLILI

Аннотация

Ushbu maqolada  $[CuNa(PHBA)_2SO_4]$  tarkibli yangi poliyadroli metallokompleks birikma tuzilishi tahlili Hyperchem Professional dasturi orqali hisoblashlar amalga oshirildi. Ushbu hisoblashlar orqali ligandning va u asosida olingan kompleks birikmalarning elektron zichliklari, elektron tuzilishi va reaksiya qobiliyatlari aniqlandi. *Para*-gidroksibenzooy kislotasi tarkibidagi karbonil va gidroksi guruhidagi kislorod atomlari nisbatan yuqori elektron zichlikka ega ekanligi va mis atomi bilan ion bog' hosil qilishi, shuningdek  $Na_2SO_4$  molekulasidagi  $SO_4$  dagi kislorod atomlari mis atomi bilan bog'lanib koordinatsion bog' hosil qilib, poliyadroli kompleks hosil bo'lishi ushbu dastur yordamida isbotlandi.

**Kalit so'zlar:** *para*-gidroksibenzooy kislotasi, mis, vodorod, karbonil guruhi, donor atomlari, ligand, ko'p yadroli kompleks, koordinatsion raqam, Hyperchem Professional dasturi, elektron zichligi, ionli bog'lanish.

**Kirish.** O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 25 oktyabrda «O'zbekiston Respublikasida kimyo sanoatini jadal rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi PQ-3983-son, 2019 yil 3 apreldagi «Kimyo sanoatini yanada isloh qilish va investitsion jozibadorligini oshirish» dagi PQ-4265-son, 2019-yil 23-oktabrdagi «O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030-yillarga mo'ljallangan strategiyasini tasdiqlash to'g'risida»gi PF-5853-son, 2020 yil 12 avgustdagi «Kimyo va biologiya yo'nalishlarida uzluksiz ta'lim sifatini va ilm-fan natijadorligini oshirish chora-tadbirlari to'g'risida» gi PQ-4805-sonli qarorlarida, kelajakda qishloq xo'jaligi sohasidagi islohotlar samarasini oshirish va ushbu jabhani rivojlantirish yuzasidan agrar sohani rivojlantirish, qishloq xo'jaligi mahsulotlarini klaster asosida qayta ishlash va oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash, fermer va dehqonlar daromadini 2 barobarga ko'paytirish uchun zarur sharoitlarni yaratish, qishloq xo'jaligining yillik o'sish sur'atini 5 foizga yetkazish kabi muhim ustuvor vazifalar belgilangan [1]. Bu borada qishloq xo'jaligi o'simliklaridan yuqori hosil olish maqsadida turli tarkibli stimulyatorlarni qo'llash va o'simliklar hosildorligini oshirish, taklif etilgan. Bu ishda tuproq unumdorligini va g'alla ekinlari hamda paxta o'simligining hosildorligini oshiruvchi geteroyadroli kompleks birikmaning sintezi va fizik-kimyoviy metodlar yordamida tahlili berilgan.

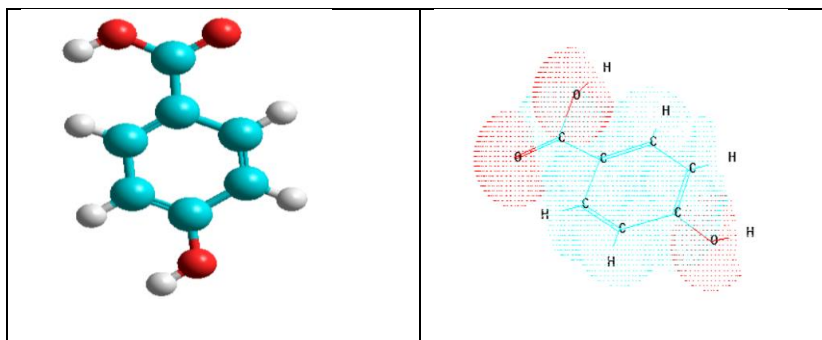
Poliyadroli koordinatsion birikmalari yuqori samaradorligi va intensivligi sababli tibbiyotda, kimyo sanoatining turli sohaslarida va qishloq xo'jaligida keng ko'lamda ishlatilib kelinmoqda. Salitsil kislotasi va uning hosilalari antioksidant xossa namoyon qilganligi tufayli farmasevtika, parfumeriya, katalitik jarayonlar, shuningdek peptitsid sifatida qishloq xo'jaligi ekinlarini har xil zararli zamburug'lar va kasalliklardan saqlashda va mikroelementlar bilan boyitishda qo'llanilmoqda. 4-gidroksibenzooy kislotaning metall komplekslari antioksidant hisoblanadi ayniqsa, ishqoriy va ishqoriy-yer metallari bilan poliyadroli koordinatsion birikmalari O'rta Osiyoda jumladan, O'zbekistonda kam o'rganilganligi sababli ilmiy ish ahamiyatini yanada oshiradi. Shuning uchun *para*-gidroksibenzooy kislotaning geteroyadroli birikmalari tuzilishi dastlab HyperChem professional dasturi orqali ayrim xossalari o'rganildi.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** So'nggi yillarda murakkab ko'p yadroli birikmalar kimyosi nazariy va amaliy qo'llash orqali keng ko'lamli rivojlanishni boshdan kechirdi. Muvofiqlashtiruvchi birikmalar biologiya fanlaridagi qiziqarli xususiyatlari tufayli juda talab qilinadigan tadqiqot sohasidir. Xususan, o'tish metallarining murakkab birikmalari dori ta'sirining stimulyatorlari sifatida juda yaxshi tanilgan, chunki organik preparatning samaradorligi odatda metall ionlari muvofiqlashtirilganda ortadi [2]. Metall ionlarining tabiati, shuningdek, ligandning turi, metall ionlari bilan muvofiqlashtirish orqali ligandlarning biologik xususiyatlarini oshirishning turli imkoniyatlari tufayli murakkab birikmalarning farmakologik

faolligida hal qiluvchi rol o'ynaydi. Ligandlar sifatida karboksilik kislotalar bilan o'tish metall klasterlari nazariy va amaliy jihatdan katta ilmiy qiziqish uyg'otadi. Ushbu sohaning misli ko'rilmagan rivojlanishi kimyoviy bog'lanishlar va molekulyar tuzilish nazariyalarini to'ldirishga, koordinatsion birikmalarning optik va magnit xususiyatlarini ajratib ko'rsatishga muhim hissa qo'shadi[2]. Hozirgi vaqtda *orto*- va *para*- gidroksil benzoil kislotalarning oraliq metall komplekslari koordinatsion kimyo, kristall muhandislik va potentsial qo'llanmalar uchun katta ahamiyatga ega [3]. Shuning uchun bunday turdagi ligandlarni o'z ichiga olgan metall komplekslari ko'pincha spektroskopik, strukturaviy va termal usullar bilan o'rganiladi [3]. Shuni ta'kidlash kerakki, ixtisoslashtirilgan adabiyotlarda nafaqat salitsil kislotasi va uning hosilalarining o'tish metallari bilan koordinatsion birikmalariga, balki 2s va 3d tipidagi metallarni o'z ichiga olgan geteroyadroviy birikmalarga ham qiziqish ortib bormoqda. Koordinatsion salitsil kislotasi (HSA) ko'p qirrali liganddir, chunki u ikkita kuchli donor markazni ta'minlaydi va metall ionlarini turli yo'llar bilan muvofiqlashtirishga qodir, bu boshqa yadroli koordinatsion birikmalar hosil bo'lishi va potentsial xususiyatlar spektrini oshiradi[4,5]. *Para*-gidroksibenzoil kislotasi (PHBA) tabiiy birikma sifatida keng ko'lamlil biologik faolligni namoyish etadi [6], jumladan, stimulyatsiya qiluvchi [7] va mikroblarga qarshi [8] faollikning zaif ortishi. Oxirgi ta'sirlar bir xil biologik faolligni ko'rsatadigan boshqa ligand ishtirokida aralash ligandli metall komplekslari yordamida sezilarli darajada sezilarli oshishi mumkin, masalan, o'rtacha stimulyator va antimikrobiyal xususiyatlar bilan tavsiflangan monoetanolin (MEA) xuddi shunday moddalar qatoriga kiradi [9]. Bo'yoqlar, fungitsidlar, kosmetika va dorilar uchun oraliq mahsulot sifatida ishlatiladi; oziq-ovqat saqlovchi, korroziyaga qarshi ingibitor, antioksidant va emulsifikator sifatida, polyester ishlab chiqarishda komponent sifatida va suyuq kristall polimerlarning tarkibiy qismi sifatida ishlatiladi. Shuningdek, pestitsidlar, antiseptiklar va farmatsevtika vositalari uchun oraliq mahsulot sifatida ishlatiladi; [10]. Oraliq metallar bilan hosilari sintetik preparatlar, oziq-ovqat konservantlari va uning metil, propil va butil efirlari kosmetika va farmatsevtika uchun ishlatiladi[11,12].

**Tadqiqot metodologiyasi.** [CuNa(PHBA)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] tarkibli kompleks birikma sintezi quyidagi metodika bo'yicha amalga oshirildi. Qaytarma sovutgich bilan jihozlangan ikki og'izli kolbaga, 0,001 mol CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O tuzining 10ml eritmasi quyildi. Eritma ustiga ikkinchi eritma 0,002 mol *para*-gidroksibenzoil kislotaning 20ml etanoldagi eritmasi quyildi va Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tuzining 10% li eritmasi, har 10 minut davomida 5ml dan qo'shiladi. Aralashma 50 minut davomida aralashtirib turgan holda, qaynatildi [13]. Keyin ushbu aralashma xona haroratida 1 sutka davomida sovutildi. So'ng hosil bo'lgan to'q ko'k rangli cho'kma [CuNa(PHBA)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] filtrlab olib, avval suvda, keyin etanolda yuvildi va 12 kun davomida xona haroratida qoldirildi. Natijada, misning *para*-gidroksibenzoil kislotaga va natriy sulfat bilan poliyadroli kompleks birikmasining monokristali o'stirildi.

**Tahlil va natijalar.** Kvant-kimyoviy tadqiqotlar model tuzish, uni optimizatsiyalash, spektroskopik va termodifferensial hisoblashlar olib borish, natijalarni qayta ishlash va vizualizatsiyalash kabi ketma-ket bir nechta bosqichni o'z ichiga oladi. Kvant kimyoviy hisoblashlar ligand molekulasining mumkin bo'lgan koordinatsiya markazlari, koordinatsiyalanish imkoniyatlari, energetik, geometrik va elektron parametrlarini hisoblash maqsadida o'tkazildi. Ushbu hisoblashlar Semi-empirical/Am1/UHF metodidan foydalanilgan holda bajarildi. Ligand, metal ligand(MeL) va geteroyadroli kompleks birikma molekularining donor va reaksiyon faol atomlaridagi elektron zichliklar va effektiv zaryadlarning qiymatlariga asoslanib, olingan moddalar qanchalik selektivligi va reaksiya natijasida olingan moddalar amaliy jihatdan ahamiyatligi bashorat qilindi.



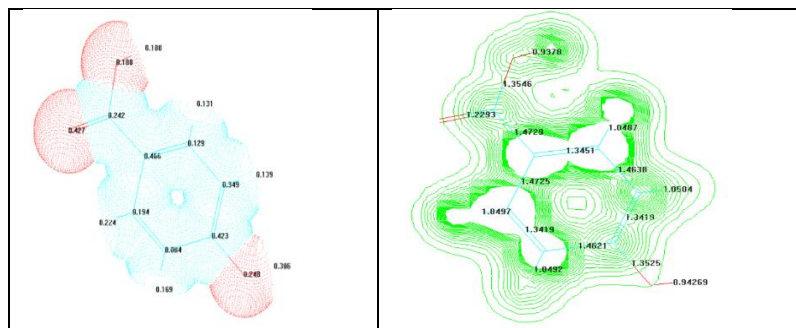
1-rasm. *Para*-gidroksobenzoil kislotaning elektron tuzilishi

Kvant-kimyoviy hisoblash usullari ko'p funksional ligandlarning koordinatsiyaga uchraydigan raqobatdosh donor markazlarini oldindan aytib berish imkonini beradi. Ushbu ishda HyperChem 8.07 dasturi yarim empirik usuli yordamida 4-gidroksibenzoil kislotaga va yangi kompleks birikmalar molekularining reaksiyon qobiliyati kvant-kimyoviy tahlil qilindi. Ligand va olingan yangi poliyadroli kompleks molekulasining potentsial, kinetik va umumiy energiyalari, bog' uzunliklari burchak qiymatlari va RMS gradientlari aniqlandi(1-jadval).

1-jadval

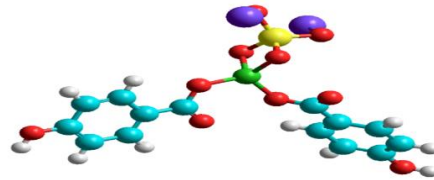
Ligand va sintez qilingan kompleks birikmalarning ayrim energetik qiymatlari

Birikmalar	Bog' uzunligi	Burchak °	Umumiy energiyasi,kkal/mol
PHBA	8.50667	3.69279	16.948960
[Cu(PHBA) <sub>2</sub> ]	90.5633	47.7645	122.08
[CuNa(PHBA) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ]	94.2193	60.9464	124.507

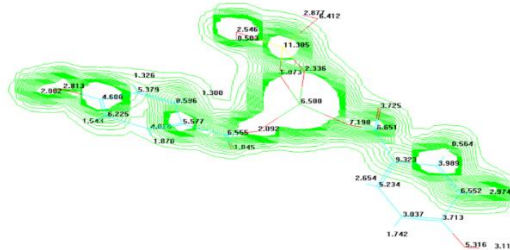


2-rasm. *Para*-gidroksibenzoil kislotaning zaryadlar taqsimlanishi

Ushbu ishda ayrim xususiyatlarni o'rganish maqsadida yarimempirik AM1 va MNDO usullari bilan *para*-gidroksibenzoil kislotaga, Cu(PHBA)<sub>2</sub> va [CuNa(PHBA)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] tarkibli poliyadroli kompleks birikmalarning reaksiyon qobiliyatini kvant-kimyoviy tahlil qilindi. Unga ko'ra, ligand va koordinatsion birikma atomlaridagi zaryadlarni solishtirish natijasida *para*-gidroksibenzoil kislotaga molekulasidagi karbonil guruhidagi kislord atomlarida nisbatan yuqori manfiy zaryad borligi sababli metal kationi bilan ion bog' hosil qilishi va sulfat ionidagi kislord atomlari bilan koordinatsion bog' hosil qilishi aniqlandi (2-rasm).



3-rasm.  $[\text{CuNa}(\text{PHBA})_2\text{SO}_4]$  tarkibli geteroyadroli kompleks birikma molekulasining tuzilishi



4-rasm.  $[\text{CuNa}(\text{PHBA})_2\text{SO}_4]$  tarkibli poliyadroli kompleksning elektrostatik potensial qiymatlari

**Xulosa.** *Para*-gidroksobenzoy kislota va u asosidagi geteroyadroli kompleksning elektron tuzilishi va energetik qiymatlari HyperChem Professional dasturiy paketi yordamida kvant-kimyoviy hisoblashlar orqali tahlil qilindi va oraliq metall ionlari va s-element bilan ligandning afzalroq koordinatsiyaga kirisha oladigan markazlari aniqlandi, komplekslardagi koordinatsion tugunning tuzilishi o'rganildi hamda ligandning tabiatiga ko'ra ichki kompleks tetraedrik tuzilishdagi kompleks hosil bo'lishi va mis atomining koordinatsion soni to'rtga tengligi aniqlandi.

#### ADABIYOTLAR

- O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 25 oktyabrdagi «O'zbekiston Respublikasida kimyo sanoatini jadal rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi PQ-3983-son, 2019 yil 3 apreldagi «Kimyo sanoatini yanada isloh qilish va investitsion jozibadorligini oshirish»dagi PQ-4265-son, 2019-yil 23-oktabrdagi «O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030-yillarga mo'ljallangan strategiyasini tasdiqlash to'g'risida»gi PF-5853-son qarorlari.
- Gorincioi Viorina. Synthesis and study of complex combinations polynucleiration of s- and d-metals with acid salicylic and its derivatives. Doctoral Thesis in Chemical Sciences. CHISINAU, 2022. page 21.
- Abror Kh. Ruzmetov, Aziz B. Ibragimov, Yuldash Yu. Yakubov, Takashiro Akitsu, Daiki Shimonishi, Avaz B. Ibragimov, Changkun Xia, Abul Monsur Showkot Hossain. Synthesis, crystal structure and Hirshfeld surface analysis of binuclear Cu(II) complexes from *o/p*-hydroxybenzoic acid with ethanol and water solution of monoethanolamine. 2023.
- Praveen, K., Madhavi, D., Anil Kumar, K., Kranthi Kumar, Y. Coordination Chemistry of Salicylic Acid. In: International Journal of Engineering and Science Invention. 2016, vol. 5, nr. 9, pp. 8-10. ISSN 2319-6726.
- Stavila, V., Thurston, J., Whitmire, K. Selective Arylation Reactions of Bismuth-Transition Metal Salicylate Complexes. In: Inorganic Chemistry. 2009, vol. 48, nr. 14, pp. 6945-6951. ISSN 0020-1669. DOI: 10.1021/ic9010357.
- R. Manuja, Sh. Sachdeva, A. Jain va J. Chaudhary, Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res. , 22 , No 2, 109-115 (2003).
- Y. Kamaya, S. Tsuboi, T. Takada va boshqalar, Arch. Atrof-muhit. Kontaminatsiya. Toksikol. , 51 , 537-541 (2006).
- Jy Cho, Jh Moon, Ky Seong va boshqalar, Biosci., Biotechnol., Biochem. , 62 , No 11, 2273-2276 (1998).
- Etanolaminlar - tadqiqot va qo'llash sohasidagi yutuqlar . Nashr., Q. Ashton Acton (tahrirlar), Ilmiy nashrlar, Atlanta, AQSh (2013).
- Lyuys, R.J, Sr (Tahr.). Xoulining siqilgan kimyoviy lug'ati. 13-nashr. Nyu-York, NY: John Wiley & Sons, Inc. 1997., p. 595
- Onil, Mj (tahr.). Merck indeksi - Kimyoviy moddalar, dorilar va biologik moddalar ensiklopediyasi. 13-nashr, Whitehouse Station, NJ: Merck and Co., Inc., 2001., p. 862
- Verschueren, K. Organik kimyoviy moddalar bo'yicha atrof-muhit ma'lumotlari qo'llanmasi. 1-2 jildlar. 4-nashr. J ohn Wiley & Sons. Nyu-York, NY. 2001, p. 1296
- Obidova N.J., Ibragimov B.T., Xudoyberganov O.I. Diklofenak asosidagi kompleks birikmalarning sintezi, tuzilishi va antibakterial faolligi. Xorazm Ma'mun akademiyasi axborotnomasi.–2023.–№8(1),28-36–B.





UDK:547.3

Jahongir BERDIYOROV,

O‘zbekiston Milliy universiteti, Neft va gaz kimyosi yo‘nalishi talabasi

E-mail: berdiyovjahongir477@mail.com

Jasurbek MAMAJONOV,

O‘zbekiston Milliy universiteti, Umumiy va neft-gaz kimyo kafedrasi katta o‘qituvchisi

Ibragimjan ABDUGAFUROV,

O‘zbekiston Milliy universiteti Umumiy va neft-gaz kimyo kafedrasi dotsenti

O‘zMU dotsenti G‘.Abduraxmonov taqrizi asosida

### GAZDAN SUYUQ YOQILG‘LAR OLISH TEXNOLOGIYALARI

Annotatsiya

Mazkur maqolada sintez gazi ishlab chiqarish va Fisher-Tropsh sintezining nazariy asosi yoritilgan. Shuningdek, bugungi kunda mamlakatimizda ishlab turgan GTL zavodi, GTL mahsulotlari va ba‘zi jarayonlarning texnologiyasi keltirilgan.

**Kalit so‘zlar:** GTL, sun‘iy sintetik yoqilg‘ilar, Fisher-Tropsh sintezi, singaz, texnologik sxema, distilyat.

### ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКОГО ТОПЛИВА ИЗ ГАЗА

Аннотация

В данной статье описаны теоретические основы производства синтез-газа и синтеза Фишера-Тропша. Также представлен завод GTL, действующий сегодня в нашей стране, продукция GTL и технология некоторых процессов.

**Ключевые слова:** GTL, искусственные синтетические топлива, синтез Фишера-Тропша, сингаз, технологическая схема, дистиллят.

### TECHNOLOGIES FOR OBTAINING LIQUID FUEL FROM GAS

Annotation

This article describes the theoretical foundations of synthesis gas production and Fischer-Tropsch synthesis. It also presents a GTL plant operating today in our country, GTL products, and the technology of some processes.

**Key words:** GTL, artificial synthetic fuels, Fischer-Tropsch synthesis, syngas, process flow diagram, distillate.

**Kirish.** O‘tgan asrlar davomida neft motor yoqilg‘isi va asosiy organik sintez mahsulotlarini ishlab chiqarish uchun asosiy xom ashyo manbai bo‘lib kelgan. Biroq, hozirgi paytda vaziyat o‘zgara boshladi. Tasdiqlangan neft zaxiralariga nisbatan neft istemoli bir necha barobar ortgan. Brent markali neft narxi 1999-yilda bir barrel uchun 20–25 dollar, 2008 yilda 70–120 dollargacha ko‘tarildi va bu o‘shirib bugungi kungacha davom etib kelmoqda. "Neft davri" ning tugashi allaqachon muqarrar va biz bunga hozirdan tayyorlanishimiz kerak.

Yaqin kelajakda tabiiy gaz motor yoqilg‘ilari ishlab chiqarish uchun iqtisodiy jihatdan eng qulay va atrof-muhitni muhofaza qilish nuqtai nazaridan ham samarador bo‘lishi mumkin. Ekspertlarning hisob-kitoblariga ko‘ra, 2015 yilda jahon energetika bozorida neftning ulushi 36-38 foizgacha qisqaradi, gaz va ko‘mirning ulushi 24-26 foizga, ko‘mir 25-27 foizgacha, gidro- va atom energiyasining ulushi esa 5-6% ni tashkil qilgan edi.

Tabiiy gazni yuqori uglevodorodlar, yoqilg‘i va kimyoviy mahsulotlarga aylantirish bilan shug‘ullanadigan kimyo sanoati guruhiga "Gazdan suyuqlikka" texnologiyalar (Gas To Liquid (GTL)) nomi berildi. Rus adabiyotlarida "Sintetik suyuq yoqilg‘i" atamasi qo‘llaniladi. GTL texnologiyasi tabiiy gazni qayta ishlab, turli xil mahsulotlarga aylantirish imkonini beradi: masalan, etilen va  $\alpha$ -olefinlardan tortib parafin mumigacha. Eng qimmatli mahsulot sintetik dizel fraksiyasi bo‘lib, u ekspluatatsiya va ekologik xususiyatlar bo‘yicha neft dizel yoqilg‘isidan ustundir. GTL texnologiyasi sayyoramizning gaz resurslarini o‘zlashtirish, qayta ishlash uchun ochadigan imkoniyatlar tufayli u hozirda sanoatning jadal rivojlanayotgan tarmog‘idir. Har yili yuzlab maqolalar va sharhlar va bir qator ixtisoslashtirilgan konferentsiyalar ushbu masalaga qaratilgan. GTL texnologiyasining turli jihatlarini bo‘yicha patentlar soni hozirda 8000 dan oshdi [1]. ExxonMobil, Shell, ConocoPhillips, Chevron, Marathon, Statoil, Syntro-leum va boshqalar kabi yirik neft qazib olish va neftni qayta ishlash kompaniyalari tajriba zavodlaridan tortib to ishlayotgan korxonalarigacha bo‘lgan turli bosqichlarda o‘zlarining GTL loyihalariga ega. Yaqin kelajakda tabiiy gazning katta qismi sintetik uglevodorodlarga qayta ishlashiga shubha yo‘q.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Tabiiy gazning asosiy komponenti hisoblangan metan termodinamik jihatdan ancha barqaror va ko‘proq reagentlarga nisbatan inertdir.  $\text{CH}_4$  dagi C-H bog‘lanish energiyasi  $439 \text{ kJ mol}^{-1}$  ni tashkil qiladi. Metan asosidagi to‘g‘ridan-to‘g‘ri sintezni amalga oshirish qiyin, chunki ularning mahsulotlari metanning o‘ziga qaraganda ancha beqaror va keyinchalik to‘liq oksidlanishga moyildir [2].

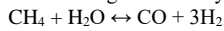
Shunday qilib, metanning metanolga aylanishi juda selektiv tarzda sodir bo‘ladi (taxminan 80%), lekin konversiya 7% dan oshmaydi [3]. Metan VIII guruh metallari va bug‘ ishtirokida yuqori haroratda faollashadi va bu sharoitda u uglerod oksidi va vodorod aralashmasiga (sintez gazi yoki singaz) aylanishi mumkin [4]. Ikkinchi yo‘nalishda, metanni katalizatsiyasiz, kam kislorodli sharoitda qisman oksidlanishi sodir bo‘ladi. Bu reaksiyada metanga qaraganda reaksiyon qobiliyati ancha yuqori bo‘lgan va tegishli katalizatorlar ishtirokida turli xil birikmalarga aylanishi mumkin bo‘lgan uglerod (II) oksidi hosil bo‘ladi. Xususan, singaz hosil bo‘lishini ta‘minlaydigan, selektiv metall katalizatorlardan foydalanish GTL texnologiyasining maqsadli mahsuloti bo‘lgan yuqori uglevodorodlarni olishga imkon beradi [5,6].

Termokimyoviy nuqtai nazardan,  $\text{CH}_4 \rightarrow [\text{CO}+\text{H}_2] \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  oksidlanish-qaytarilish ketma-ketligi muqarrar yo‘qotishlarni o‘z ichiga oladi. Metanning yonish issiqligi  $213 \text{ kkal mol}$ , yuqori alkanlarniki esa uglerod uchun taxminan  $163 \text{ kkal mol}$  [12]. Binobarin, metanni yuqori alkanlarga aylantirishning nazariy energiya samaradorligi  $(163/213) = 77\%$  ni tashkil qiladi. Mavjud GTL zavodlarining real samaradorligi bundan ham past (taxminan 63%) [8,9]. Shunga qaramasdan bu suyuq uglevodorodlarni gazga nisbatan qulayroq tashish va saqlashda iqtisodiy jihatdan samarador. Shunday qilib, tabiiy gazni yuqori uglevodorodlarga tijorat asosida qayta ishlash uch bosqichda amalga oshiriladi va har bir bosqich mohiyatan sanoatning alohida tarmog‘idir.

1. Metandan singaz ishlab chiqarish.
2. Singazni yuqori uglevodorodlarga aylantirish.
3. Mahsulotlarni ajratish va yakuniy qayta ishlash.

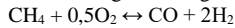
*Sintez gazi* organik sintezning qimmatli oraliq mahsuloti hisoblanadi: u sof vodorod va CO ning manbai bo‘lib, spirtlar, atseton, karbon kislotalar va dimetil efir ishlab chiqarishda, oksosintezda shu bilan birga, boshqa yirik sanoat tarmoqlarida qo‘llaniladi. Tabiiy gazdan singaz ishlab chiqarish juda yaxshi o‘rganilgan soxadir [10].

Tabiiy gazni sintez gaziga konversiyalash. Sintez - gaz ( $\text{CO} + \text{H}_2$ ) ishlab chiqarishda eng ko'p ishlatilgan texnologiya metanni bug'li konversiyalash (MBK), parsial oksidlash (PO) va avtomatik riforming (ATR) hisoblanadi. Bunda olinadigan sintez - gazi turli tarkibga ega bo'ladi. Metanni bug'li konversiyalash usuli bo'yicha sintez - gaz olishning asosiy reaksiyasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:



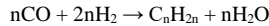
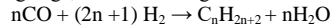
MBK reaksiyasi eng keng tarqalgan usul hisoblanadi va o'choqdan ma'lum miqdorda issiqlik berilib, katalizator bilan to'ldirilgan quvurli reaktorda olib boriladi. Jarayonning bosimi - taxminan 1,0 MPa, harorat- 750 - 850°C. Nikel katalizatorning asosi hisoblanadi (GIAP-18 (12 % Ni) va GIAP-3-6N (6 % Ni) markali mahalliy katalizatorlarda).

Parsial oksidlanish (PO) suv bug'i mavjud bo'lmaganida yoki juda kam miqdorda bo'lganida kisloroddan foydalangan holda metanni to'liqsiz oksidlanishiga asoslangan:



Avtomatik riforming MBK va PO usullarini bir reaktordagi kombinatsiyasi hisoblanadi. Metan kichik miqdordagi suv bug'i bilan aralashadi va kislorod bilan qisman yoqiladi va keyin bug'li konversiyalanadi. Yonish issiqligi MBK ning endotermik reaksiyasini olib borish uchun foydalaniladi, shunday ekan jarayon tashqi issiqlik berilishini talab etmaydi.

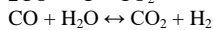
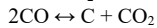
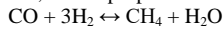
**Fisher-Tropsh sintezi.** Singazning temir va kobalt katalizatorlarida yuqori uglevodorodlarga aylanish jarayoni F.Fisher va X.Tropshlar tomonidan Myulxaymdagi (Germaniya) Kayzer Vilgelm nomidagi ko'mirni o'rganish institutining yoqilg'i tadqiqot laboratoriyasida kashf etilgan [5,6] va Fisher-Tropsh sintezi nomi berilgan. Reaksiya oqim reaktorlarida 180-360°C haroratda va 45 atmgacha bo'lgan bosimda amalga oshiriladi [5,6]. Mahsulotlar asosan chiziqli, keng fraksion tarkibga ega, C1 dan C100 gacha ba'zan undan yuqori  $\alpha$ -olefinlar va parafinlardir.



**Tadqiqot metodologiyasi.** Yuqorida aytilganidek GTL texnologiyasi bo'yicha dunyoda har yili bir necha yuzlab maqolalar chop etiladi, bir nechta ilmiy-amaliy anjumanlar tashkil etiladi. Ushbu maqola GTL texnologiyasining barcha qirralarini qamrab olmaydi. Biz bu erda faqat ushbu sohada jarayonlarning kimyoviy asosini, sanoatning holatini tavsiflaymiz.

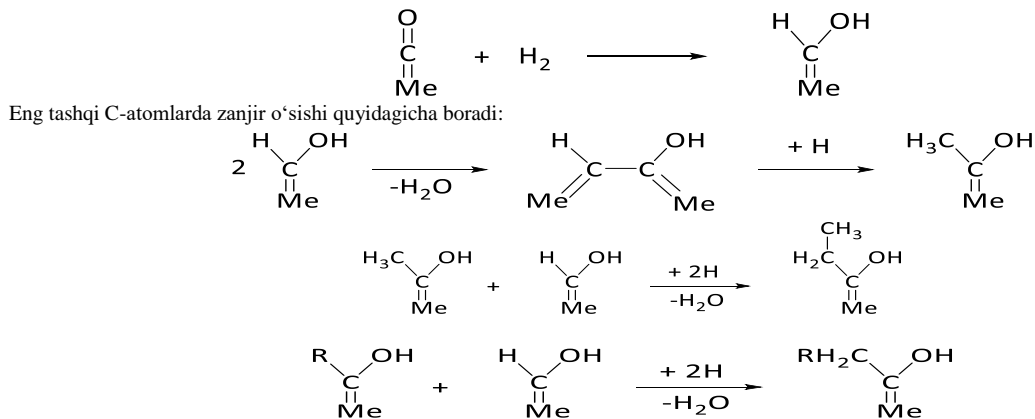
**Tahlil va natijalar.** Fisher-Tropsh sintezi CO ning gidropolimerizatsiyasi sifatida ko'rib chiqilib, keng doiradagi uglevodorodlar hosil bo'ladi [5]. Katalizator yuzasida ikki turdagi reaksiyalar sodir bo'ladi: katalizatorda hosil bo'lgan oraliq mahsulotga monomer birikishi bilan zanjir davom etishi va mahsulot hosil qilish bilan zanjirning uzilishi.

Temir katalizatorlari ishtirokida ma'lum miqdorda oksigenatlar ham: spirtlar, aldegidlar, ketonlar va karbon kislotalar hosil bo'ladi. Yuqori haroratlarda seolitli katalizatorlar mavjudligida aromatik birikmalar hosil bo'ladi. Qo'shimcha reaksiyalar - CO ni metanga to'g'ridan-to'g'ri gidirilanishi, CO disproporsionallashishi (Bell-Buduar reaksiyasi) va ko'mir katalizatorlarda jadal kechuvchi suv gazi reaksiyasi sodir bo'ladi:



Fisher-Tropsh jarayoning reaksiya mexanizmidagi uglerod oksidning gidrogenlanishi murakkab, parallel va ketma-ket reaksiyalar majmuasidir. Birinchi bosqich - uglerod oksidi va vodorodning katalizatorida bir vaqtning o'zida xemisorbtsiyasi. Bunday holda, uglerod oksidi uglerod atomi bilan metall bilan birlashadi, buning natijasida C-O bog'i zaiflashadi hamda CO va vodorodning o'zaro ta'siri birlamchi kompleks hosil bo'lishi bilan osonlashadi. Uglevodorod zanjirining o'sishi ("zanjirning boshlanishi") shu kompleksdan boshlanadi.

Bir uglerod atomiga ega bo'lgan sirt birikmasining keyingi bosqichma-bosqich qo'shilishi natijasida uglerod zanjiri uzayadi ("zanjir o'sishi"). Zanjirning o'sishi desorbtsiya, gidrogenatsiya yoki o'sayotgan zanjirning sintez mahsulotlari bilan o'zaro ta'siri ("zanjimi tugatish") natijasida tugaydi.



Fisher-Tropsh sintezi kinetik nazorat etiladigan va kuchli ekzotermik jarayon hisoblanadi. Reaksiya katalizator VIII guruh metallari hisoblanadi. Ru, Fe, Co, Ni lar katta katalitik faollik ko'rsatadi. Sanoatda faqatgina temirli va kobaltli katalitik sistemalardan foydalaniladi.

**GTL mahsulotlari.** Umuman olganda, Fisher-Tropsh sintezi asosan chiziqli uglevodorodlarning keng qismi olinadi. To'yinmagan uglevodorodlardan asosan  $\alpha$ -olefinlar hosil bo'ladi, aromatik uglevodorodlar esa kam miqdorda hosil bo'ladi. Biroq, fraksion tarkib juda keng diapazonda o'zgarishi mumkin. Bu yerda asosiy nazorat qiluvchi parametrlar sintezning haroratidir. Past haroratli jarayonda parafin mumi ulushi 50% va undan ko'p bo'lishi mumkin, yuqori haroratli sintez esa asosan benzinli uglevodorodlarni, shu jumladan 70% olefinlarni olish imkonini beradi. An'anaga ko'ra, sintetik uglevodorod zavodlari asosan yoqilg'i ishlab chiqarishga qaratilgan edi [5,6].

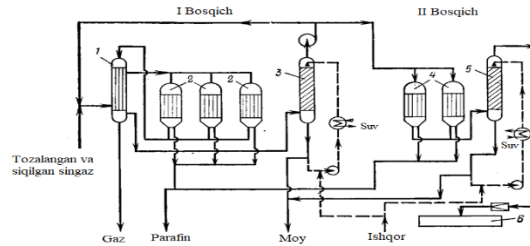
1-Jadval.

Har xil turdagi Fisher-tropsh sintezi reaktorlaridagi mahsulotlar tarkibi

Mahsulot	Reaktorning turi		
	Qaynovchi Qavat	Quvurli	Ko'pikli
CH <sub>4</sub>	7.0	2.0	3.3
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	4.0	0.2	1.9
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	3.0	0.6	1.2
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	10.7	0.9	3.2
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1.7	0.9	0.8
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	9.4	1.0	2.4
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1.1	1.4	1.9
C <sub>5</sub> + C <sub>6</sub>	16.5	4.8	6.1
C <sub>7</sub> - 160°C	20.0	6.2	7.6
160-350°C	15.5	18.3	17.0

> 350°C	6.0	62.3	49.5
O-saqlovchi	5.1	1.4	4.4

Shuni alohida ta'kidlash kerakki, sintez mahsulotlari oltingugurtli birikmalarga ega emas va gidrotozalash va gidrooltingugurtsizlantirish jarayonlarini o'tkazishni talab etmaydi.



1-Rasm. Temir katalizatorida o'rtacha bosimda FT sintezi sxemasi: 1-issiqlik almashtirgich; 2, 4 - reaktorlar; 3, 5 - kondensatorlar; 6- gazni faollashtirilgan uglerod bilan tozalash uchun qurilma.

**Xulosa.** Shunday qilib, GTL texnologiyalari tabiiy gazni motor yoqil'isi va asosiy organik sintez mahsulotlariga aylantirish imkonini beradi, shu bilan neft bozoriga qaramlikni kamaytiradi. Bu yondashuv energiya va kimyo sanoatida xom ashyo manbalarini diversifikatsiya qilish imkoniyatini yaratadi va sayyoramizning uglerodga boy resurslaridan samarali foydalanishga xizmat qiladi.

#### ADABIYOTLAR

1. Arutyunov V.S., Krylov O.V. Oxidative conversion of methane. // Usp. Khim. –2005. –V. 74. –P. 1216–1245.
2. Crabtree, R.H. Current Ideas and Future Prospects in Metal-Catalyzed Methane Conversion. // Stud. Surf. Sci. Catal. –1994. –V. 81. –P. 85–92.
3. Yarlagadda O.S., Morton L.A., Hunter N.R., Gessar H.D. Temperature oscillations during the high-pressure partial oxidation of methane in a tubular flow reactor. // Combust. Flame. –1990. -V.79. -P. 216-218.
4. Rostrup-Nielsen J.R. Hydrogen and synthesis gas by steam- and CO<sub>2</sub> reforming. // Advances in Catalysis. –2002.-V. 47.-P. 65-139.
5. Steen van E., Claeys M., Möller K.P., Nabaho D. Comparing a cobalt-based catalyst with iron-based catalysts for the Fischer-Tropsch XTL-process operating at high conversion. // Applied Catalysis A, General. –2018 -V. 549. -P. 51–59.
6. Storch H.H., Golumbic N., Anderson R. The Fischer-Tropsch and Related Syntheses. // New York: Wiley, 1951.-V. 26. -P. 71–89.
7. Spravochnik khimika (Chemist's Handbook), Moscow: Inostrannaya Literatura, 1962.-V.1. -P. 463.
8. Eilers J., Posthuma S.A., Sie S. The shell middle distillate synthesis process (SMDS) // Catal. Lett. –1990. -V.7. -P. 253–270.
9. Dry M.E. Gas to liquid Technologies. // Appl. Catal. A: General, 1996.-V. 138. -P. 319-344.
10. Krylov, O.V. Carbon-dioxide conversion of methane into synthesis gas. // Ross. Khim. Zh. –2000.-V. 44.-P. 19–33.



UDK:547.1-304.2+547-327

*Sarvinoz BOBONAZAROVA,*  
*O'zMU kimyo fakulteti tayanch doktoranti*  
*E-mail: Bobonazarovasarvinoz7@gmail.com*  
*Anvar ABDUSHUKUROV,*  
*O'zMU professori, k.f.d.*  
*Muxriddin YUSUFOV,*  
*O'zMU katta o'qituvchisi, PhD*  
*Shohzod OCHILOV,*  
*O'zMU kimyo fakulteti tayanch doktoranti*

*O'zRFA O'simlik moddalari kimyosi instituti alkaloidlar kimyosi laboratoriya mudiri, k.f.d. Sh.Jo'raqulov taqrizi asosida*

## 2-XLORO-N-TOLILATSETAMID IZOMERLARINING BIOLOGIK FAOLLIKLARINI PASS ONLINE DASTURIDA O'RGANISH Annotatsiya

Toluidin izomerlarini xloratsetilxlorid bilan N-xloratsetillash reaksiyasi natijasida sintez qilingan 2-xloro-N-o-tolilasetamid, 2-xloro-N-m-tolilasetamid va 2-xloro-N-p-tolilasetamidlarining biologik faolliklari PASS online dasturida o'rganilgan. 2-Xloro-N-tolilasetamid izomerlarining organizmga bo'lgan nojo'ya va zaharlilik ta'sirlari, Pa va Pi qiymatlari aniqlangan. Bundan tashqari 2-xloro-N-tolilasetamid izomerlarining yurak-qon tomir va gepatobiliar tizimlarga ta'siri, saraton hujayralariga nisbatan moddaning sitozaharlilikligi natijalari olingan, viruslarga va zamburug'larga qarshi faolliklari o'rganilgan, olingan natijalar taqqoslangan. Natijalardan ma'lum bo'ldiki 2-xloro-N-o-tolilasetamid va 2-xloro-N-p-tolilasetamidlarining yuqoridagi kasalliklarga biologik faolligi bir-biriga yaqin va ba'zi kasalliklarga faqat bitta izomerda faollik berganligi kuzatilgan.

**Kalit so'zlar:** 2-Xloro-N-o-tolilasetamid, 2-xloro-N-m-tolilasetamid va 2-xloro-N-p-tolilasetamid, zaharliliklik, saraton hujayralari, viruslarga faollik, sitozaharlilik ta'sir.

## ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ИЗОМЕРОВ 2-ХЛОРО-N-ТОЛИЛАЦЕТАМИДА В ПРОГРАММЕ PASS ONLINE

Аннотация

В результате изучения продуктов реакции хлорацилирования изомерных толудинов получены 2-хлор-N-о-толилацетамид, 2-хлор-N-м-толилацетамид и 2-хлор-N-п-толилацетамид и изучена их биологическая активность по программе PASS online. Выявлено отрицательное и токсическое действие изомеров хлор-N-толилацетамид на организм, значения Pa и Pi. Дополнительно сравнивали влияние изомеров хлор-N-толилацетамид на сердечно-сосудистую и гепатобилиарную системы, результаты цитосехартичности вещества по отношению к раковым клеткам, изучено активности в отношении вирусов и грибов. Результаты показали, что хлор-N-о-толилацетамиды и хлор-N-п-толилацетамиды обладают биологической активностью, близкой к указанным выше заболеваниям, и обладают лишь одним изомером активности при некоторых заболеваниях.

**Ключевые слова:** 2-хлор-N-о-толилацетамид, 2-хлор-N-м-толилацетамид и 2-хлор-N-п-толилацетамид, токсичность, активность в отношении раковых клеток, вирусов, цитотоксическое действие.

## STUDY OF BIOLOGICAL ACTIVITIES OF 2-CHLORO-N-TOLYLACETAMIDE ISOMERS IN THE PASS ONLINE PROGRAM Annotation

Biological activity of chloro-N-tolilasetamide, 2-chloro-N-o-tolilasetamide, 2-chloro-N-m-tolilasetamide, and 2-chloro-N-p-tolilasetamides were synthesized as a result N-chlorocetylchloride reaction was studied in the PASS online program. The negative and toxicity effects of chloro-N-tolilasetamide isomers on the body, the values of Pa and Pi, have been identified. Additionally, the effects of chloro-N-tolilasetamide isomers on cardiovascular and hepatobiliar systems, the results of the cytoseharcity of the substance in relation to cancer cells, the study of activity against viruses and fungi, and the results were compared. Results were revealed that chloro-N-o-tolilasetamide and chloro-N-p-tolilasetamides are close biological activity to the above diseases and had only one isomeres of activity for some diseases.

**Key words:** 2-chloro-N-o-tolilasetamide, 2-chloro-N-m-tolilasetamide and 2-chloro-N-p-tolilasetamide, toxicity, activity in cancer cells, viruses, cytotoxic effects.

**Kirish.** Organik kimyoda tadqiqotlar olib borishda "Maqsadli sintez" tushunchasi zamonaviy tadqiqot laboratoriyalarida yanada chuqurroq kirib kelmoqda buning sababi yangi modda sintez qilishning o'zi tadqiqot natijalari uchun yetarli hisoblanmaydi. Shunday ekan sintez qilingan yangi birikmaning fizik-kimyoviy xossalari bilan bir qatorda biologik faolligini o'rganish muhim hisoblanadi. Bugungi kunda yangi modda sintez qilish bilan bir qatorda sintez qilingan moddaning tuzilish formulasi asosida PASS online dasturida biologik faolligini o'rganish davr talabi bo'lib, PASS online biologik faollikning 4000 dan ortiq turlarini, shu jumladan farmakologiyasini, ta'sir qilish mexanizmlarini, zaharliligini, metabolik fermentlar va tashuvchilar bilan o'zaro ta'sirini, gen ekspresiyasiga ta'sirini va boshqalarni nazariy tahlil qiladi. Nazariy tadqiqotlarning tahlillariga asoslangan holda sintez olib borish vaqtning hamda ortiqcha reaktivlar sarfini oldini oladi.

**Adabiyotlar tahlili** PASS (Prediction of Activity Spectra for Substances)- bu organik moddalarning o'xshash guruhlarining umumiy biologik faolliklarini baholash vositasi sifatida ishlab chiqilgan dasturiy mahsulot. PASS, GUSAR, PharmaExpert dasturlari organik birikmalar tuzilishi asosida biologik faollikning ko'p turlarini bir vaqtda nazariy tahlil qilishni ta'minlaydi. Shunday qilib, PASS online molekularning kimyoviy sintezi va biologik sinovdan oldin biologik faollikni baholash uchun ishlatilishi mumkin. Pa (faol bo'lish ehtimoli) o'rganilayotgan birikmaning faol bo'lmagan birikmalar kichik sinfiga tegishli bo'lish ehtimolini baholaydi PASS ta'limida "faol bo'lmaganlar" kichik to'plamida eng tipik bo'lgan molekula tuzilmalariga o'xshaydi. Pa (faol bo'lish ehtimoli) va Pi (nofaol birikma ehtimoli) sifatida ifodalanadi. Agar PASS prognozi natijalariga ko'ra  $Pa > 0,71$  bo'lsa, faollikni tajriba asosida topish imkoniyati yuqori bo'ladi.  $0,5 < Pa < 0,7$  o'rtacha terapevtik potentsialni ko'rsatadi.  $Pa < 0,5$  bo'lsa past farmatsevtik faollikni ko'rsatadi va faollikni tajriba asosida topish imkoniyati kamroq bo'ladi [1-3]. GUSAR- miqdoriy tuzilma-faoliyat munosabatlari modellarini yaratish vositasidir. Dasturning kiritilishi kimyoviy tuzilmalar va biologik faolliklar bo'yicha miqdoriy ma'lumotlarning ichki o'quv to'plamidir. GUSARning yadrosi o'z-o'zidan izchil regressiyaning noyob algoritmidan iborat bo'lib PASS nazariy tahlillari asosida hisoblangan biologik asoslangan deskriptorlarni va atomlarning miqdoriy qo'shnilari tavsiflovchilarini tanlash imkonini beradi. Dastur ommaviy nazariy tahlil qilish uchun SD fayllarni yuklash imkonini beradi. Pharma Expert biologik faolliklar, dori-

darmonlarning o'zaro ta'siri va kimyoviy birikmalarning ko'p maqsadli yo'nalishi o'rtasidagi munosabatlarni tahlil qiladi. Pharma Expert oldindan belgilangan ya'ni tekshirilgan biologik faollik profiliga ega, shu jumladan kerakli farmakoterapevtik ta'sir va biokimyoviy mexanizmlarni, lekin kiruvchi salbiy va zaharlilik ta'sirlarni istisno qiladigan birikmalarni tanlash uchun vositani taqdim etadi. Pharma Expert ga kirish ma'lumoti sifatida PASS nazariy tahlillaridan foydalanadi va kimyoviy birikmalar majmuasini tahlil qilish bo'yicha elektron hisobotlarni yaratishni ta'minlaydi [4]. Yangi dori vositalarini yaratish jarayoni katta vaqt va resurslarni talab qiladi. Nazariy tadqiqotlar ushbu omillarni kamaytirishda muhim rol o'ynaydi, chunki ular potensial dori vositalarini qo'llash belgilarini ko'rsatadi. Bir qancha mualliflarning ta'kidlashicha, preparat sifatida sinovdan o'tish uchun aralashmaning yuqori biologik faolligi va past zaharlilikligi etarli emas. Bundan tashqari, terapevtik maqsadda birikmaning kirishi va konsentratsiyasini va uni keyinchalik organizm tomonidan yo'q qilinishini aniqlaydigan ADME farmakokinetik parametrlariga (so'rilish, taqsimlanish, metabolizm va ekskresiya) javob berish kerak. Aks holda noqulay farmakokinetik xususiyatga ega bo'lgan ko'plab dori-darmonlarga nomzodlarni rad etilishi mumkin [5,6].

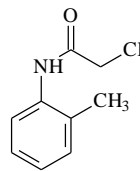
Jahonda aromatik uglevodorodlar va ularning hosilalarini xlorasetilash reaksiyalarining mahsulotlari tibbiyotda dorivor moddalar sifatida, sanoatda polimerlar uchun stabilizatorlar va plastifikatorlar sifatida, qishloq xo'jaligida pestisidlar, stimulyatorlar sifatida keng ishlatiladi. N-Fenilasetamid bilan bog'langan bir qator yangi 1,2,3-triazol fragmenti tutgan kumarin konjugatlarini klik kimyosi yondashuvi orqali yaxshi unum bilan samarali sintez qilingan. Sintezlangan hosilalar in-vitro sharoitda zamburug'larga qarshi va antioksidant faolligini tekshirilgan. Zamburug'larga qarshi faollik *Candida albicans*, *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* va *Cryptococcus neoformans* kabi zamburug' shtammlariga qarshi o'tkazilgan. 7b-2-(4-((4-Methyl-2-oxo-2H-chromen-7-yl) oxy)methyl)-1H-1,2,3-triazol-1-yl)-N-(o-tolyl) asetamide, 7dN-(2-Chlorophenyl)-2-(4-((4-methyl-2-oxo-2H-chromen-7-yl) oxy)methyl)-1H-1,2,3-triazol-1-yl) acetamide, 8b-2-(4-((2-Oxo-2H-chromen-4-yl) oxy)methyl)-1H-1,2,3-triazol-1-yl)-N-(o-tolyl) asetamide va 8e N-(2-Chlorophenyl)-2-(4-((2-oxo-2H-chromen-4-yl)oxy)methyl)-1H-1,2,3-triazol-1-yl) acetamid birikmalari standart doriga qaraganda yuqori ta'sir ko'rsatgan, minimal inhibitiv konsentratsiya qiymatlari pastroq. Shuningdek, gidroksitoluol, 7a-2-(4-((4-Methyl-2-oxo-2H-chromen-7-yl) oxy) methyl)-1H-1,2,3-triazol-1-yl) -N-phenyl acetamid birikmasi standart butillangan antioksidant bilan solishtirganda potensial radikallarni tozalash faolligini ko'rsatgan.

Bundan tashqari, yangi sintez qilingan birikmalarning molekulyar doking tadqiqoti o'tkazilgan va natijalar zamburug' P450 sitoxrom lanosterol 14a-demetilaz fermentining faol joyida yaxshi bog'lanish rejimini ko'rsatgan. Sintez qilingan birikmalar ADME xossalari uchun ham sinovdan o'tkazilgan va ular og'iz orqali qabul qilinadigan dorilar uchun yaxshi nomzod sifatida potensialni ko'rsatgan [7].

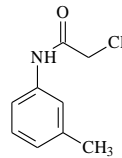
**Tadqiqot metodologiyasi:** Shu ma'lumotlarga asoslangan holda toluidin izomerlarini xlorasetilxorid bilan N- xlorasetilash asosida olingan 2-xloro-N-tolilasetamid izomerlarini PASS onlayn [<https://www.way2drug.com/PassOnline/index.php>] dasturida o'rganilgan. Dastur yordamida 2-Xloro-N-tolil asetamid izomerlari biologik faolligi Pa (faol bo'lish ehtimoli) o'rganilayotgan birikmaning faol bo'lmagan birikmalar kichik sinfiga tegishli bo'lish ehtimolini baholaydi, Pi PASS ta'limida "faol bo'lmaganlar" kichik to'plamida eng tipik bo'lgan molekula tuzilmalari o'rganilgan. Pa (faol bo'lish ehtimoli) va Pi (nofaol birikma ehtimoli) qiymatni ko'rsatgan. Arginin 2-monoxygenas inhibitorida esa nisbatan 2-xloro-N-o-tolil asetamid va 2-xloro-N-p-tolil asetamidlarning faolligi yuqori bo'lib, 2-xloro-N-m-tolil asetamid uchun esa biroq pas faollikka ega ekanini ko'rishimiz mumkin. Bundan tashqari N-benzyloxy carbonyl glycine hydrolase inhibitor va Arylsulfate sulfotransferas inhibitor 2-xloro-N-o-tolil asetamid va 2-xloro-N-m-tolil asetamidlar faolligi juda past ekanligini, 2-xloro-N-p-tolil asetamid uchun esa faollikka ega ekanini ko'rishish mumkin.

**Natijalar tahlili.** Dastur yordamida 2-xloro-N-tolil asetamid izomerlari asosan Glutamyl endopeptidas II inhibitor, Polyporopepsin inhibitor, 2-Hydroxyomuconate-semialdehyd hydrolase inhibitor, Ompitin inhibitor, Venombin AB inhibitor, Endopeptidas So inhibitor, Ubiquinol-cytochrome reductas inhibitor, Pseudolysin inhibitorlari kabi ba'zi kasalliklarga qarshi biologik faollik ko'rsatgichlari olindi. Olingan natijalarning Pa qiymati 2-xloro-N-tolil asetamid izomerlarida yaqin qiymatni ko'rsatgan. Arginin 2-monoxygenas inhibitorida esa nisbatan 2-xloro-N-o-tolil asetamid va 2-xloro-N-p-tolil asetamidlarning faolligi yuqori bo'lib, 2-xloro-N-m-tolil asetamid uchun esa biroq pas faollikka ega ekanini ko'rishimiz mumkin. Bundan tashqari N-benzyloxy carbonyl glycine hydrolase inhibitor va Arylsulfate sulfotransferas inhibitor 2-xloro-N-o-tolil asetamid va 2-xloro-N-m-tolil asetamidlar faolligi juda past ekanligini, 2-xloro-N-p-tolil asetamid uchun esa faollikka ega ekanini ko'rishish mumkin.

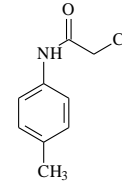
#### 2-Xloro-N-tolil asetamid izomerlari:



2-Xloro-N-o-tolilasetamid



2-Xloro-N-m-tolilasetamid



2-Xloro-N-p-tolilasetamid

#### 2-Xloro-N-tolil asetamid izomerlarining ayrim kasalliklarga qarshi faolligi PASS (online) dasturida tekshirish natijalari

№	Biologik faollik	O'rganilgan birikmalar nomi					
		2-Xloro-N-o-tolil asetamid		2-Xloro-N-m-tolil asetamid		2-Xloro-N-p-tolil asetamid	
		Pa	Pi	Pa	Pi	Pa	Pi
1	Glutamyl endopeptidase II inhibitor	0,838	0,006	0,853	0,005	0,871	0,004
2	Polyporopepsin inhibitor	0,831	0,015	0,846	0,012	0,871	0,009
3	2-Hydroxyomuconate-semialdehyde hydrolase inhibitor	0,802	0,006	0,822	0,005	0,842	0,005
4	Pseudolysin inhibitor	0,772	0,009	0,747	0,012	0,785	0,008
5	Ompitin inhibitor	0,771	0,011	0,787	0,009	0,802	0,007
6	Venombin AB inhibitor	0,747	0,011	0,768	0,009	0,787	0,007
7	Endopeptidase So inhibitor	0,713	0,005	0,730	0,005	0,754	0,004
8	Ubiquinol-cytochrome-c reductase inhibitor	0,730	0,057	0,795	0,035	0,789	0,037
9	Tpr proteinase (Porphyromonas gingivalis) inhibitor	0,639	0,009	0,667	0,007	0,736	0,005
10	N-benzyloxycarbonylglycine hydrolase inhibitor	0,613	0,013	0,660	0,012	0,724	0,009
11	Arylsulfate sulfotransferas inhibitor	0,606	0,013	-	-	0,720	0,013
12	Arginine 2-monoxygenase inhibitor	0,711	0,018	0,674	0,022	0,711	0,018

Jadvaldagi natijalardan ko'rishimiz mumkin yuqoridan 8 ta kasallikning faolligi 2-xloro-N-tolil asetamid izomerlarining 2-xloro-N-o-tolil asetamid izomeridan 2-xloro-N-p-tolil asetamid izomeriga o'tgan sari Pa qiymatining ortib borishi kuzatildi, bundan ko'rishimiz mumkin kasalliklarga faollik ortishini. Tpr proteinase (Porphyromonas gingivalis) inhibitor, N-benzyloxycarbonylglycine hydrolase inhibitor, Arylsulfate sulfotransferase inhibitor kasalliklari esa faqat 2-xloro-N-p-tolil asetamid izomeriga boshqa izomerlarga nisbatan faollik berganini ya'ni, Pa<0,7 ekanligini ko'rishimiz mumkin. Bundan tashqari Arginine 2-monoxygenase inhibitor esa 2-xloro-N-o-tolil asetamid va 2-xloro-N-p-tolil asetamid izomeriga Pa>0,7 qiymati bir xil, 2-xloro-N-m-tolil asetamid izomerida faolligi past ekanligini ko'rishimiz mumkin.



2-Xloro-N-tolil asetamid izomerlarining ayrim kasalliklarga qarshi faolligi PASS (online) daturida tekshirish natijalari bilan bir qatorda kimyoviy birikmaning organizmga salbiy ta'sirlari haqidagi taxminlarni ham olish mumkin. Nazariy tahlil ba'zan bir nechta yoki hatto bitta bemorda kuzatiladigan klinik ko'rinishlarga asoslanadi. 2-Xloro-N-tolil asetamid izomerlarining PASS onlayn daturida o'rganilgan salbiy ta'sirlarining olingan natijalari 2-jadvalda keltirildi.

**2-Jadval.**

2-Xloro-N-tolil asetamid izomerlarining PASS onlayn daturida o'rganilgan salbiy va zaharlilik ta'sirlarining olingan natijalari:

№	Biologik faollik	Molekulalar					
		2-Xloro-N-o-tolil asetamid		2-Xloro-N-m-tolil asetamid		2-Xloro-N-p-tolil asetamid	
		Pa	Pi	Pa	Pi	Pa	Pi
1	Demiyelinatsiya	0,867	0,005	0,876	0,004	0,892	0,004
2	Oshqozon yarasi, aft	0,763	0,027	0,781	0,022	0,819	0,014
3	Ozish	0,791	0,013	0,771	0,015	0,806	0,012
4	Neytrofil dermatoz (Sweet sindromi)	0,730	0,042	0,756	0,035	0,791	0,025
5	Fibroz, interstitsial	0,711	0,013	0,735	0,010	0,782	0,006
6	Tirishish	0,811	0,035	0,722	0,086	0,749	0,071
7	Titroq	0,720	0,070	0,668	0,088	0,710	0,074
8	Eyloriya	0,732	0,029	0,659	0,004	0,621	0,048
9	Methemoglobinemiya	0,702	0,004	0,632	0,013	0,796	0,005
10	Anemiya	0,701	0,027	0,621	0,040	-	-

PASS onlayn daturida orqali 2-xloro-N-tolil asetamid izomerlarining kasalliklarga qarshi biologik faolliklari va mumkin bo'lgan salbiy ta'sirlarni, yurak-qon tomir va gepatobiliar tizimlarga salbiy dori ta'siri, saraton hujayralaridagi kimyoviy birikmalarning sitozaharlilik ta'siri va antifungal faollikni nazariy tahlil, virusga qarshi faollikni nazariy tahlil qilish insonning ko'krak bezi saratoni hujayralariga nisbatan moddaning sitozaharlilikligi natijalari olish mumkin. PASS onlayn daturining shu qismiga tayanib antifungal faollik nazariy tahlili va virusga qarshi faollikni nazariy tahlil olindi, natijalar jadval ko'rinishida berildi va taqqoslandi. AntiFun foydalanuvchiga kimyoviy birikma konsentratsiyasi 5000 nM dan past bo'lgan 38 zamburug'ning bir yoki bir nechtasining o'sishiga to'sqinlik qilishi mumkinligini taxmin qilish imkonini beradi. Har bir birikma uchun ball uning faolligiga ishonch sifatida ifodalanadi, bu kimyoviy birikmaning ma'lum bakteriyalarining o'sishini inhiye qilish va inhiye qilmaslik ehtimoli o'rtasidagi farqdir. Ishonch qanchalik yuqori bo'lsa, ijobiy nazariy tahlilning haqiqat bo'lish ehtimoli shunchalik yuqori bo'ladi. Muayyan birikma uchun faqat Pa > Pi (ishonch > 0) bo'lgan harakatlar mumkin deb hisoblanadi. Agar Pa qiymati 0,5 dan kam bo'lsa, lekin Pa > Pi bo'lsa, treninlar to'plamidagi "faollarning" yarmidan ko'pi uchun B qiymatlari ushbu birikmaga qaraganda yuqori bo'ladi. Agar biz ushbu birikma faol degan taklifni rad qilsak, ehtimollik 0,5 dan kam bo'lgan noto'g'ri qaror qilamiz. Bunday holda, eksperimentda ushbu turdagi faoliyatni tasdiqlash ehtimoli kichik, ammo 50% dan ko'proq imkoniyat tasdiqlanadi, bu strukturaning yuqori yangilikka ega bo'lishi va yangi kimyoviy ob'ektga aylanishi mumkin [4].

**3-Jadval**

2-Xloro-N-tolil asetamid izomerlarining PASS onlayn daturida o'rganilgan antifungal faollikni nazariy tahlili natijalari

№	Nomi	2-Xloro-N-o-tolil asetamid	2-Xloro-N-m-tolil asetamid	2-Xloro-N-p-tolil asetamid	CHEMBL ID
1	Filobasidiella neofomans	0,4884	0,4813	0,5544	CHEMBL365
2	Mikrosporium gipsi	0,4676	0,4481	0,5260	CHEMBL612945
3	Candida tropicalis	0,3429	0,3062	0,3435	CHEMBL612870
4	Galaktomyces geotrichum	0,0951	0,1069	0,1250	CHEMBL613775
5	Epidermophyton floccosum	0,0296	-	0,0272	CHEMBL612386

Jadvaldan korinadiki 2-xloro-N-tolil asetamid izomerlarining ayrim Filobasidiella neofomans, Mikrosporium gipsi, Candida tropicalis, Galaktomyces geotrichum zamburug'lariga qarshi faollikni nazariy tahlili olindi, va bu zamburug'lariga 2-xloro-N-o-tolil asetamidga nisbatan 2-xloro-N-p-tolil asetamidning faolligi biroz yuqori ekanligi, 2-xloro-N-m-tolil asetamidni faolligi pastroq ekanligi ma'lum bo'ldi. Epidermophyton floccosum zamburug'iga 2-xloro-N-m-tolil asetamidni faolligi aniqlanmadi.

Keyingi ishlar virusga qarshi faollikni nazariy tahlili o'rganilgan. Bu ham PASS onlayn daturining AntiVir-Pred foydalanuvchiga kimyoviy birikma konsentratsiyasi 10 000 nM dan past yoki unga teng bo'lgan 56 virusning 66 oqsilining faolligini inhiye qilishi mumkinligini taxmin qilish imkonini beradi. Har bir faoliyat balli ma'lum bir proteinni inhiye qilish va inhiye qilmaslik ehtimoli o'rtasidagi farqni ifodalovchi ishonch qiymati sifatida ifodalanadi. Ishonch qanchalik yuqori bo'lsa, nazariy tahlilning haqiqat bo'lish ehtimoli shunchalik yuqori bo'ladi. Muayyan birikma uchun faqat Pa > Pi (ishonch > 0) bo'lgan harakatlar mumkin deb hisoblanadi. Shuni esda tutish kerakki, Pa ehtimolligi prognoz qilinayotgan molekulaning o'quv majmuasidagi "faollar" kichik to'plamida eng tipik bo'lgan molekulalarning tuzilmalari bilan o'xshashligini aks ettiradi. Shuning uchun, odatda, Pa qiymatlari va faoliyatning miqdoriy xususiyatlari o'rtasida to'g'ridan-to'g'ri bog'liqlik yo'q.

**4-Jadval**

2-Xloro-N-tolil asetamid izomerlarining PASS onlayn daturida o'rganilgan viruslarga faollikni nazariy tahlili natijalari:

№	Virus nomi	Protein maqsadi	2-Xloro-N-o-tolil asetamid	2-Xloro-N-m-tolil asetamid	2-Xloro-N-p-tolil asetamid
			Ishonch		
1	Dang virusi 2-turi	Genom poliproteini	0,3588	0,5162	0,4876
2	2-toifa dang virusi (Tailand shtammi/16681/1984) (DENV-2)	Dang virusi turi 2 NS3 oqsili	0,0743	0,1142	0,1096
3	Herpes simplex virusi (1-toifa / shtamm 17)	Inson herpes virusi 1 DNK polimerazasi	0,1408	0,1106	0,1674
4	Odanning herpes virusi 6A	Inson herpes virusi 6 DNK polimerazasi	0,0085	-	0,0098
5	Odanning immunitet tanqisligi virusi 1-guruh M kichik turi B (isolateBRU/LAD) (OIV-1)	Gag-Pol poliproteini	0,0580	0,0576	0,0679
6	Inson rinovirusi 14	Genom poliproteini	0,0452	0,0365	0,0011
7	Yuqumli bronxit virusi	3C-ga o'xshash proteaz	0,3173	0,3165	0,3375
8	Macacine herpesvirus 1	Timidin kinaz	0,0421	0,0533	0,0452
9	Yaqin Sharq respirator sindromi bilan bog'liq koronavirus	Replikatsiya poliprotein lab	0,0302	0,0006	0,0386
10	SARS koronavirusi	SARS koronavirus 3C-ga o'xshash proteinaz	0,0507	0,0872	0,0819
11	Koronavirusning og'ir o'tkir respirator sindromi 2	Replikatsiya poliprotein lab	0,3384	0,3578	0,3914
12	Vaccinia virusi (G'arbiy rezerv shtammi) (VACV) (Vaccinia virusi (shtammi WR))	DNK polimeraza	0,2442	0,3038	0,3288
13	Varikella-zoster virusi (Duma shtammi)	DNK polimeraza	0,1408	0,1106	0,1674

	(HHV-3) (Inson herpes virusi 3)				
14	Inson papillomavirusining 11-turi	Replikatsiya oqsili E1	-	0,0057	0,0095

**Xulosa.** Jadvallarda keltirilgan natijalardan asosan 2-xloro-N-tolil asetamid izomerlarini biologik faolliklari PASS onlin natijalariga ko'ra bir-biriga nisbatan taqqoslanganda juda yaqin natijalarni ko'rsatgan va 2-xloro-N-tolil asetamid izomerlari molekulasining benzol xalqasidagi elektronodonor metil (-CH<sub>3</sub>) guruhi o'rinbosarining halqada joylashgan holatiga qarab molekulaning biologik faolligiga ta'sir ko'rsatishi. Metil guruhi xalqaning para holatida bo'lsa biologik faolliklari biroz yuqori bo'ladi. Bundan tashqari har bir izomerni o'ziga xos faolliklari borligi o'rganilgan. PASS onlayn dasturida olingan natijalar moddalarning amaliyotda biologik faolliklarini o'rganishda asos bo'lib xizmat qiladi.

#### ADABIYOTLAR

1. В.В.Поройков, Д.А.Филимонов. Компьютерный прогноз биологической активности химических соединений как основа для поиска и оптимизации базовых структур новых лекарств. <http://www.chem.msu.ru/rus/publ/Poroykov/welcome.html>
2. Д.А. Филимонов, Д.С. Дружиловский, А.А. Лагунин- Компьютерный прогнозирование спектров биологической активности химических соединений: Возможности и ограничения. <http://www.bmc-rm.org/index.php/bmcrm/article/download/4/4 inline=1>
3. Poroikov, V. V., Filimonov, D. A., Borodina, Yu. V., Lagunin, A. A. & Kos, A. Robustness of biological activity spectra predicting by computer program PASS for non-congeneric sets of chemical compounds. // Journal of Chemical Information and Computer Sciences, -2000. -Vol. 40. (6). -P1349-1355.
4. <https://www.way2drug.com/passonline/index.php>
5. Veber, D. F.; Johnson, S. R.; Cheng, H. U.; Smith, B. R.; Ward, K. W.; Kopple, K. D. Molecular properties that influence the oral bioavailability of drug candidate // J. Med. Chem., -2002. -Vol. 45.-P. 2615-2621.
6. Lipinski, C. A.; Lombardo, F.; Dominy, B. W.; Feeney, P. J.; Adv. Drug Delivery Rev. 2001, 46, 3.
7. Satish V., Akolkar, Amol A., Nagargoje, Mubarak H., Shaikh, Murad Z., A. Warshagha |Jaiprakash N., Sangshetti, Manoj G., Damale, Bapurao B., Shingate. New N-phenylacetamide-linked 1,2,3-triazole-tethered coumarin conjugates: Synthesis, bioevaluation, and molecular docking study. //Arch Pharm., -2020, 11july



UDK: 541.64

**Nurad BOZOROV**,  
*O‘zR FA Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti katta ilmiy xodimi, k.f.d*  
**Nozima ALIMOVA**,  
*O‘zR FA Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti tadqiqotchisi*  
**Ulbozor JUMARTOVA**,  
*O‘zR FA Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti tayanch doktoranti*  
**Valentin KUDISHKIN**,  
*O‘zR FA Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti professori, k.f.d*

*O‘zR FA Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti kat.i.x., k.f.n O.Avazova taqrizi asosida*

### RESEARCHING THE PROCESS OF COPOLYMERIZATION OF MALEIC ANHYDRIDE WITH METHYL ACRYLATE BY THE BLOCK METHODS

Annotation

This article is devoted to the synthesis of linear copolymers of methyl acrylate and maleic anhydride monomers by the block method using the radical polymerization method. The composition of copolymers was determined and the relative activity of monomers was calculated based on the Fineman-Ross method. In the formation of copolymers synthesized in accordance with the results obtained, it turns out that the methyl acrylate monomer is relatively more active.

**Key words:** Radical copolymerization, methylacrylate, acrylic acid, benzoyl peroxide, titrimetric method, copolymerization constants.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОПОЛИМЕРИЗАЦИИ МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА С МЕТИЛАКРИЛАТОМ БЛОЧНЫМ МЕТОДОМ

Аннотация

Данная статья посвящена синтезу линейных сополимеров мономеров метилакрилата и малеинового ангидрида блочным методом с использованием метода радикальной полимеризации. Был определен состав сополимеров и рассчитаны относительной активности мономеров на основе метода Файнмана-Росса. При образовании сополимеров, синтезированных в соответствии с полученными результатами, оказывается, что мономер метилакрилата является относительно более активным.

**Ключевые слова:** Радикальная сополимеризация, метилакрилат, малеиновый ангидрид, перекись бензоила, титриметрический метод, константы сополимеризации.

### BLOK USULDA METILAKRILAT BILAN MALEIN ANGI DRIDINING SOPOLIMERLANISH JARAYONINI O‘RGANISH

Аннотatsiya

Ushbu maqolada radikal polimerlanish metodini qo‘llash bilan blok usulda metilakrilat va malein angidridi monomerlarining chiziqli sopolimerlarini sintez qilishga e‘tibor qaratilgan. Sopolimerlarning tarkibi aniqlangan va monomerlarning nisbiy faollik qiymatlari Faynman-Ross usuli asosida hisoblagan. Olingan natijalarga ko‘ra sintez qilingan sopolimerlarning hosil bo‘lishida metilakrilat monomeri nisbatan faolroq ekan.

**Kalit so‘zlar:** Radikal sopolimerlanish, metilakrilat, malein angidrid, benzoil peroksid, titrimetrik usul, sopolimerlanish konstantalari.

**Kirish.** Funktsionall polimerlar funktsional guruhlarining xususiyatlari va ularning makromolekulyar xossalariga ko‘ra sintez qilinadi. Polimerlardagi funktsional guruhlar qo‘llanilgan monomerlar tarkibiga bog‘liq bo‘lib, ushbu funktsional guruhlar polimerlarning keyingi modifikatsiyasiga o‘zgacha yondashuvni ta‘minlaydi [1].

Ikki yoki undan ortiq monomerlarning erkin radikal sopolimerlanish reaksiyasi olinadigan mahsulotlarning xususiyatlarini o‘zgartirishning samarali usuli hisoblanadi, chunki sopolimerlarning fizik-kimyoviy xossalari turli xil funktsional guruhlariga ega monomerlarning strukturasi bog‘liq bo‘ladi [2, 3].

Shunga ko‘ra, malein angidridi turli xil birikmalar uchun nukleofil molekular tomonidan osongina o‘zgartirilishi mumkin bo‘lgan angidrid funktsional guruhlarini saqlaydigan ajoyib monomerlardan biri hisoblanadi [4]. O‘zida angidrid guruhlarini saqlagan sopolimerlar turli xil sohalarda, jumladan, zaharli metall ionlarini yo‘qotishda [5], supero‘tkazuvchan polimerlarda [6] hamda adgezivlar sifatida samarali ravishda qo‘llanilishi bilan ahamiyatlidir. Ushbu monomer erkin radikal polimerlanish sharoitida deyarli gomopolimerlanish xususiyatiga ega bo‘lmaganligi isbotlanganligi bo‘lsdan [7], ko‘pgina hollarda uning sopolimerlari olinadi va qo‘llaniladi. Oxirgi vaqtlarda malein angidridining akrilat va metakrilatlar shuningdek, vinilatsetat, N-vinilpirrolidon va stiroil monomerlari bilan sopolimerlanishiga hamda ularning qo‘llanilishiga katta e‘tibor qaratilmoqda [8].

Respublikamizda ham so‘ngi vaqtlarda sanoat ahamiyatiga ega mahsulotlarni olish maqsadida turli xil akril monomerlaridan foydalanib, sopolimerlar sintez qilish va ularning fizik-kimyoviy xossalari o‘rganish hamda sintez qilingan sopolimerlarni amaliyotda qo‘llash bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar amalga oshirilmoqda. Shuningdek, ushbu polimerlar sanoatda polietilenli konstruktiv materiallarni yaratish uchun qo‘llaniladigan polimerlardan bo‘lib, ulardan yuqori ekspluatatsion xususiyatlariga ega kompozit materiallar ham olinadi [9-12].

Biroq, bunday kompozitlarni yaratishda, polietilenni qutbli polimerlar bilan bog‘lash imkoniyatiga ega, tarkibida funktsional guruhlar saqlagan birikmalarni kiritish orqali o‘zgartirish mumkin bo‘ladi. Bunday sopolimerlar polietilen va tabiiy polisaxaridlarning kompozitlarini olishda kompatibilizator sifatida qo‘llashga imkon beradigan tizimlarni yaratish imkoniyatlarini kengaytirishi bo‘lsdan [13], metilakrilat va malein angidridi asosida sopolimerlar sintez qilish va sintez jarayonida qo‘llanilgan monomerlarning sopolimerlanish konstantasi qiymatlari asosida tarkibini o‘rganishga zarurat tug‘ildi.

**Eksperimental qism.** Sintez jarayonini amalga oshirish maqsadida metilakrilat (vaakuumli haydash usuli bilan tozalangan) monomeri (“Navoiyazot” AJda ishlab chiqarilgan) va malein angidridi (2,5-furandion) tanlab olingan. Haydalgan va ingibitorlardan tozalangan metilakrilat monomeri muzlatgichda 5°C dan yuqori bo‘lmagan haroratda saqlanadi [14]. Metilakrilat adabiyot ma‘lumotlarga mos keladigan quyidagi fizik-

kimyoviy ko‘rsatkichlarga ega, ya‘ni metilakrilat uchun 760 mm Hg. ustunida  $T_q = 80,3^{\circ}\text{C}$ , nur sindirish ko‘rsatkichi  $n_D^{20} = 1,404$ , va zichligi  $D_4^{28} = 0,9558$  g/sm<sup>-3</sup> ga teng. Malein angidridi toza holda rangsiz yoki oq qattiq modda bo‘lib,  $T_q = 52,8^{\circ}\text{C}$  ga teng.

Sintez jarayonini amalga oshirishda initsiator sifatida qayta kristallash yo'li bilan toazalangan benzoil peroksidi (BP) qo'llanildi. Qayta kristallangan BP ning tozaligi uning suyuqlanish haroratini tekshirish bilan mahkamlangan kapillyarda qizdirish orqali aniqlandi, BP uchun  $T_m = 106-108^\circ\text{C}$  ga teng.

Metilakrilat (MA) va malein anhidridi (MAN) asosidagi sopolimerlarning sintez jarayoni benzoil peroksidni initsiator sifatida qo'llab, radikal polimerlanish reaksiyalari usuli bilan, azot atmosferasida  $60^\circ\text{C}$  haroratda, blok polimerlanish usuli bilan amalga oshirildi. Sopolimerlanish jarayoni doimiy ravishda aralashtirib turgan holda olib borildi. Sopolimerlanish jarayoni tugagandan so'ng, reaksiyon massa sovutildi va kolbadan ajratib olindi, reaksiya mahsuloti vakuum ostida doimiy massaga kelguncha quritildi. Sopolimerlarning unumi gravimetrik yo'l bilan aniqlandi.

Sintez natijasida hosil bo'lgan sopolimerlarning tarkibi, malein anhidridning mol ulushini aniqlashga asoslangan titrlash usuli yordamida hisoblandi [15]. Reaksiya natijasida hosil bo'lgan mahsulotlar unumiga mos ravishda sopolimerlanish konstantasini aniqlash maqsadida  $[\text{MA}]:[\text{MAN}]$  turli xil nisbatlari va ma'lum konsentratsiyalarda sopolimerlar sintez qilindi (1-Jadval).

1-Jadval.

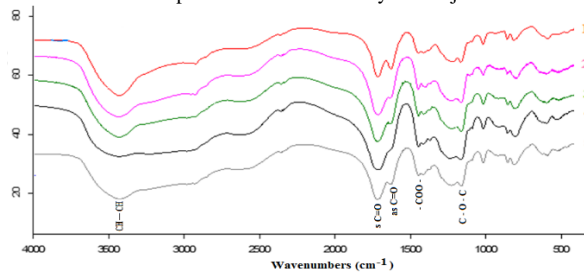
**MA: MAH ning turli xil nisbatlarida sintez qilingan statistik sopolimerlarning tarkibiga bog'liq ko'rsatkichlari.**

$T = 60^\circ\text{C}$ ,  $[\text{PB}] = 5 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$ .

T/r	Monomerlar konsentratsiyasi, mol/l da		Sopolimer tarkibida MAN massa%	Sopolimer tarkibining mol%		Mahsulot unumi, %
	[MA]	[MAN]		[MA]	[MAN]	
1	20	80	62,1	40,9	59,1	8,5
2	30	70	48,8	54,4	45,6	8,7
3	40	60	39,3	63,5	36,5	9,4
4	50	50	26,6	75,9	24,1	8,8
5	60	40	20,5	81,5	18,5	7,2
6	70	30	14,6	87,0	13,0	8,3
7	80	20	9,4	91,4	8,6	9,2

Sintez qilingan sopolimerlarning nisbatlariga mos ravishda monomerlar faolligi aniqlandi va ularning tuzilishini o'rganish maqsadida IQ-Furye spektroskopik usuldan foydalanildi.

**Natijalar va ularning muhokamasi.** Tadqiqotlarni amalga oshirish davomida metilakrilat va malein anhidridi asosida sintez qilingan sopolimerlarning strukturasi o'rganildi. Buning uchun foydalanilgan IQ-Furye spektroskopik tadqiqot natijalari ham sopolimer tarkibida MA va MAN ga tegishli yutilish sohalari (monomerlar miqdoriga bog'liq holda) mavjud ekanligini ko'rsatdi. Demak, blok polimerlash usuli bilan ham sintez jarayoni natijasida MA va MAN asosida statistik sopolimerlar olish imkoniyati mavjud ekan.



1-Рис. Metilakrilat va malein anhidridi chiziqli sopolimerlarining MA:MAN = 70:30 (1), 60:40 (2), 50-50 (3), 40-60 (4) va 30-70 (5) nisbatlardagi IQ-Furye spektr egrilari.

MA-MAN statistik sopolimerlari spektrida  $1120-1125 \text{ cm}^{-1}$  oraliq'ida murakkab efir guruhidagi C-O-C bog'ini mavjudligini tavsiflaydigan valent va deformatsion tebranishlarining yutilish sohalari mavjud. Shuningdek,  $1377-1378 \text{ cm}^{-1}$  da metilakrilatdagi  $\text{CH}_3$ -guruhlarining kuchsiz yutilish sohasi paydo bo'lganligini ko'rish mumkin.  $1400 \text{ cm}^{-1}$  da  $-\text{COO}-$  guruhining simmetrik valent tebranishlarini ifodalovchi yutilish sohasi,  $1783 \text{ cm}^{-1}$  va  $1853 \text{ cm}^{-1}$  da C=O guruhining simmetrik va assimetrik valent tebranishlari hamda  $2920 \text{ cm}^{-1}$  sohadagi oraliqda  $\text{CH}_2$ -guruhining valent tebranishini tavsiflovchi kuchli yutilish sohasi mavjud [16, 17]. Yutilish sohalarining intensivligi payvand sopolimerda MAN miqdorining ko'payishi bilan ortganligini kuzatish mumkin.

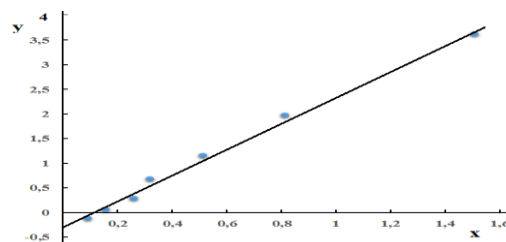
Tadqiqot ishining natijalariga ko'ra, sintez qilingan statistik sopolimerlarning tarkibi jarayonning mexanizmiga mos ravishda Faynman-Ross metodi asosida (2-Jadval) hisoblandi [18-21].

2-Jadval.

**Faynman – Ross metodi bo'yicha MA va MAN larning sopolimerlanish konstantasi ko'rsatkichlari**

T/r	Monomerlar konsentratsiyasi, mol/l da		Monomerlar nisbati, $[\text{M}_1]/[\text{M}_2]$	Sopolimer tarkibi nisbati $[\text{m}_1]/[\text{m}_2]$	x	y
	MA	MAN				
1	1,0	4,0	0,25	0,692	0,090	-0,111
2	1,5	3,5	0,43	1,193	0,155	0,069
3	2,0	3,0	0,672	1,740	0,26	0,286
4	2,5	2,5	1,0	3,149	0,318	0,682
5	3,0	2,0	1,5	4,405	0,511	1,159
6	3,5	1,5	2,33	6,692	0,811	1,981
7	4,0	1,0	4,0	10,63	1,505	3,624

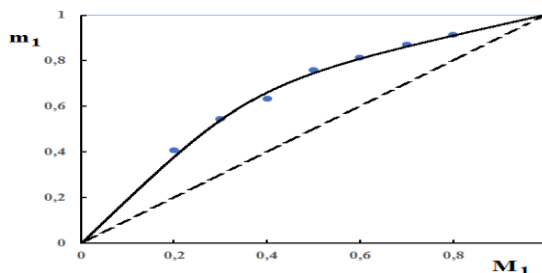
2-Jadvalda olingan natijalar asosida Faynman – Ross metodi bo'yicha MA-MAN ning statistik sopolimerlanishi grafik tarzda keltirildi (2-rasm).



2-Рис. Blok sopolimerlanish konstantasini aniqlashning Faynman-Ross usuli bo'yicha grafigi.

Yuqoridagi grafikda keltirilgan ma'lumotlarga asoslanib, monomerlar uchun sopolimerlanish konstantasi qiymatlari hisoblandi, unga ko'ra MA uchun  $r_1=2,32$  MAN uchun esa  $r_2=0,29$  ga teng ekanligi aniqlandi.

O'tkazilgan tajriba natijalaridan kelib chiqqan holda, hisoblangan qiymatlar asosida MA-MAN sopolimerlarining tarkib diagrammasi keltirildi (3-rasm).



**3-Rasm. MA bilan MAN sopolimerining blok usuldagi tarkibiga bog'liqligi. Bu yerda,  $m_1$ -sopolimerdagi metilakrilatning mol ulushi va  $M_1$ -monomer aralashmasidagi metilakrilatning mol ulushi.**

3-rasmdan ko'rinib turibdiki, blok usulda sintez qilingan monomerlarning dastlabki nisbatlari uchun sopolimer birliklari MA bilan boyitilganligini, ya'ni metilakrilat malein anhidridga nisbatan ancha faol ekanligini ko'rsatadi.

**Xulosa.** Shunday qilib, ilk bor metilakrilat va malein anhidridi asosida benzoil peroksid initsiatori ishtirokida blok usulda statistik sopolimerlarni sintez qilish imkoniyatlari o'rganildi hamda sopolimerlar tarkibida MAN miqdorining oshishi hisobiga sopolimerlarda unga xos bo'lgan yutilish sohalarining kattalashganligi isbotlandi. Bundan kelib chiqqan holda, metilakrilat va malein anhidridi asosidagi sopolimerlarni uchlamchi sopolimerlar sintez qilishda qo'llash hamda ulardan bioparchalanuvchi kompozitsiyalar yaratishda keng miqyosda foydalanish mumkin.

#### ADABIYOTLAR

1. Functionalized polymers and their applications. Akelah A., Moet A. London: Chapman and Hall. 1990. - 345 pp.
2. Yinghua Sh., Ai Qin Zh., Genzhuang Wu. Effect of polymerization method on structure and properties of cationic polyacrylamide. 2008. 110(6), -P. 3889-3896. doi:10.1002/app.28941
3. Candan E., Bürgehan T., Özgür A., Argun T.G. Monomer reactivity ratios of N-isopropylacrylamide-itaconic acid copolymers at low and high conversions. 2009. 45(6), -P. 1728-1737.
4. Sanders G.C, Duchateau R., Lin C.Y, Coote M.L, Heuts J.P. End-Functional Styrene-Maleic Anhydride Copolymers via Catalytic Chain Transfer Polymerization // *Macromolecules* 2012. 45. -P. 5923-5933. <https://doi.org/10.1021/ma301161u>
5. Samadi N, Hasanzadeh R, Rasad M. Adsorption isotherms, kinetic, and desorption studies on removal of toxic metal ions from aqueous solutions by polymeric adsorbent // *J Appl. Polym. Sci.* 2015. 132. -P. 41642-41475. <https://doi.org/10.1002/app.41642>
6. Nazarzadeh Z.E., Lakouraj M.M, Najafi M.P., Hasanzadeh R. Novel Conducting Nanocomposite Based on Polypyrrole and Modified Poly(styrene-alt-maleic anhydride) via Emulsion Polymerization: Synthesis, Characterization, Antioxidant, and Heavy Metal Sorbent Activity // *Polym. Compos.* 2015. 36. -P. 138-144. DOI 10.1002/pc
7. Gaylord N.G. Poly(maleic Anhydride) // *J. Macromol. Sci.*, -P. (C), 1975. 13. -P. 235-261. DOI: 10.1080/15321797508080011
8. Крюк Т.В., Шевчук Н.О., Тюрина Т.Г., Кобзев С.П. Изучение процесса сополимеризации малеинового ангидрида с винилацетатом // *Вестник Новгородского государственного университета.* 2017. №5 (103). -С. 71-77.
9. Saki T. Reactive melt blending of low-density polyethylene with poly(acrylic acid). *Arabian Journal of Chemistry.* 2015. vol. 8, pp. 3151-3158, DOI: 10.1016/j.arabjc.2011.05.021129
10. Yong Zh., Yiqing J., Byoungcheon Jo. Optimization of ethylene acrylic acid and low-density polyethylene blend in tie-layer // *J. of Plastic Film&Sheeting.* 2023. (39). II. -P. 3545-3551. <https://doi.org/10.1177/875608792211033>.
11. Pat. EP 3058029 B1 (publ. 2017). Double component system for polyolefin compatibilization.
12. Carlos A.A., Edwin A.M. Functionalized Low Density Polyethylene with Maleinized Hyperbranched Polyester // *Polyol. Ingeniería Y. Ciencia.* 2016. vol. 12. No. 23. -P. 127-144. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.12.23.7>.
13. Kudyskin V.O., Bozorov N.I., Ashurov N.Sh., Rashidova S.Sh. Synthesis and Structure of Grafted Copolymers of Acrylic Acid and Low Molecular Weight Polyethylene. *Zhurnal Prikladnoi Khimii*, -2020, V. 93, №10, -P. 1426-1431. DOI: 10.31857/S0044461820100035.
14. Ровкина Н.М., Луапов А.А. Лабораторный практикум по химии и технологии полимеров. -Томск: Изд. Томского политехнического университета, -2008. -275 с.
15. ГОСТ Р ИСО 1390/IV - 93. ч. 4. Титриметрический метод определения малеинового ангидрида. М., Издательство стандартов. 1994.
16. Pengfei Zh., Jianding Ch., Anna Zh., Tianhua H., Han Sh., Dafu W., Xiang X., Yong G. Preparation of methyl methacrylate-maleic anhydride copolymers via reactive extrusion by regulating the trommsdorff effect // *Materials Research Express.* 2019. (60)025315. -P. 1-11. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/aaf13c>
17. Hasanzadeh R., Moghadam P.N., Bahri-Laleh N., Ziaee F. A reactive copolymer based on Glycidylmethacrylate and Maleic Anhydride: 1-synthesis, characterization and monomer reactivity ratios // *Journal Polymer Research.* 2016. 23:150. DOI: 10.1007/s10965-016-1048-8
18. Каморин Д.М., Ширшин К.В., Орехов Д.В., Сивохин А.П., Садиков А.Ю., Казанцев О.А., Панина Е.А. Радиальная сополимеризация акриловой кислоты и метоксиполиэтиленгликольметакрилата в водном растворе // *Пластические массы.* 2017. № 1-2. -С. 6-8.
19. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения. Учеб. для вузов / -М.: Издательский центр «Академия», 2003. -368 с.
20. Якимцова Л.Б., Киевицкая Д.В. Определение констант сополимеризации метакрилата натрия и 2-акриламидо-2-метилпропансульфоната натрия // *Журнал Белорусского Госс. Университета. Химия.* 2018. №1. -С. 76-82.
21. Кудышкин В.О., Бозоров Н.И. Соплимеризация метилакрилата с акриловой кислотой // *Научный Вестник ФерГУ.* 2019. №3. -С. 15-18.





UDK: 547.233.3

**Baxtiyor BO'RIXONOV**,  
Qarshi davlat universiteti Noorganik kimyo kafedrasida dotsenti (PhD)  
**Kamoliddinova GULNOZA**,  
Qarshi davlat universiteti magsitranti  
**Rasulova GO'ZAL**,  
Qarshi davlat universiteti doktoranti  
**Xoliqov TURSINALI**,  
O'zMU kimyo fakulteti dotsenti, k.f.d  
E-mail: borixonov90@mail.ru

O'zMU professori, k.f.d A.Abdushukurov taqrizi asosida

### STUDY OF THE REACTION OF ETHYL ETHER AND AMIDE OF MONOCHLOROACETIC ACID WITH TERTIARY AMINES

Annotation

R-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> of monochloroacetic acid, -C<sub>4</sub>H<sub>9</sub> and amide of monochloroacetic acid were synthesized. Obtained esters and amide of monochloroacetic acid were purified by chromatographic methods. Reactions were carried out with trimethylamine and triethylamines as tertiary amines. The reaction mechanism is based on the mechanism of nucleophilic coupling, and quaternary ammonium salts were synthesized. Alternative conditions of the conducted reactions were studied. The biological activity of the synthesized quaternary ammonium salts was studied and it was found that they have stimulating properties that control the growth of plants. Physico-chemical analysis (IR, PMR) spectra of the obtained quaternary ammonium salts were obtained and analyzed.

**Key words:** Monochloroacetic acid esters, ethyl alcohol, benzene, triethylamine, trimethylamine, amide of monochloroacetic acid, quaternary ammonium salts, infrared (IR) spectrum, proton magnetic resonance (PMR) spectrum.

### ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ ЭТИЛОВОГО ЭФИРА И АМИДА МОНОХЛОРОУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ С ТРЕТИЧНЫМИ АМИНАМИ

Аннотация

Синтезированы R-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> монохлоруксусной кислоты, -C<sub>4</sub>H<sub>9</sub> и амид монохлоруксусной кислоты. Полученные эфиры и амид монохлоруксусной кислоты очищали хроматографическими методами. Реакции проводили с триметиламин и триэтиламинами в качестве третичных аминов. Механизм реакции основан на механизме нуклеофильного взаимодействия, синтезированы четвертичные аммониевые соли. Изучены альтернативные условия проведения реакций. Изучена биологическая активность синтезированных четвертичных аммониевых солей и установлено, что они обладают стимулирующими свойствами, контролирующими рост растений. Получены и проанализированы физико-химическим анализом (ИК, ПМР) спектры полученных четвертичных аммониевых солей.

**Ключевые слова:** Эфиры монохлоруксусной кислоты, этиловый спирт, бензол, триэтиламин, триметиламин, амид монохлоруксусной кислоты, четвертичные аммониевые соли, инфракрасный (ИК) спектр, спектр протонного магнитного резонанса (ПМР).

### MONOXLORSIRKA KISLOTANING ETIL EFIRI VA AMIDINING UCHLAMCHI AMINLAR BILAN REAKSIYASINI O'RGANISH

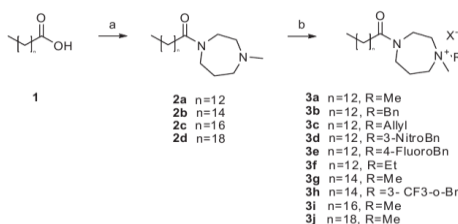
Annotatsiya

Monoxlorsirka kislotaning R-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, -C<sub>4</sub>H<sub>9</sub> va monoxlorsirka kislotaning amidi sintez qilindi. Olingan monoxlorsirka kislotaning efirlari va amidini xromotografik usullarda tozalandi. Uchlamchi aminlar sifatida trimetilamin, trietilaminlar bilan reaksiyalar olib borildi. Reaksiya mexanizmi nukleofil birikish mexnizmida boradi va to'rtlamchi ammoniy tuzlari sintez qilindi. Olib borilgan reaksiyalarning muqobil sharoitlari o'rganildi. Sintez qilingan to'rtlamchi ammoniy tuzlarini biologik faolliklari o'rganildi va o'simliklarni o'sishini boshqaruvchi stimulyatorlik xossalari mavjud ekanligi aniqlandi. Olingan to'rtlamchi ammoniy tuzlarini fizik-kimyoviy tahlillar (IQ, PMR) spektrlari olindi va tahlil qilindi.

**Kalit so'zlar:** Monoxlorsirka kislotaning efirlari, etil spirt, benzol, trietilamin, trimetilamin, monoxlorsirka kislotaning amidi, to'rtlamchi ammoniy tuzlari, infraqizil (IQ) spektr, proton magnit rezonans (PMR) spektr.

**Kirish.** To'rtlamchi ammoniy birikmalari to'g'risida adabiyotlarda turli xil ma'lumotlar keltirilgan. Bu birikmalarni ko'pincha sirt faol moddalar sifatida ishlatiladi, mato yumshatgichlar, elektrolitlar va supramolekulyar tuzilmalar shuningdek organik sintezda erituvchilar, katalizatorlar sifatiga ham keng qo'llaniladi. Biroq, ularning biologik faol birikmalar ko'rinishida gerbitsidlar va pestitsidlar ahamiyatli tomonidir, Bundan tashqari ularning keng doiradagi bakteriyalar, viruslar, zamburug'larga qarshi faolligi bu birikmalar sinfiga qiziqish ortib borayotganining sababidir[1-7].

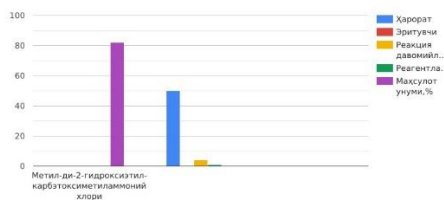
Janubiy Korealik olimlar tomonidan to'rtlamchi ammoniy tuzlari asosida antikanser sintez qilingan. Ushbu birikmalar antiseptik ta'sir ko'rsatadi va inson organizmida saraton hujayralarining bir nechta turlariga qarshi proliferativ faoliyati aniqlangan. Mualliflar tomonidan o'n yettita yangi birikmalar sintez qilingan, ularning biologik faolligi o'rganilgan. Ushbu 17 ta birikmadan 3i (1-rasm) birikmasi saratonga qarshi eng faol birikmalardan biri deb qaralmoqda.



#### Tajriba qismi:

Monoxlorsirka kislotaning amidini metil-dietanolamin bilan reaksiyasi:





Olingan birikmani sintez qilishning muqobil sharoitlari topildi va Metil – di – 2 – gidroksietil - karbetoksimetilammoniy xlorid oq rangli kristall gigroskopik modda bo'lib 227-229 °C da suyuqlanadi. Mahsulotning metil – di – 2 - gidroksietil-karbetoksimetilammoniy xlorid ekanligini tasdiqlash maqsadida uning IQ-spektri va PMR spektrlari olindi.

#### Olingan tajilar va ularning tahlili.

Metil–di–2–gidroksietil-karbetoksimetilammoniy xlorid tuzining unumi (5,68 r) 85% .  $T_{\text{суюқ}} = 213^{\circ}\text{C}$

IQ spektri – 2678-2650  $\text{cm}^{-1}$  yutilish sohasida to'rtlamchi azotga hos bo'lgan o'rtacha kuchli intensiv valent teranish kuzatiladi. 2956  $\text{cm}^{-1}$  yutilish sohasida assimetrik  $\text{CH}_3$ - bog'lanishni ko'rsatadi bunda murakkab efirga bog'langan pentil radikal borligini bildiradi. 1720  $\text{cm}^{-1}$  yutilish sohasida C=O bog'lanish uchun kuchli intensiv valent tebranishni ko'rsatadi.

$^1\text{H}$  YaMR spektri (400 МГц,  $\text{CD}_3\text{OD}$ , м.д., J/Гц): 0.87 (т, 3H,  $\text{CH}_3\text{CH}_2$ ), 1.24 (м, 38H,  $\text{CH}_2$ ), 1.69 (м, 2H,  $\text{CH}_2$ ), 3.12 (с, 3H,  $\text{CH}_3\text{N}$ ), 3.27 (м, 2H,  $\text{CH}_2$ ), 3.48 (м, 4H,  $\text{OHCH}_2\text{CH}_2\text{N}$ ), 3.84 (т, 4H,  $\text{OHCH}_2$ ), 5.4 (с, 2H, OH)

**Xulosa.** Monoxlorsirka kislotaning amidi bilan uchlamchi amin sifatida metil-di-etanolamin bilan reaksiyasi olib borildi, reaksiyaning optimal sharoitlari o'rganildi.

Sintez qilingan to'rtlamchi ammoniy tuzlari biologik faolligini anqilash uchun birlamchi laboratoriya natijalari tahlil qilinda o'simliklarni o'sishini boshqaruvchi xususiyati bor ekanligi o'rganildi.

Monoxlorsirka kislotaning amidi va etil efilrlarining reaksiyaga kirishish qobilyati taqqoslanganda monoxlorsirka kislotaning amidi reaksiyon qobilyati yuqori ekanligi aniqlandi.

#### ADABIYOTLAR

1. F. Bureš, Top. Curr. Chem., 2019, 377, 14; (b) C. W. Weston, J. R. Papcun and M. Dery, Ammonium compounds, in Kirk–Othmer encyclopedia of chemical technology, Wiley, NY, 2003, vol. 2, pp. 711–762.
2. S. Mehan, V. K. Aswal and J. Kohlbrecher, Langmuir, 2014, 30, 9941–9950; (b) S. Mishra and V. K. Tyagi, J. Oleo Sci., 2007, 56, 269–276.
3. M. Watanabe, M. L. Thomas, S. Zhang, U. Kazuhide, Y. Tomohiro and D. Kaoru, Chem. Rev., 2017, 117, 7190–7239; (b) V. Selvamani, V. Suryanarayanan, D. Velayutham and S. Gopukumar, J. Solid State Electrochem., 2016, 20, 2283–2293.
4. J. Přech, P. Pizarro, D. P. Serrano and J. Čejka, Chem. Soc. Rev., 2018, 47, 8263–8830; (b) R. Bai, Q. Sun, N. Wang, Y. Zou, G. Guo, S. Iborra, A. Corma and J. Yu, Chem. Mater., 2016, 28, 6455–6458.
5. For recent reviews see: (a) T. Nakamura, K. Okuno, R. Nishiyori and S. Shirakawa, Chem. – Asian J., 2020, 15, 463–472; (b) D. Kristofikova, V. Modrock, M. Meciarova and R. Sebesta, ChemSusChem, 2020, 13, 2828–2858; (c) L. Roiser, K. Zielke and M. Waser, Asian J. Org. Chem., 2018, 7, 852–864; (d) D. Qian and J. Sun, Chem. – Eur. J., 2018, 25, 3740–3751; (e) K. C. Lethesh, W. Dehaen and K. Binnemans, RSC Adv., 2014, 4, 4472–4477.
6. M. Pateiro-Moure, M. Arias-Estevéz and J. Simal- Gandara, Environ. Sci. Technol., 2013, 47, 4984–4998; (b) T. Nardin, C. Barnaba, F. Abballe, G. Trenti, M. Malacarne and R. Larcher, J. Sep. Sci., 2017, 40, 3928–3937.
7. For selected articles see: (a) P. I. Hora, S. G. Pati, P. J. McNamara and W. A. Arnold, Environ. Sci. Technol. Lett., 2020, 7, 622–631; (b) P. Makvandi, R. Jamaledin, M. Jabbari, N. Nikfarjam and A. Borzacchiello, Dent. Mater., 2018, 34, 851–867; (c) M. C. Jennings, K. P. C. Minbiole and W. M. Wuest, ACS Infect. Dis., 2015, 1, 288–303; (d) J. Pernak, Przemysł Chem., 2013, 92, 1653–1656.
8. Jee Sun Yang, Doona Song, Boah Lee, Won Jin Ko, Song-Kyu Park, Misun Won, Kiho Lee, Hwan Mook Kim, Gyoonee Hana. Synthesis and biological evaluation of novel aliphatic amido-quaternary ammonium salts for anticancer chemotherapy: Part I. European Journal of Medicinal Chemistry 46 (2011) 2861-2866

Gulyora BURXONOVA,  
Qo'qon davlat pedagogika instituti tayanch doktoranti  
E-mail: gulyoraburxonova@gmail.com  
Alinjon MATCHANOV,  
O'zR FA Bioorganik kimyosi instituti professori, k.f.d

O'zMU Tabiiy birikmalar kimyosi katta o'qituvchisi, PhD A.Sarabekov taqrizi asosida

#### STUDY OF THE AMOUNT OF FLAVONOIDS IN THE STEM AND ROOTS OF THE PLANT (*POTERIUM POLYGAMUM WALDST ET.KIT*)

Annotation

In this article, the amount of flavonoids in the stems, roots, buds and flowers of the plant *Poterium polygamum* Waldst et. Kit, which grows as fodder in irrigated lands, is analyzed in spring, summer and autumn samples. comparative-quantitative analysis of the flavonoids identified in this plant using the gradient elution mode based on the method of high-performance liquid chromatography (HPLC) areas of application are highlighted.

**Key words:** *Poterium polygamum* Waldst et. Kit, flavonoid, rutin, apigenin, isoramnetin, quercetin, gallic acid, hyperazid.

#### ИЗУЧЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ФЛАВОНОИДОВ В СТЕБЛЕ И КОРНЯХ РАСТЕНИЯ ЧЕРНОГОЛОВНИКА МНОГОВАРЩЕНОГО (*Poterium polygamum* Waldst et. Kit)

Аннотация

В статье проведен сравнительно-количественный анализ количества флавоноидов в стеблях, корнях, почках и цветках растения *Poterium polygamum* Waldst et. Kit, произрастающего в качестве корма на орошаемых землях, в весенних, летних и осенних пробах. с использованием режима градиентного элюирования на основе метода высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и выделены области медицинского применения флавоноидов, выявленных в этом растении.

**Ключевые слова:** Черноголовника многовращенного (*Poterium polygamum* Waldst et. Kit), флавоноид, рутин, апигенин, изорамнетин, кверцетин, галловая кислота, гиперазид.

#### KO'KO'T (*POTERIUM POLYGAMUM WALDST ET.KIT*) O'SIMLIGINING POYA VA ILDIZI TARKIBIDAGI FLAVONOIDLAR MIQDORINI O'RGANISH

Annotatsiya

Ushbu maqolada sug'oriladigan yerlarda yem – xashak sifatida o'suvchi Ko'ko't (*Poterium polygamum* Waldst et.Kit) o'simligining poya, ildiz, g'uncha va guli tarkibidagi flavonoidlar miqdorini bahorgi, yozgi va kuzgi davrlaridagi na'munalarini yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC, HPLC) usuli asosida gradient elutsiya rejimi yordamida qiyosiy-miqdoriy tahlili hamda ushbu o'simlikda aniqlangan flavonoidlarning tibbiyotda qo'llanilish sohalari yoritilgan.

**Kalit so'zlar:** Ko'ko't (*Poterium polygamum* Waldst et. Kit), flavonoid, rutin, apigenin, izoramnetin, kversetin, gall kislotasi, giperazid.

**Kirish.** Hozirgi kunda tibbiyot sohasi rivojlanib borayotgan bir vaqtda bemorlar uchun dori vositalarini yetkazib berish dolzarb masalalardan biridir. Kasallikni davolash va shu kasallikni oldini olish uchun ishlatiladigan dorivor o'simliklardan tayyorlangan dori vositalari sintetik yo'l bilan olingandagiga qaraganda bir qancha ishonchli va foydali hisoblanadi. Dorivor o'simliklardan dori turlari tayyorlanadi yoki ulardan dorivor preparatlar va sof holdagi dorivor moddalar olinadi. Buning uchun shu o'simliklarning kasalliklarni davolash xususiyatiga ega biologik faol moddalarga boy bo'lgan qismlaridan, ya'ni ba'zi o'simliklarning yer osti organlaridan (ildiz, ildizpoya, tuganak yoki piyoz), ba'zilarini esa yer ustki organlaridan (barg, gul, meva yoki urug') foydalaniladi [1]. *Poterium* (Rosaceae oilasi) o'simliklari butun dunyoda an'anaviy tibbiyotda keng qo'llaniladi. Ushbu turkumning *Poterium polygamum* Waldst et. Kit. turi esa tarkibidagi biologik faol moddalarining og'riq qoldiruvchi, mikroblarga qarshi, biriktiruvchi va qon to'xtatuvchi xususiyatlarga ega ekanligi bilan boshqa turlardan ajralib turadi [2]. O'simlik tarkibi makro va mikro elementlar, vitaminlar, flavonoidlar, efir moylari va boshqa biologik faol qo'shimchalarga juda ham boydir.

**Adabiyotlar tahlili.** Ko'ko't (*Poterium polygamum* Waldst et.Kit) o'simligi – Toshkent va Surxondaryo viloyatlarining tog'li yaylovlarida o'sadigan ko'p yillik o't. Ildizi juda taraqqiy etgan.Iyul avgust oylarida gullaydi, dori xom ashyosi sifatida gullash davrida ildizi ishlatiladi.O'simlikning ildizpoyalari va ildizlarida kraxmal (30% gacha), oshlovchi moddalar 12-20% gacha, efir moyi (1,8%), saponinlar: sanguisorbin va pyoterin - 4% gacha [2], makro va mikro elementlar, taninlar, vitaminlar, oshlovchi modda, kraxmal, rang beruvchi moddalar, kaltsiy oksalat tuzlari 5 % gacha, flavonoidlar kversetin va kempferol hosilalari, giperin, 3-7-diramnozid kaempferol, 3-galaktosid-7-glyukozid katexinlar, xromonlar. Ildiz va ildizpoyalarda steroidlar ham bor: b-sitosterol, b-sitosterolning b-D-glyukozidi, stigmasterol; karotenoidlar [3] 1-rasm.



1-rasm.*Poterium polygamum* Waldst et.Kit

Ko'ko'tning ildizi damlamasi stamatalogiyada yallig'lanishni qaytarish, og'riqni qoldirish, qon to'xtatish, burushtiruvchi va bakterosid xususiyatlari tufayli gingivitlar, stomatidlar, glossit va paradontitlarni davolashda qo'llaniladi [6]. O'simlikning teropevtik xususiyati flavonoidlar tarkibiga ham bog'liq bo'lishi mumkin. Flavonoidlar o'simlik polifenol birikmalari sinfiga kiradi [7]. Hayvon va inson hujayralarida flavonoidlar sintez qilinmaydi va to'qimalarda flavonoidlarning mavjudligi butunlay o'simlik maxsulotlarini iste'mol qilishiga bog'liq [8]. Ular organizmda doimiy va muhim jarayonlarda yordamchi bo'lib hizmat qiladi. Bu hujayraning murakkab funksiyalaridan o'ziga xos moylash mexanizimidir

[9]. So'ngi yillarda olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, ayrim flavonoidlarning hosilalari ichki organlarning turli kasalliklarini davolashda muvaffaqiyatli ishlatilishi mumkin: bu moddalar ko'pincha ma'lum dori-darmonlarga qaraganda ancha samarali natijalar bermoqda [10]. Flavonoidlarning yallig'lanishga qarshi, antiallergik, viruslarga qarshi, membrana stabillovchi [11] xususiyatlarga ega ekanligi aniqlangan.

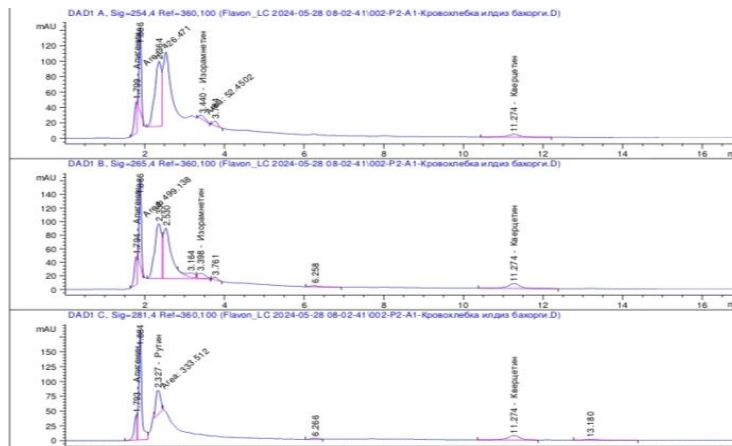
**Tadqiqot metodologiyasi.** Namuna tarkibidagi flavonoidlar suyuqlik xromatografik usul yordamida aniqlandi. Namunadan 5-10 gr miqdorda analitik tarozida tortib olinib, hajmi 300 ml tubi yassi kolbaga solindi. Konsentratsiyasi 96% li etil spirtidan 70% li spirt eritmasi tayyorlab olinib, 50 ml hajmda namuna solingan kolbaga quyildi. Aralashmani magnitli aralashtirgichga qo'yilib, qizdirmasdan 6 soat davomida aylantirildi. So'ng eritma tindirishga qo'yildi. Ma'lum vaqtdan so'ng eritmani yuqori qismi filtrirlab olindi. Mobil faza sifatida asetonitril va fosfatli buffer eritmasi ishlatilgan. Spektral ma'lumotlar 200 dan 400 nm gacha bo'lgan spektr diapazonida o'rganilgan. Na'muna ustidagi tadqiqotlar Agilent Technologies 1260 xromatografda o'tkazilgan. Tadqiqot jaayronida quyidagi sharoitlar tanlangan: Mobil faza (izotermik rejim) – asetonitril – buffer eritmasi (35:75) pH=2,92 15-20 minut. Injeksiya hajmi-5mkl. Mobil faza tezligi 0,75 ml/min. Xromatografiya kolonka - Xliphse XDB C18 (teskari fazali), 5 mkm, 4,6 x 250 mm 1-rasm [12].

**Tahlil va natijalar.** O'rganilayotgan o'simlik Ko'ko't (*Poterium polygamum waldst et.kit*) 2024-yil mart, iyun va sentabr oylarida Namangan viloyati, Pop tumani, Rezaksoy qishlog'i tog' - adirlaridan yig'ib olingan. O'simlik alohida a'zolariga poya, ildiz, g'uncha va gulga ajratib quritilgan. Quritilgan namunalarni Toshkent viloyatidagi "Bioorganik kimyo ilmiy tekshirish instituti"da elementar tarkibi tahlil qilindi. Ko'ko't (*Poterium polygamum Waldst et.Kit*) o'simligining bahorgi, yozgi va kuzgi davrlardagi a'zolarida to'planadigan flavonoidlar tahlil qilingan. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki *Poterium polygamum* o'simligining poya, ildiz va g'unchasi tarkibida rutin, apigenin, izoramnetin, kversetin, giperazid, gall kislotasi kabi flavonoidlari mavjudligi aniqlandi. 2-rasm.

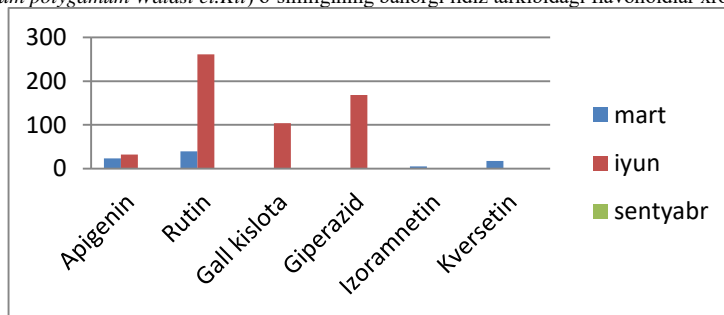
I- jadval

***Poterium polygamum* o'simligi yer ustki va yer ostki a'zolaridagi flavonoidlar tarkibi va miqdori**

№	Na'muna nomi	Aniqlangan miqdor mg/100						
		Robinin	Rutin	Apigenin	Izoramnetin	Gall kislotasi	Giperazid	Kversetin
1	Ildiz bahorgi	-	39,335	23,456	5,012	-	-	17,665
2	Poya bahorgi	-	71,512	-	10,231	-	-	-
3	Ildiz gullashdan oldingi	-	17,784	-	-	-	-	-
4	Poya gullashdan oldingi	-	27,512	-	9,879	-	-	-
5	G'unchasi	-	40,521	109,854	-	-	-	-
6	Ildiz gullagan davr	-	261,352	32,256	-	103,842	168,052	-
7	Poya gullagan davr	-	163,568	85,185	-	37,968	51,968	-
8	Guli	-	298,564	156,326	-	132,171	169,851	-
9	Ildiz kuzgi	-	-	-	-	-	-	-
10	Poya kuzgi	-	-	-	-	-	-	-



1-rasm. Ko'ko't (*Poterium polygamum Waldst et.Kit*) o'simligining bahorgi ildiz tarkibidagi flavonoidlar xromatogrammasi keltirilgan



2-rasm. *Poterium polygamum* o'simligining ildizi tarkibidagi flavonoidlar miqdorini fasllarga ko'ra taqsimlanishi

1-jadval va 2-rasm keltirilgan kattaliklardan ko'rinadiki, *Poterium polygamum* o'simligi vegetativ organlari tarkibida vegetatsiya davrida yer ustki qismi va ildizida hamda gul g'unchasi va gulida flavonoidlar miqdori nisbatan tulicha tarqalgan. Rutin miqdori vegetatsiya davri boshlanishida poyasida va ildizida nisbatan yuqori bo'lib 39,3 mg/% va 71,5 mg/% ni, g'uncha tugish davriga kelganda esa uning miqdorlari kamayib 17,8 mg/% va 27,5 mg/% ni tashkil qilishini kuzatish mumkin. Yoz oyida ya'ni o'simlik gullash davrida olingan na'munalarda flavonoid miqdori ildizi, poyasi va gulida ham ancha yuqori to'plangan bo'lib, tegishli ravishda 261,3 mg/%, 163,6 mg/% va 298,6 mg/% larni tashkil etdi. Rutin – kapilyar o'tkazuvchanlikni pasaytiradi, qon aylanishini yaxshilaydi, yurak xuruji va insult havfi bo'lgan be'morlarni davolashda, gemorroy, varikoz tomirlari va mikroangiopatiyani davolash uchun ishlatilishi mumkin. Nisbatan yuqori dozadagi rutin qalqonsimon yodning so'rilishini oshiradi va antioksidantlik xususiyatiga ham ega [13].

Apigenin miqdori bahorgi paytda ildizida 5 mg/%, poyasida esa 10,2% ni tashkil qilsa, g'uncha tugish davriga kelganda esa ildiz va poyasida flavonoid aniqlanmadi. Ammo g'unchasi tarkibida ancha yuqori to'plangan bo'lib, 109,9 mg/% ni tashkil qiladi. Gullash davriga kelib flavonoid har bir qismida yuqori miqdorda bo'lib, ayniqsa o'simlik guli tarkibida bu ko'rsatkich 156,3 mg/% ni tashkil qilganligi aniqlandi. Adabiyotlarda keltirilib o'tiladiki, apigenin saratonga qarshi profilaktik xususiyatlarga ega va havfli hujayralarni yo'q qiladi [15]. Apigeninning



saratonga qarshi tasir qilish mexanizmlari, ehtimol, apoptoz, autofagiya, nekroptoz va ferroptoz kabi hujayralar o'limining turli mexanizmlarini boshlash qobiliyati bilan bog'liq [14].

Izoramnetin miqdori bahorgi paytda poyasi va ildizida miqdorlari 5,0 mg/% va 10,0 mg/% ni tashkil qilishi g'uncha tugish davriga kelganda esa faqat poya qismiga 9,9 mg/% to'plangan bo'lib, ildiz va g'unchasida aniqlanmadi. O'simikning yozgi gulash va kuzgi yetilish davrlari tekshirilganda flavonoid umuman yoqolib ketganligi aniqlandi. Izoramnetin yurak-qon tomir kasalliklari va turli o'smalarga keng farmakologik ta'sir ko'rsatadi va Altsgeymer kasalligi kabi neyrodegenerativ kasalliklarning oldini olish salohiyatiga ega [15].

Kversetin faqat bahorgi namunalardan ildizida 17,7 mg/% to'planganligi aniqlandi. Qogan yozgi va kuzgi namunalarning hech birida uchramadi. Kversetin o'zining antioksidant [16], antikonsirogen, antibakterial hamda semizlikka, virusga [17] va yallig'lanishga qarshi ta'sirlari tufayli ko'proq e'tiborni tortmoqda. Kversetin turli saraton hujayralarini modulyatsiya qilish va ularning o'sishini cheklash orqali ko'payishini oldini olishi mumkin [18]. Kversetin kundalik iste'mol qilinadigan oziq-ovqat mahsulotlarida jumladan, piyoz, brokkoli kabi sabzavotlar, mango [19], olma kabi mevalarda ko'p bo'ladi.

Giperazid flavonoidi faqat o'simikning gullash davriga keganda yozgi namunalari tarkibida to'plangan bo'lib, ildizida 168 mg/%, poyasida 51,9 mg/% va guli tarkibida 169,8 mg/% miqdorda ekanligi aniqlandi. Gall kislotasi ham o'simlikning faqat yozgi davri gullash vaqtidagi ildiz, poya, guli tarkibida tegishli ravishda 103,8 mg/%, 37,9 mg/% va 132,2 mg/% miqdorda to'planganligi ma'lum bo'ldi.

Shunday qilib olingan natijalardan quyidagi xulosalar qilish mumkin.

**Xulosa. Namangan viloyati Pop tumanida tabiiy holda o'sadigan Ko'ko't (*Poterium polygamum waldst et.kit*) o'simligining bahorgi, yozgi, kuzgi poyasi, ildizi, g'unchasi va guli tarkibidagi flavonoidlar tahlili shuni ko'rsatadiki, bahorgi ildiz tarkibida rutin, apigenin, izoramnetin, kversetin va bahorgi poya qismida esa rutin, izoramnetin, kversetin flavonoidlari aniqlandi,**

Flavonoidlar asosan o'simlik uyg'onish davrida poya va ildiz qismida ko'proq to'planishi aniqlandi. Vegetatsiyaning g'uncha tugish davriga kelganda poyasida rutin, izoramnetin, ildizida rutin va g'unchasida rutin apigenin flavonoidlari aniqlandi.

Yozgi gullash davrlaridagi olingan namunalarda o'simlikning barcha qismida ya'ni ildizi, poyasi va guli tarkibida rutin, apigenin, gall kislotasi va giperazid flavonoidlari aniqlandi.

O'simlikning kuzgi yetilish davriga kelib esa poya va ildiz qism namunalari hech qanday flavonoid turi aniqlanmadi.

#### ADABIYOTLAR

1. H.X.Xolmatov, O'.A.Ahmedov. Farmokognoziya. 1-qism. Toshkent 2008.5-b.
2. Антонина Морозова. Поволожский травник. 2020. 44 с.
3. Азовцев, Г.Р. Фенольные соединения кровохлебки. Фенольные соединения и их биологические функции/ Москва, 1968. - С. 212 – 217.
4. S.N.Maxsudov, G.R.Shukurova. Bolalar stomatologiyasi. Toshkent 2008.94-95-b.
5. Gould, K.S., Lister, C.(2006), Flavonoid functions in plants, in Andesen, O.M., Markham, K.R. Flavonoids. Chemistry, biochemistry and applications, Boca Raton. 8, 397-441.
6. Mennen, L. I., Sapinho, D., Ito, H., Galan, P., Hercheg, S., Scalbert, A., (2008) Urinary excretion of 13 dietary flavonoids and phenolic acids in free-living healthy subjects- variability and possible use as biomarkers of polyphenol intake, Eur. J. Clin. Nutr., 62, 519-525.
7. Флавоноиды: биохимия биофизика медицина / Тараховский Ю.С., Ким Ю.А., Абдрасилов Б.С., Музафаров Е.Н. Synchronbook Пушино 2013. 205-208.
8. Garcia, A., Bocanegra-Garcia, V., Palma-Nicolas, J. P., Rivera, G. (2012) Recent advances in antitubercular natural products, Eur. J. Med. Chem., 49, 1-23.
9. Hemaiswarya, S., Kruthiventi, A. K., Doble, M. (2008) Synergism between natural antibiotics against infectious diseases, Phytomedicine, 15, 639-652.
10. Rice-Evans C.A. Parker L. (Eds.) Flavonoids in Health and Diseases. Marcel Dekker, New York, 1997. Paladini A. C., Marder M. Viola H. et al. Flavonoids and the central nervous system: from forgotten factors potent anxiolytic compounds. // J. Pharmacol., 1999, V.51, P.519-526
11. N.T.Xo'jayeva, V.U.Xo'jayev. Qo'rg'oshin gul – krolkoviya severzovii o'simligi tarkibidagi flavonoidlar va vitaminlar tahlili. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine. 2022. 288-293. c.
12. J. Tursunov, A. Ibragimov, U. Ishimov. Farg'ona vodiysida o'sadigan cistanche mongolica o'simligining poya qismi flavonoidlar tarkibi va miqdorini yuqori samarali suyuq xromatografik usulda aniqlash. FarDU. Ilmiy xabarlar. 2022. 198-202 b.
13. Зуйкина С. С., Вишневецкая Л. И. Использование сырья Петрушки Посевной в качестве источника апигенина при разработке препаратов для профилактики рака молочной железы. // Современные достижения фармацевтической науки и практики: материалы Международной конференции, посвященной 60-летию фармацевтического факультета учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» (Витебск, 31 окт. 2019 г.) / под ред. А. Т. Щастного. — Витебск: ВГМУ, 2019. — 403 с. — ISBN 978-985-466-967-0.
14. Jang, J. Y., Sung, B., & Kim, N. D. (2022). Role of Induced Programmed Cell Death in the Chemopreventive Potential of Apigenin. Архивная копия от 12 апреля 2022 на Wayback Machine. International Journal of Molecular Sciences, 23(7), 3757. doi:10.3390/ijms23073757.
15. Hadi Esmaeili Gouvarchin Ghaleh a, Masomeh Bolandian a, Ruhollah Dorostkar a, Ali Jafari b, Mahdieh Farzaneh Pour a b. Concise review on optimized methods in production and transduction of lentiviral vectors in order to facilitate immunotherapy and gene therapy. Biomedicine & Pharmacotherapy. 2020. pp.128
16. Anandam S., Selvamuthukumar S. Fabrication of cyclodextrin nanospheres for quercetin delivery: Physicochemical characterization, photostability, and antioxidant effects // Journal of Materials Science. 2014.-V.49.
17. Lee K. W., Bode A.M., Dong Z. Molecular targets of phytochemicals for cancer prevention // Nature Reviews Cancer, 2011.- V.11.-P.211-218.
18. Nemeth K., Piskula M.K. Food content, processing, absorption and metabolism of onion flavonoids // Crit. Rev. Food Sci. Nutr, 2007. – V.47. – P. 397-409.
19. Berardini N., Fezer R., Conrad J., Beifuss U., Carle R., Schieber A. Screening of mango cultivars for their contents of flavonol O- and xanthone C-glycosides, anthocyanins and pectin // J. Agric. Food Chem, 2005. V.53. – P.1563-1570.



**Norniso DAVRONOVA**,  
Toshkent kimyo-texnologiya instituti stajyor-o'qituvchisi  
E-mail: davronovanorniso@gmail.com  
**Zulayho SMANOVA**,  
O'zbekiston Milliy universiteti Analitik kimyo kafedrasini mudiri, k.f.d., professor  
**O'tkirjon MADATOV**,  
O'zbekiston Milliy universiteti Analitik kimyo kafedrasini katta o'qituvchisi, PhD

O'zMU Kimyo fakulteti analitik kimyo kafedrasini dotsenti S.Raximov taqrizi asosida

### IMMOBILIZED BLUE METHYL THYMOL, ANALYTICAL REAGENT FOR IRON(III) ION

#### Abstract

Methyl thymol blue was studied as an analytical reagent for the  $Fe^{3+}$  ion. The maximum light absorption spectrum of methyl thymol blue, the desorption of immobilized methyl thymol blue and its relationship with time were studied. The dependence of the optical density of the complex on the volume of added reagent was studied.

**Key words:** immobilization, complex formation, sorption-spectroscopy, iron(III) ion, desorption.

### ИММОБИЛИЗОВАННЫЙ СИНИЙ МЕТИЛ ТИМОЛ АНАЛИТИЧЕСКИЙ РЕАГЕНТ ДЛЯ ИОНА ЖЕЛЕЗА (III)

#### Аннотация

Метилтимоловый синий исследован в качестве аналитического реагента на ион  $Fe^{3+}$ . Изучены спектр максимального светопоглощения метилтимолового синего, десорбция иммобилизованного метилтимолового синего и ее зависимость от времени. по объему добавляемого реагента.

**Ключевые слова:** иммобилизация, комплексообразование, сорбционно-спектрокопия, ион железа (III), десорбция

### IMMOBILIZED METIL TIMOL KO'KI TEMIR(III) IONI UCHUN ANALITIK REAGENT SIFATIDA

#### Аннотация

Metil timol ko'kining  $Fe^{3+}$  ioniga analitik reagent sifatida o'rganildi. Metil timol ko'kining maksimal nur yutish spektri, immobilizatsiya metil timol ko'kining desorbsiyalanishi va uni vaqt bilan bog'liqligi o'rganildi. Kompleks optik zichligining qo'shiladigan reaktiv hajmiga bog'liligi o'rganildi. **Kalit so'zlar:** immobilizatsiya, kompleks hosil bo'lish, sorbsion- spektroskopiya, temir(III)ioni, desorbsiya.

**Kirish.** Sanoatning jadal o'sishi va rivojlanishi bilan transport, qishloq xo'jaligini sanoatlashtirish hamda kimyolashtirish, ilmiy-texnik taraqqiyotning tezlashishi so'nggi yillarda sezilarli darajada oshdi. Bularning barchasi atrof-muhitga texnogen yo'l bilan kelib tushadigan og'ir metallarning ortishiga sabab bo'lmoqda. Biosfera ob'ektlarining ifloslanishi, shu jumladan, oziq-ovqat xom ashyosi, o'simlik, hayvonlar, inson tanasida og'ir metal birikmalarining to'planib borishi, inson salomatligi uchun bir qator jiddiy oqibatlariga olib keladi. Shuning uchun atrof-muhit ob'ektlaridagi og'ir metal ionlarini aniqlash ularni mikromiqdorini nazorat qilish bugungi kunda muhim ahamiyat kasb etadi.

Temir ham og'ir metallar qatoriga kiradi. Temir ionlarini aniqlashning optik, elektrokimyoviy, fizikaviy va boshqa ko'plab usullar ishlab chiqilgan. Bugungi kunda jadal suratlarida rivojlanib boratogtan usullardan biri sorbsion-spektroskopiyadir. Bu usulning aniqlash texnikasining osonligi, sezgirligi yuqoriligi va tan narxining arzonligi bilan bir qancha afzalliklarga ega.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Temir inson organizmi uchun zarur bo'lgan mikroelementlardan biridir. Temir nafaqat gemoglobinning balki boshqa bir qancha muhim moddalarning tarkibiga kiradi. Erkak kishi har kuni 0,6mg Fe ajratadi va bu asosan najas bilan chiqadi. Shuningdek, qon yo'qotganda qo'shimcha ravishda Fe yo'qotilishi mumkin. Ayollar uchun menstruatsiya hisobiga 1,3 mg/kun Fe yo'qotiladi.[1]. Lekin shuni alohida takidlash kerakki tirik organizmlar tanasida temir elementi meyorida oshishi inson organizmida gematxroz kasalligini rivojlanishi, o'simliklarda esa hosildorlikni kamayishiga olib keladi. Shu munosabat bilan atrof-muhit ob'yektlarida temir ionini meterologik miqdorini nazorat qilish kerak.

Ichimlik va tabiiy suvlarda  $Fe(III)$  ionlarini aniqlashning vizual aniqlash uchun usul ishlab chiqilgan. Bu usul  $Fe(II)$  ko'pkimli poliuretanning batofenanrolin va nitrat ionlari bilan sorbsiyasiga asoslangan. Temir (III) ionlarini 0,015–0,30 mg/dm<sup>3</sup> yarim miqdoriy vizual aniqlash imkonini bergan[2].  $Fe(III)$  ning miqdorini aniqlash uchun 0,30 mol/l<sup>-1</sup> xlorid kislotasi eritmasidagi kaliy persulfat ( $K_2S_2O_8$ ) va metil qizil o'rtasidagi so'kish reaksiyasiga,  $Fe(III)$  ning katalitik ta'siriga asoslangan katalitik-kinetik spektrofotometrik usulni ishlab chiqqan[3].  $Fe(III)$  ni ekstraksiya qilish va spektrofotometrik aniqlash uchun yangi analitik reaktiv 2,4-dimetil-3H-1,5 benzodiazepin (DBA) taklif etilgan[4]. Metil timol ko'ki reagenti yordamida Cu, Fe, Pb ionlarini bir vaqtning o'zida olovli atom absorpsion usulda aniqlangan. Aniqlash chegarasi 0,54, 3,1, va 4,5 ng ml<sup>-1</sup>. Bundan tashqari temir (III) ionini ion almashnishi [5] suyuqlik ekstraksiyasi[6], anodik tozalash voltammetriyasi [7], despers [8], cho'ktirish [9] va qattiq faza ekstraksiyalar [10–14] kabi xromatografik usullardan foydalangan holda aniqlash mumkin. Turli usullar orasida spektrofotometriyani takomillashtirilgan varianti sorbsion-spektroskopik usul alohida afzalliklari bilan ajralib turadi, yani mikroelementlarni meterologik miqdorini aniqlash darajasi yuqori, yuqori harorat talab qilmaydi va eng asosiyi tejamkor usuldir. Shu sababli ilmiy tadqiqot ishida sorbsion-spektroskopik usuldan foydalanildi.

**Tadqiqot metodologiyasi.** 2,75  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  suvda 10 ml konsentrlangan HCl qo'shib eritiladi va aralashtirib, 1 litr hajmli o'lchov kolbasida suv bilan belgilangan belgigacha suyultiriladi. Probirkadagi temir (3+) ion miqdori gravimetrik va titrimetrik usulda aniqlanadi [15]. Metil timol ko'ki ligandi kukunidan 0,736g analitik tarozida tortib olib hajmi 100 ml bo'lgan kolbada disitillangan suv bilan eritib 0,1% li eritmasini hosil qilamiz. Immobilizatsiya organik reagentlarimizni olish uchun turli tolasimon sorbsionlardan 0,2 gr dan tortib olinib 0,1 n HCl kislotasi bilan faol holatga keltiramiz (24 soat). Tolalarni faollashtirganimizdan keyin pH=7 ga teng bo'lgunga qadar distillangan suvda chayamiz. Tayyor tollarga 0,1% li metil timol ko'ki eritmasidan 5 ml dan salamiz va magnitli aralashtirgichda 10 daqiqa aralashtiramiz.

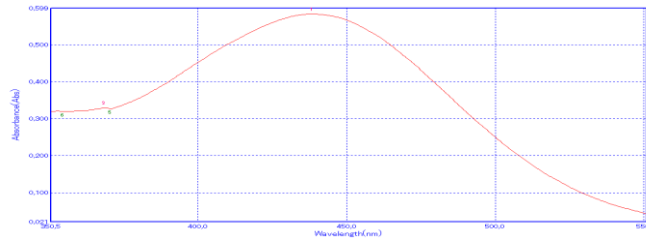
1-jadval

Metil timol ko'ki (MTK) reagenti immobilizatsiya uchun qulay sharoitlari  
m=0,2 g

Reagent	Tashuvchi	pH	Bufer aralashma hajmi, ml	Yutilish maksimumi, nm	Vaqt, min.
---------	-----------	----	---------------------------	------------------------	------------

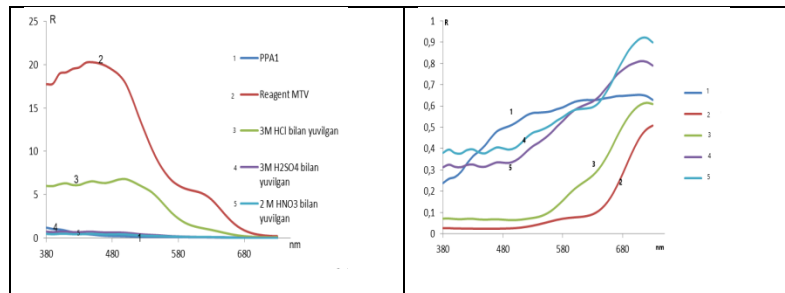
MTK	PPA-1	2,5	5,00	436	7
-----	-------	-----	------	-----	---

**Tahlil va natijalar. Metil timol ko'ki reagentini maksimal nur yutish sohasini aniqlash.** Aniqlash uslub: Metil timol ko'ki reagentining maksimal nur yutish sohasini o'lchashda EMC-30PC-UV-1800 spektrofotometr qurilmasidan foydalangan holda solishtirma eritmaga nisbatan o'chadik. Buning uchun sig'imi 50 ml li o'lchov kolbasiga 0,0001 M li reagentlar eritmasidan tayyorladik. Olingan nur yutulish sohalari tasviri quyida keltirilgan.



**1-rasm.** Metil timol ko'ki reagentining maksimal nur yutish sohasi (436nm)

**Immobilangan metil timol ko'ki reagentining desorbsiyasi. Ishni bajarish tartibi:** Metil timol ko'ki reagentini immobilash uchun optimal sorbent sifatida PPA1 tolasi tanlab olindi. Immobilangan metil timol ko'ki reagentini desorbsiyalash uchun immobilangan metil timol ko'ki tolasidan 0,02 gr dan tortib olinib ustida turli konsentratsiyadagi kislotalardan 5 ml dan quyidi. Desorbsiya jarayonini vaqt bilan bog'liqligi ham o'rganildi.



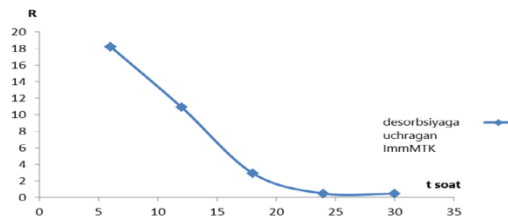
**1-rasm.** Immobilangan metil timol ko'king desorbsiyasining nur qaytarish spektri

**2-jadval**

Immobilangan metil timol ko'ki (ImMTK) desorbsiyasining nur qaytarish spektri natijalari (nm)

Tola	PPA1	ImMTK	ImMTK + 3MHCl	ImMTK + 3MH <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ImMTK + 2HNO <sub>3</sub>
R	0,484554	20,2162	6,406367	0,740369	0,4992257

1-rasm va 2-jadvaldagi tahlil natijalaridan shunixulosa qilishimiz mumkinki immobilangan metil timol ko'ki desorbsiyasi uchun 2M HNO<sub>3</sub> kislota optimal kislota hisoblanadi. Tanalab olingan 2M HNO<sub>3</sub> ni immobilangan metil timol ko'kini desorbsiyaga uchratishini vaqt bilan bog'liqligi ham o'rganildi.

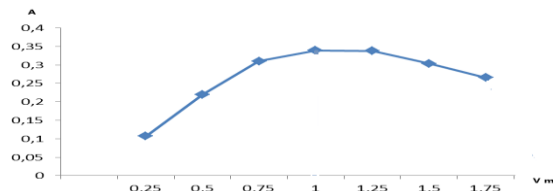


**2-rasm.** Immobilangan metil timol ko'ki reagentining desorbsiyaga uchrashining vaqt bilan bog'liqligi

2-rasm natijalaridan shuni xulosa qilishimiz mumkinki 2M HNO<sub>3</sub> bilan immobilangan metil timol ko'kini to'liq desorbsiyaga uchratishi uchun 24 soat vaqt talab qiladi. Desorbsiyaga uchragan to'liq 7,8-10 martagacha immobilab analitik signal olishimiz mumkin. Bu esa chiqindisiz texnologiya va yashil kimyo dasturlariga mos keladi.

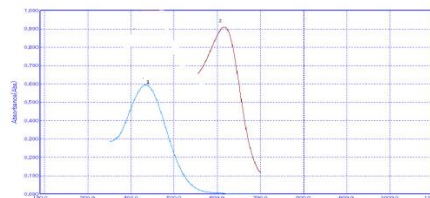
**Fe<sup>3+</sup> ion bilan hosil qilgan kompleksning optik zichligining Metil timol ko'ki reagentining hajmiga bog'liqligi.**

Ishni bajarish tartibi: Kompleks birikma hosil bo'lishida reagent hajmiga bog'liqligini o'rganishimiz uchun MTK reagentidan 0,05 % li eritmalarini tayyorlab oldik. Fe<sup>+3</sup> ion (10 mkg/ml) eritmasidan 5 ml va pH=2,5 unversal bufer eritmalaridan ishlatildi. Kompleks birikmani maksimal to'liq uzunliklarida optik zichliklarini olindi.



**3-rasm.** Kompleksning optik zichligining qo'shilgan MTK hajmiga bog'liqligi.

Yuqoridagi tahlil natijalaridan xulosa qilib 50 mkg Fe<sup>+3</sup> ionini to'liq reaksiyaga kirishishi uchun 0,05%li MTKdan 1 ml yetarli bo'ldi. Keyingi tahlil jarayonlarida xuddi shu hajmdan foydalanildi.



4-rasm. Immobillangan MTKning  $Fe^{+3}$  ioni bilan hosil qilgan kompleksi.

1- MTK spektri ( $\lambda_{max}=436nm$ ); 2-  $Fe^{+3}$  ioni kompleksi ( $\lambda_{max}=615nm$ )

**Xulosa va takliflar.** Temir (III) ionini sorbsion-spektrofotometrik aniqlash uchun metil timol ko'ki analitik reagent sifatida tavsiya etiladi. Metil timol ko'ki reagentining immobillash uchun maqbul sharoitlari, maksimal nur yutish spektri aniqlandi. Immobillangan metil timol ko'king desrobsiya jarayoni va uning vaqt bilan bog'liqligi va kompleks optik zichligining qo'shilgan reagent miqdoriga bog'liqligi o'rganildi.

#### ADABIYOTLAR

1. I.Indu Khurana, Arushi Khurana: Textbook of medical physiology; 2nd edition, 2009.
2. Ivkova, T. I.//The indicator system based on bathophenanthroline for rapid determination of Fe(II, III) in water.// *Journal of Water Chemistry and Technology*, 30(6), 2008.368–374. <https://doi.org/10.3103/s1063455x08060064>
3. Lyu Binchi, Lo Chjiyun, Chjen Xuayli i Szyan Ley //Kataliticheskoye fotometricheskoye opredeleniye sledov jeleza (III) i issledovaniye kineticheskogo mexanizma.//Spektroskopiya i spektralniy analiz //,202336(4),1139–1144.[https://doi.org/10.3964/j.issn.1000-0593\(2016\)04-1139-06](https://doi.org/10.3964/j.issn.1000-0593(2016)04-1139-06)
4. Patil, Sonali ;Lokhande, Rama S.b;Dharap S.B.c;Shevede, Poonam P.d;Patil, Jayashreee //Development of an extractive spectrophotometric method for determination of Fe (III) using 2, 4-dimethyl-3H-1, 5 benzodiazepine International //Journal of Applied Chemistry9. 133 – 140 2013
5. H.Filik,B.D.Ozturk,M.Dogutan,G.Gumus,R.Apak.// Iron(II) and iron(III) determination by potentiometry and ion-exchange voltammetry at ionomer-coated electrodes//Talanta44 (1997)877.
6. Kokal,V.Synek,P. Jano.// One-pot co-extraction of dispersive solid phase extraction employing iron-tannic nanoparticles assisted cloud point extraction for the determination of tetracyclines by high-performance liquid chromatography//Talanta 58(2002)325
7. C.Locatelli,G.Torsi,Microchem. J.// Anodic stripping voltammetry of arsenic determination with edible mushroom-nafion-modified glassy carbon electrode// 78(2004)175.
8. S.A. Kulichenko, V.O. Doroschuk, S.O. Lelyushok, // One-pot co-extraction of dispersive solid phase extraction employing iron-tannic nanoparticles assisted cloud point extraction for the determination of tetracyclines by high-performance liquid chromatography// Talanta 59 (2003)767.
9. Zou, Y., Chernyaev, A., Seisko, S., Sainio, J., & Lundström, M. // Removal of iron and aluminum from hydrometallurgical NMC-LFP recycling process through precipitation. *Minerals Engineering*.// (2024) 218, 109037. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2024.109037>
10. Phomai, K., Supharoek, S., Vichapong, J., Grudpan, K., & Ponghong, K. //One-pot co-extraction of dispersive solid phase extraction employing iron-tannic nanoparticles assisted cloud point extraction for the determination of tetracyclines by high-performance liquid chromatography.// Talanta, 2022 252, 123852. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2022.123852>.
11. Mirzajani, R., Pourreza, N., & Burromandpiroze, J.// Synthesis of chitosan-SnO2 nanoparticles biocomposite for dispersive micro-solid phase extraction of iron in environmental and wastewater samples and its determination by microvolume spectrophotometric detection.// Desalination and Water Treatment, 2017 97, 213–224. <https://doi.org/10.5004/dwt.2017.21536>.
12. Kassem, M. A., & Amin, A. S.// Spectrophotometric determination of iron in environmental and food samples using solid phase extraction.// Food Chemistry, 2013 141(3), 1941–1946. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.038>.
13. Chong, M. H., Sanagi, M. M., Endud, S., Ibrahim, W. a. W., Lau, S. C., Alharbi, O. M., & Ali, I.//Determination of N-nitrosamines in water by nano iron-porphyrinated poly(amidoamine) dendrimer MCM-41 generation-3 through solid phase membrane tip extraction and HPLC.//2018 Environmental Technology & Innovation, 10, 102–110. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2018.02.004>
14. Krawczyk, M., Jeszka-Skowron, M., & Matusiewicz, H.// Sequential multi-element determination of iron and zinc in water samples by high-resolution continuum source graphite furnace atomic absorption spectrometry after column solid-phase extraction onto multiwalled carbon nanotubes.// 2014 Microchemical Journal, 117, 138–143. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2014.06.023>
15. Ya. Lazarev, I. P. Xarlamov, P. Da. Yakovlev, Ye. F. Yakovleva Spravochnik ximika- analitika Moskva «Metallurgiya» 1976 s 122



UDK: 66.669.2.(544.478,665)

**Abdulla DADAXODJAYEV,**  
Toshkent Davlat texnika universiteti professori, d.t.n  
E-mail: lxns1946@mail.ru.  
**Munajat BOBOMURODOVA,**  
Toshkent Davlat texnika universiteti doktoranti, PhD

Geologiya fanlari universiteti professori, k.f.d A.Qudratov taqrizi asosida

### SEPARATION OF NICKEL SALTS FROM USED Reformax-67, GIAP-16 CATALYST

Annotation

The article examines the effects of temperature, catalyst fineness, solid-to-liquid ratio, the effect of different acids, and the influence of catalyst calcination time, mixing speed, washing temperature, and The influence of washing rate, concentration of acids was studied and dedicated to the recycling of extracted nickel oxide. In order to clean the solutions from aluminum and chromium ions, nickel carbonate was precipitated with sodium carbonate. A 170-180 g/l solution of sodium carbonate was added to nickel nitrate and sulfate solutions at 70 °C with little mixing until the pH was 6.5-7. In this case, nickel carbonate salt was formed in the precipitate and was separated on a filter, washed in distilled water and dried at 120-130 °C. According to the results of the experiments, no turbidity was formed in the aqueous mixture of nickel carbonate, indicating the remains of Al and Cr. By heating nickel carbonate at 300-350 °C, nickel oxide was obtained.

**Key words:** nickel, used catalyst, nitrate, sulfate, carbonate. Rhenium, palladium, platinum, Reformax - 210, Reformax - 330, R - 67, natural gas, reforming.

### ВЫДЕЛЕНИЕ СОЛЕЙ НИКЕЛЯ ИЗ ИСПОЛЬЗОВАННОГО КАТАЛИЗАТОРА REFORMAX-67, GIAP-16

Аннотация

В статье рассмотрено влияние температуры, крупности катализатора, соотношения твердой и жидкой фаз, влияние различных кислот, а также влияние времени прокаливания катализатора, скорости перемешивания, температуры промывки, а также изучено влияние скорости промывки, концентрации кислот. и посвящен переработке извлеченного оксида никеля. Для очистки растворов от ионов алюминия и хрома карбонат никеля осаждали карбонатом натрия. К растворам нитрата и сульфата никеля при 70 °C при небольшом перемешивании добавляли раствор карбоната натрия концентрацией 170-180 г/л до достижения pH 6,5-7. При этом в осадке образовывалась карбонатная соль никеля, которую отделяли на фильтре, промывали дистиллированной водой и сушили при 120-130 °C. По результатам экспериментов в водной смеси карбоната никеля не образовалось помутнения, что свидетельствует об остатках Al и Cr. При нагревании карбоната никеля при 300-350 °C был получен оксид никеля.

**Ключевые слова:** никель, используемый катализатор, нитрат, сульфат, карбонат. Рений, палладий, платина, Реформакс-210, Реформакс-330, Р-67, природный газ, риформинг.

### ISHLATILIB BO'LINGAN REFORMAX-67, GIAP-16 KATALIZATORIDAN NIKEL TUZLARINI AJRATIB OLISH

Аннотация

Maqola sanoatda ishlatib bo'lingan katalizatorlardan nikelni 90% dan yuqori tozalikdagi nikelni ajratib olishning optimal sharoitlarini tanlash uchun haroratning, katalizatorning maydalanganlik darajasi, qattiq va suyuqlik nisbati, turli kislotalar ta'siri va katalizatorlarning kuydirish vaqtining ta'siri, aralashtirish tezligi, yuvish harorati va yuvish tezligi, kislotalarning konsentratsiyasiga ta'siri o'rganilgan. Eritmalarni alyuminiy va xrom ionlaridan tozalash maqsadida nikel karbonatini natriy karbonati bilan cho'ktirildi. Natriy karbonatining 170 – 180 g/l eritmasi nikelning 70 °C li nitrat va sulfat eritmalariga oz – oz miqdorda aralashtirib turilgan holatda, pH 6,5 – 7 bo'lguncha qo'shildi. Bunda cho'kmada nikel karbonati tuzi hosil bo'ldi va filtrda ajratib olinib, distillangan suvda yuvilib 120 – 130 °C da quritildi. Tajribalar natijalariga binoan nikel karbonatining suvli aralashmasida Al va Cr qoldiqlarini ko'rsatuvchi loyqa hosil bo'lmadi. Nikel karbonatini 300 – 350 °C da toblab, nikel oksidi olindi.

**Kalit so'zlar:** nikel, ishlatilgan katalizator, nitrat, sulfat, karbonat. Rений, палладий, платина, Реформакс – 210, Реформакс – 330, R – 67, GIAP – 16, tabiiy gaz, reforming.

**Tabiiy gazni birlamchi riformingida ishlatilgan GIAP – 16, R – 67, Reformax – 330 markali katalizatorlardan nikelni ajratib olish.**  
Quyidagi jadvalda sanoatda ishlatib bo'lingan GIAP – 16 va R – 67 katalizatorlarining tarkibi keltirilgan.

Jadval 1.

Ishlatilgan katalizatorlar tarkibi \*

№	Komponentla, % mass.	GIAP – 16	R – 67
1.	NiO	21,6 – 26	15,7 – 16,69
2.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	65,0 – 68,8	61,65
3.	CaO	0,15 – 0,21	-
4.	MgO	0,09 – 1,08	21,6
Qo'shimcha moddalar, %			
5.	Fe	0,2	0,13
6.	Cu	0,24	0,16
7.	Zn	0,75	0,4
8.	Na	2,5	2,75
9.	K	5,0	50
10.	Cr	0,05	-

\*Tahlillar "Maksam – Chirchiq" AJ markaziy laboratoriyasida bajarilgan.

Ishlatilgan katalizatorlardan nikelni ajratib olish gidrometallurgiya usuli bilan azot kislotasining 5 – 40 % li eritmalarini yordamida 100 – 105 °C da, 4 – 6 soat davomida olib borildi. Ishlatilgan katalizatorlarning 2 – 3 mm li fraksiyalarini azot kislotasida qayta ishlangach erimay qolgan qoldiq filtrlab ajratib olindi, yuvilmasdan 100 – 110 °C da quritildi. Filtrat va erimay qolgan qoldiq tarkiblari kompleksometrik titrlash usuli bilan aniqlandi. Erimay qolgan qoldiq tarkibidagi eritmaga o'tmagan nikelni ajratib olish uchun uni 5 % li azot kislotasi bilan qaytadan ishlov berildi.

Natijalar 6 – jadvalda umumlashirilgan.

Jadval 2.

**Ishlatilgan GIAP – 16 va R – 67 markali katalizatorlardan nikelni gidrometallurgiya usuli bilan ajratib olish natijalari**

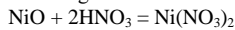


t = 100 – 110 °C.

Ko'rsatgichlar	GIAP – 16				R – 67				Eslatma
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	
HNO <sub>3</sub> , % mass	30	40	40	30	30	40	30	40	25 g GIAP – 16 dagi NiO ning miqdori– 5,4 rp. 25 rp R – 67 dagi NiO ning miqdori– 3,93 g.
Katalizator massasi, g	25	25	25	25	25	25	25	25	
Erimay qolgan qoldiq massasi, g	12,96	13,83	13,2	12,6	20	22,9	20,0	20,2	
Eritish vaqti, soat	6	6	4	4	6	6	4	4	
Filtratdagi NiO, g	4,32	4,1	3,55	2,80	2,86	2,2	2,65	2,67	
Qoldiqdagi NiO, g	0,71	0,82	0,79	0,90	0,96	0,88	0,80	1,31	
Ajratib olish darajasi, %	80,0	75,9	65,7	51,8	72,8	56,0	67,4	68,0	

Jadvalda keltirilgan natijalardan ko'rinib turibdiki GIAP – 16 ishlatilgan katalizatoridan 100 – 110 °C da 6 soat davomida 30 – 40 % li azot kislotasi bilan 75,9 – 80 % NiO ni eritmaga o'tkazish mumkin. Bunda qoldiq tarkibida 13,15 – 15,18 % gacha NiO qoladi. Erimay qolgan qoldiq tarkibidagi NiO ni ajratib olish maqsadida uni 5 % azot kislotasi eritmasida 100 – 110 °C haroratda 2 soat davomida qayta ishlanganda umumiy ajratib olish darajasi 100 % ni tashkil qiladi. Bundan shunday xulosa chiqarish mumkinki, erimay qolgan katalizator mayda g'ovaklaridagi NiO suyultirilgan kislotaga to'laroq o'tadi. Buning sabablaridan biri suyultirilgan kislotaning yopishqoqligi (vyazkost) kichik bo'lgani sabab diffuziya jarayoni to'laroq boradi. Azot kislotasining konsentratsiyasi 10; 15; 30 % li eritmalari bilan qayta ishlangandagi NiO ni eritmaga o'tish darajasini kislotaga miqdori bilan o'zgarishi o'rganildi. 30 % li kislotaning katalizatorga nisbatan miqdori 1,5 dan 2,5 gacha o'zgariganda NiO ni eritmaga ajralib chiqish darajasi 70,8 dan 99,2 % gacha ko'tarildi. R – 67 katalizatorlarini 30 va 40 % li azot kislotasi bilan qayta ishlanganda NiO ning ajratib olish darajasi 56,0 % dan 72,8 % gacha o'zgarishi kuzatildi. Nikel oksidini nikel nitratini ko'rinishida eritmaga o'tishining azot kislotasi miqdori bilan o'zgarishi natijalari 3– jadvalda keltirilgan.

NiO ning azot kislotasi bilan ta'sirlashishi reaksiyasiga binoan



10 g katalizatorga sarf bo'ladigan 1,31 g/sm<sup>3</sup> zichlikdagi azot kislotasining o'rtacha stexiometrik miqdori va tajribalarda qo'llanilgan miqdori quyidagicha:

Jadval 3.

Kislotaga konsentratsiyasi, mass %	GIAP – 16, sm <sup>3</sup>		R – 67, sm <sup>3</sup>	
	stexiomet.	tajribada	stexiomet.	tajribada
5	-		4,15	70
10	30,53	70	20,76	70
15	20,38	70	13,82	80
30	10,17	15	6,95	25

Nikel oksidini katalizatoridan ajratib olish darajasi azot kislotasi konsentratsiyasi, tajriba uchun ishlatilgan miqdoriga va qoldiqni yuvishga sarf bo'lgan suvning miqdoriga bog'liq ravishda o'zgarishi natijalari 4 – jadvalda keltirilgan.

Jadval 4.

#### Ishlatilgan katalizatoridan nikel oksidini ajratib olish darajasining o'zgarishi.

Ko'rsatgichlar	GIAP – 16				R – 67				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9
HNO <sub>3</sub> , % massa	10	15	30	30	30	15	10	15	5
Katalizator miqdori, g	10	10	10	10	8,8	10	10	10	10
Kislotaga sarfi, sm <sup>3</sup>	70	70	15	25	40	80	70	70	70
Filtrat va yuvishga ketgan suv hajmi, sm <sup>3</sup>	81	82	87	105	120	119	82	80	95
Filtratdagi NiO, g	2,07	2,09	1,84	2,58	2,24	2,59	1,34	1,42	1,09
Ajratib olish darajasi, %	79,6	80,3	70,8	99,2	97,8	99,6	80,2	85,0	65,3
Vaqt sarfi, soat	4	4	6	6	6	6	4	4	4

**Xulosa va takliflar.** Keltirilgan natijalardan ko'rinib turibdiki, ishlatilgan GIAP – 16 va R – 67 katalizatorlaridan nikelni ajratib olish darajasi azot kislotasining konsentratsiyasi, sarfi, yuvishga sarf bo'lgan suvning miqdoriga bog'liq ravishda 99,2 – 99,6 % gacha bo'lishi mumkin. Ishlatilgan GIAP – 16 va R – 67 katalizatorlaridan nikelni ajratib olish jarayonida ularning tarkiblarida bo'lgan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, MgO larning eritmaga o'tishi ham o'rganildi. Bunda 25 g katalizatorni qayta ishlaganda eritmaga GIAP – 16 dan 0,02 – 0,04 %, R – 67 dan esa 0,007 % gacha Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> eritmaga o'tib, qolgan qoldiqda qolishi ko'rindi. Magniy oksidi o'rganilgan texnologik parametrlarda eritmaga o'tmadi, kalsiy oksidi esa GIAP – 16 dan 0,61 – 1,12 % eritmaga o'tib, qolgan qoldiqda qolishi kuzatildi.

#### Shunday qilib tadqiqotlar quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Ishlatilgan GIAP – 16 va R – 67 katalizatorlaridan nikelni azot kislotasi bilan gidrometallurgiya usuli bilan ajratib olish mumkin.
2. Ajratib olish jarayonining optimal sharoitlari: azot kislotasining konsentratsiyasi – 15 – 30 % mass; harorat 100 – 105 °C; vaqt – 6 soat.
3. Yuqoridagi optimal sharoitlarda bir marta eritilganda GIAP – 16 dan 97,8 %, R – 67 dan 85 % nikelni ajratib olish mumkin.
4. Qoldiqni 5 % azot kislotasi bilan qayta ishlatganda GIAP – 16 dagi NiO ni to'raligicha ajratib olish mumkin.

#### ADABIYOTLAR

1. Nickel extraction from a nickel – tungsten spent catalyst using columnleaching/ Kelebek S., Distin P.A.// J. Chem. Technol. And Biotechnol – 1989 -44, № 4. – c.309 – 326, - англ.
2. Recovery of Zn (II), Cd (II), Cr (III), Ni (II) from leaching solution of plating neutralization sludge / Li Zhou, Zhou Wu, Lei Jin – Ling // Int. Solv. Extr.Conf., 1990 (ISEC'90), Kyoto, July, 16 – 21, 1990\$ Abstr. -[Kyoto], 1990 – c.219 -235, -англ. 11Extraction liquid – liquid du nickel (II) et du cobalt (II) en milieu acide par formation de complexes a ligands mixtes /Cote G., Caldenty M., Bauer D.//Analisis – 1990, -18 №5, -c.313-318, - англ., фр., рез.англ.
3. Dadakhodzhaev A., Muratkulov O.ª; Yakibova D.ª; Abdutalipova N.ª; Bobomurodova M. Extraction of valuable components from spent cadmium and vanadium-containing catalysts. E3S Web of Conferences. Том 37128 February 2023 Номер статьи 010432022 International Scientific Conference on Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East.
4. Angus Olding, Curtis C. Ho, Nigel T. Lucas, Allan J. Canty, Alex C. Bissember. Pretransmetalation Intermediates in Suzuki–Miyaura C–C and Carbonylative Cross-Couplings: Synthesis and Structural Authentication of Aryl- and Aroylnickel(II) Boronates. ACS Catalysis 2023, 13 (5) , 3153-3157. <https://doi.org/10.1021/acscatal.2c05657>
5. Vera A. Vil', Yana A. Barsegyan, Leah Kuhn, Alexander O. Terent'ev, Igor V. Alabugin. Creating, Preserving, and Directing Carboxylate Radicals in Ni-Catalyzed C(sp<sup>3</sup>)–H Acyloxylation of Ethers, Ketones, and Alkanes with Diacyl Peroxides. Organometallics 2023, Article ASAP.

6. Yoshihiro Sohtome, Shinsuke Komagawa, Ayako Nakamura, Daisuke Hashizume, Sylvain Lectard, Mai Akakabe, Yoshitaka Hamashima, Masanobu Uchiyama, Mikiko Sodeoka. Experimental and Computational Investigation of Facial Selectivity Switching in Nickel–Diamine–Acetate-Catalyzed Michael Reactions. *The Journal of Organic Chemistry* 2023, Article ASAP.
7. Jirong Luo, Jeremy A. May. Enantioselective Total Synthesis of Cannabinoids via a Tandem Conjugate Addition/Enolate Alkylation Annulation with Ambiphilic Organoboronates. *Organic Letters* 2023, 25 (4), 708-713. <https://doi.org/10.1021/acs.orglett.3c00090>
8. Xin Xu, Zhenyang Lin. Understanding the Reaction Mechanism of Nickel-Catalyzed Enantioselective Arylative Activation of the Aromatic C–O Bond. *Organometallics* 2023, 42 (1), 114-122. <https://doi.org/10.1021/acs.organomet.2c00542>
9. Hosam Choi, Joohee Choi, Kiyoun Lee. Nickel Carbene-Mediated One-Carbon Homologative  $\gamma$ -Butyrolactonization. *Organic Letters* 2022, 24 (50), 9238-9242. <https://doi.org/10.1021/acs.orglett.2c03800>
10. Feng Chen, Xiu-Hua Xu, Lingling Chu, Feng-Ling Qing. Visible-Light-Induced Nickel-Catalyzed Radical Cross-Couplings to Access  $\alpha$ -Aryl- $\alpha$ -trifluoromethyl Alcohols. *Organic Letters* 2022, 24 (50), 9332-9336. <https://doi.org/10.1021/acs.orglett.2c03943>
11. Nicholas E. Bodé, Ryan T. McGuire, Mark Stradiotto. Bisphosphine/Nickel-Catalyzed C–O Cross-Coupling of Phenols with Chloropyridine and Related Electrophiles. *Organic Letters* 2022, 24 (49), 8986-8989. <https://doi.org/10.1021/acs.orglett.2c03587>
12. Andrea Darù, Carlos Martín-Fernández, Jeremy N. Harvey. Iron-Catalyzed Kumada Cross-Coupling Reaction Involving Fe<sub>8</sub>Me<sub>12</sub>- and Related Clusters: A Computational Study. *ACS Catalysis* 2022, 12 (20), 12678-12688. <https://doi.org/10.1021/acscatal.2c03436>
13. Pengwei Hu, Lin Guo, Lulu Zhao, Chao Yang, Wujiong Xia. Nickel-Catalyzed Reductive Dicarbofunctionalization of Vinylarenes Enabled by Electrochemical Process. *Organic Letters* 2022, 24 (41), 7583-7588. <https://doi.org/10.1021/acs.orglett.2c02976>
14. Neil A. Dodd, Yu Cao, John Bacsa, Eric C. Towles, Thomas G. Gray, Joseph P. Sadighi. Three-Electron Nickel(I)/Nickel(0) Half-Bond. *Inorganic Chemistry* 2022, 61 (41), 16317-16324. <https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.2c02291>
15. Long Huang, Rajesh Kancharla, Magnus Rueping. Nickel Catalyzed Regiodivergent Cross-Coupling Alkylation of Aryl Halides with Redox-Active Imines. *ACS Catalysis* 2022, 12 (19), 11563-11572. <https://doi.org/10.1021/acscatal.2c03396>



UDK: 372.8

Gulandom DALIMOVA,  
O'zbekiston Milliy universiteti professori, k.f.d  
E-mail: dalimova@list.ru

O'zbekiston Milliy universiteti dotsenti, k.f.n. S.Maulyanov taqrizi asosida

#### KIMYOVIY EKOLOGIYA KURSIDA «YASHIL KIMYO PRINSIPLARI»NI O'QITISH\*

(\* - maqolaning 1-qismi O'zMU xabarlari jurnalining 2024 yil 3/1 sonida keltirilgan)

Annotatsiya

Maqolada Tabiiy fiziologik faol birikmalar kimyosi yo'nalishi uchun ishlab chiqilgan yangi o'quv kursi – Kimyoviy ekologiya kursida “yashil kimyo” prinsiplarini o'qitishning o'ziga xos taraflari, uslubiy yondoshishlari, ushbu prinsiplarning mazmuni va ahamiyati ko'rib chiqilgan.

**Kalit so'zlar:** yashil kimyo, yashil kimyo prinsiplari, kimyoviy ekologiya, atrof-muhitning ifloslanishi, atrof-muhit muhofazasi, xom ashyo zahiralari, biotexnologiya, kimyo sanoati, pestitsidlar, fosfororganik birikmalar.

#### TEACHING “PRINCIPLES OF GREEN CHEMISTRY” IN THE COURSE OF CHEMICAL ECOLOGY

Annotation

The article discusses specific aspects, methodological approaches, content and significance of the principles of “Green Chemistry” in a new educational course Chemical ecology, developed for the field of chemistry of natural physiologically active compounds.

**Key words:** green chemistry, principles of green chemistry, chemical ecology, environmental pollution, environmental protection, raw materials, biotechnology, chemical industry, pesticides, organophosphorus compounds.

#### ПРЕПОДАВАНИЕ «ПРИНЦИПОВ ЗЕЛеноЙ ХИМИИ» В КУРСЕ ХИМИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

Аннотация

В статье рассматриваются конкретные аспекты, методические подходы, содержание и значение принципов «зеленой химии» в новом учебном курсе Химическая экология, разработанном для образовательного направления химия природных физиологически активных соединений.

**Ключевые слова:** зеленая химия, принципы зеленой химии, химическая экология, загрязнение окружающей среды, охрана окружающей среды, сырьевые ресурсы, биотехнология, химическая промышленность, пестициды, фосфорорганические соединения.

**“Yashil kimyo” jarayonlarida kataliz va erituvchilar.** Kimyoviy jarayonlarda erituvchilar asosiy ifloslantiruvchilar (80-90%) hisoblanadi. Neft'ni qayta ishlash natijasida olingan oddiy organik erituvchilar toksik moddalar bo'lib, atrof-muhitga, inson salomatligiga va xavfsizlikka zarar o'tkazadi. Organik sintezda qo'llanishi mumkin bo'lgan “yashil” erituvchilar biologik parchalanishga moyil, zaharligi past, qaynash temperaturasi yuqori, oson qayta ishlanadigan va suv bilan aralashmaydigan moddalar bo'lishi kerak. Suv, ionli suyuqliklar (IS), polietilenglikollar va ba'zi superkritik suyuqliklar - superkritik flyuidlar (SKF) “yashil kimyo” jarayonlari uchun eng mos moddalardir. Shu asnoda zaharsiz va biologik parchalanuvchi modda – gliserin “yashil organik sintez” uchun juda mos keladi va ba'zan “organik suv” deb ataladi. Gliserinning qulay xossalari: biologik parchalana olishi, narxining pastligi, bug'lari bosimining pastligi, qaynash temperaturasining yuqori ekanligidir. Bundan tashqari, gliserin alifatik uglevodorodlar bilan aralashmaydi, yuqori darajada qutblilikka ega, vodorod bog'larini hosil qila oladi, organik va noorganik moddalarni yaxshi eritadi [1].

**Superkritik suyuqliklar, superkritik flyuidlar (SKF) yoki “yashil” erituvchilar.** Yashil kimyoning yo'nalishlaridan biri erituvchilarni almashtirish bilan bog'liq. Yashil Kimyoviy jarayonlarda erituvchi sifatida suv, biologik parchalanuvchi “yashil erituvchilar”, ionli suyuqliklar (past temperaturalarda suyuqlanuvchi tuzlar), superkritik suyuqliklar (deyarli suyuqlik holatigacha siqilgan gazlar) ishlatiladi.

Superkritik suyuqliklardan foydalanish ko'pincha uchuvchan organik erituvchilarni almashtirish bo'yicha va yangi, toza texnologiyalarni ta'minlovchi yashil kimyodagi muhim strategiya kabi ta'kidlanadi. Hozirgi davrda qariyb 20 yildan beri superkritik suyuqliklar yordamida tabiiy birikmalarni turli masshtablarda ajratib olish bo'yicha klassik misollar mavjud. Ushbu misollarning ko'pchiligida qattiq substratlarga superkritik CO<sub>2</sub> ta'sir ettirilishi natijasida kutilgan mahsulotni olish yoki keraksiz qo'shimcha moddalarni yo'qotish kuzatiladi. Kimyoviy reaksiyalarda superkritik CO<sub>2</sub> reagentlarning erituvchisi yoki katalizator vazifasini bajarib, ularning ta'sir etishini osonlashtiradi [2].

Superkritik holatda moddalar alohida o'ziga xos xususiyatlarini -suyuqlikning erituvchanlik xususiyatini va gazning yuqori kiruvchanlik xususiyatlarini namoyon qiladi. Ushbu xususiyatlarning birgalikda jamlanishi superkritik suyuqliklarni ko'pchilik texnologik jarayonlarda samarali erituvchi sifatida qo'llanilishini, inson va tabiat uchun havfli bo'lgan organik erituvchilarni xavfsiz superkritik erituvchilarga almashtirilishini ta'minlaydi. Ekologik toza erituvchilar orasida yonmaydigan, zaharli bo'lmagan superkritik CO<sub>2</sub> (scCO<sub>2</sub>) polimerlar sintezida yaxshi alternativ erituvchi sifatida anchadan beri ma'lum [3]. Eng ko'p tarqalgan va ekologik xavfsiz moddalardan biri bo'lgan suvni superkritik xolatga o'tkazish ancha qiyin, chunki uning kritik nuqtasi parametrlari juda katta: T<sub>kr</sub> = 374°C, P<sub>kr</sub> = 220 atm. Zamonaviy texnologiyalar bunday ko'rsatkichlarga javob bera oluvchi qurilmalarni yaratish imkonini beradi, biroq, bunday temperatura va bosim diapazonlarida ishlash bir muncha qiyin kechadi. Superkritik suv deyarli barcha organik moddalarni (ko'rsatilgan temperaturada parchalanib ketmaydigan moddalarni) erita oladi. Superkritik suvga kislorod qo'shilganda u juda kuchli oksidlovchi muhitga aylanadi: har qanday organik modda bunday muhitda bir necha minut davomida H<sub>2</sub>O va CO<sub>2</sub> ga aylanadi. Hozirgi vaqtda kimyogarlar ushbu usul yordamida maishiy chiqindilarni, eng avvalo plastik idishlarni qayta ishlash ustida tadqiqotlar olib bormoqdalar [4].

Superkritik CO<sub>2</sub> ning erituvchanlik qobiliyati geksaning erituvchanligiga o'xshashdir, va mana shu xossasi tufayli oziq-ovqat sanoatida qo'llanadi. Masalan, yashil kofe donalaridan kofeinni ajratib olish uchun scCO<sub>2</sub> ishlatiladi. Ushbu jarayon yordamida katta masshtablarda kofein ajratib olinadi. Bunda faqat kofeinni ekstraksiya qilib, boshqa aromatik komponentlar xom ashyo tarkibida saqlanib qoladi, erituvchi esa o'zidan hech qanday iz qoldirmaydi. Shunga o'xshash texnologiyalar pivo ishlab chiqarilishida oddiy qulmoqni (xme'l) ekstraksiya qilishda, tamakidan nikotinni ekstraksiya qilib ajratib olishda, hamda parfyumeriya sanoatida turli aromatik birikmalarni ekstraksiya qilishda qo'llanadi. Hozirgi davrda organik erituvchilarni boshqa sohalarda ham scCO<sub>2</sub> ga almashtirish borasida tadqiqotchilarning urinishlari sezilarli darajada ortgan. An'anaviy organik erituvchilardan foydalanish borgan sari qimmatlashmoqda, scCO<sub>2</sub> ni qo'llash esa nafaqat ekologik jihatdan toza, balki samaraliroqdir.

Superkritik erituvchilar qo'llanadigan texnologiyalar yangi materiallar sintezida, ekstraksiya, tozalash, fraksiyalash, polimerizatsiya, gidrotermal reaksiyalar, materiallarga qoplamalarni surtish, biomassani qayta ishlash, bo'yash va boshqa jarayonlarda erituvchi talab qilinmaydigan

muhitni yaratib, shuningdek jarayonning oddiyligi va qayta foydalanish imkoniyatini, yuqori unum, oqava suvlarning va ikkilamchi ifloslantiruvchi moddalarning hosil bo'lmashligini ta'minlab bermoqda [5].

Superkritik erituvchilarning kimyoviy texnologiyada ishlatilishining afzalliklari quyidagilardan iborat [6]:

Ekologik ahamiyati. Atrof-muhit barqarorligiga erishish unga bo'ladigan ta'sirlarning minimizatsiyasidan boshlanadi, va superkritik suyuqliklar ushbu aspekta eng yaxshi erituvchilar hisoblanadi. Galogenuglevodorodlar yoki uchuvchan organik birikmalardan farqli ravishda superkritik suyuqliklar toksik emasligi, yonuvchan emasligi bilan ajralib turadi. Ularning ushbu xususiyatlari inson salomatligiga salbiy ta'sir va atrof-muhit ifloslanishi xavflarini mustasno etadi. Bundan tashqari, superkritik suyuqliklarning erituvchanlik xususiyati juda yuqori bo'lib, ushbu jarayonlarda zararli chiqindilar hosil bo'lmaydi.

Uglerod izining qisqartirilishi. "Yashil" erituvchilarning alohida xususiyatlaridan biri atrof-muhitga uglerod saqlovchi chiqindilar chiqarilishining kamaytirilishi va energiya sarfining qisqartirilishidir. Superkritik suyuqliklar turli jarayonlarda qayta ishlovdan so'ng yana ishlatish uchun jarayonga cheklanmagan vaqt davomida kiritilishi mumkin. Energiya sarfini katta hajmda talab qiluvchi jarayonlarni yoki utilitatsiya usullarini talab qiluvchi an'anaviy erituvchilardan farqli ravishda superkritik suyuqliklar yopiq sikl bo'yicha ishlatilib, chiqindilar hosil bo'lishini ahamiyatli darajada kamayishiga va energiya sarfining qisqartirilishiga olib keladi.

Qo'llash sohasining universalligi. Superkritik suyuqliklar sanoatning turli sohaslarida qo'llanishi mumkin: farmasevtikadan tortib to oziq-ovqat sanoatigacha. Farasevtika sanoatida superkritik suyuqlik flyuid ekstraksiyasi usuli (SCFE) tabiiy birikmalarni ajratib olishda, tozalashda va dori vvositalarini yetkazish sistemalarida ishlatiladi. Analogik tarzda oziq-ovqat sanoatida superkritik SO<sub>2</sub> dekofeinizatsiyada, aromatizator va hid beruvchi moddalarni ajratib olishda, hamda qo'shimcha moddalarni yo'qotishda ishlatiladi.

Yuqori selektivlik va samaradorlik. Superkritik suyuqliklarning tayanch afzalliklaridan biri ularning ekstraksiya jarayonlarida yuqori selektivlik qobiliyatidir. Temperatura, bosim va tarkib kabi parametrlarning nozik sozlanishi tufayli ishlab chiqarish jarayonlarida alohida olingan moddalarni ajratib olish mumkin, va shu bilan ekstraksiyaning samaradorligi va sofligiga erishish mumkin. Bunday selektivlik jarayonlar mobaynidagi qayta ishlash operatsiyalarini minimumga olib keladi, bu esa o'z navbatida sarf-xarajatlarni iqtisodiga va jarayonning barqarorligiga olib keladi.

Suvsiz jarayonlar. Ko'pchilik sanoat jarayonlarida suv erituvchi yoki qayta ishlash muhiti sifatida xizmat qiladi. Bu suvning katta sarfiga va oqava suvlari hosil bo'lishiga olib keladi. Superkritik suyuqliklar yordamida suvsiz kimyoviy jarayonlarni o'tkazish va imkoni ochiladi. Bu esa suvning katta hajmda sarf etilishi va oqava suvlarni tozalash zaruratining oldini oladi. Masalan, kannabis moyini ekstraksiya qilib ajratib olish, ekstraksiyon xromatografiya kabi jarayonlarni olib borish barqaror yechimlarni ta'minlab beradiki, ular suvni iqtisod qilish va atrof-muhit muhofazasi prinsiplariga mos keladi.

Yashil kimyo prinsiplariga mos kelish. Yashil kimyo prinsiplarini hayotga joriy etish barqaror sanoat jarayonlariga erishishda birinchi darajali ahamiyat kasb etadi. Shu asnoda superkritik suyuqliklar yashil kimyo prinsiplariga uzviy ravishda mos keladi. Bu chiqindilar hosil bo'lishining minimallashtirishida, qayta tiklanuvchi resurslarning ishlatilishida va jarayonlarning samaradorligida o'z aksini topadi. Bundan tashqari, superkritik suyuqliklarning yumshoq sharoitlarda qo'llanishi temperaturaga sezgir birikmalarning saqlanib qolishiga va pirovardida energiya sarfining qisqartirilishiga, ekologik toza materiallardan foydalanishga olib keladi.

Normativ qoidalarning amal qilishi va iste'molchilarning talablari. Qattiq normativ qoidalar va iste'molchilar xabardorligi darajasining ortishi bilan belgilangan hozirgi davrda ishlab chiqarish korxonalaridan ekologik xavfsiz, toza jarayonlarni olib borish talab qilinmoqda. "Yashil" erituvchilardan foydalanish ishlab chiqarish korxonalarining o'z "brend"i reputatsiyasini yaxshilashga, raqobatbardoshligining ortishiga va atrof-muhit muhofazasi masalalariga o'z ulushini kiritishga olib keladi.

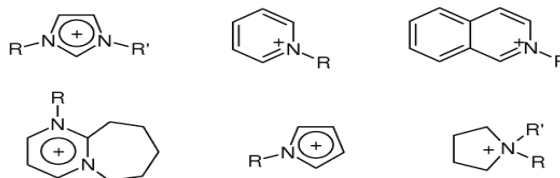
Iqtisodiy samaradorlik va uzoq muddatli iqtisod. Superkritik texnologiyalarga kiritiladigan dastlabki investitsiyalar qo'rqinchli bo'lib tuyulsa ham, uzoq muddatli foyda xarajatlardan ko'proq bo'lishi kutiladi. Kimyoviy jarayonlarni optimallashtirish, chiqindilar miqdorini kamaytirish natijasida superkritik suyuqliklar vaqt o'tgan sari energiyaning ahamiyatli darajada iqtisodini ta'minlab beradi. Bundan tashqari, superkritik texnologiyalarning universalligi ulardan mul'tifunksional foydalanishni ta'minlaydi, bu esa kimyoviy korxonalariga resurslardan optimal foydalanish va investitsion xarajatlarni maksimal qoplash imkoniyatini beradi.

**Ionli suyuqliklar.** "Yashil kimyo" maqsadlari uchun suvdan keyingi o'rinda turuvchi yaxshi erituvchilar - ionli suyuqliklardir. Ionli suyuqliklar faqat ionlardan iborat bo'lgan suyuqliklardir. Ushbu tushunchani keng ma'noda keltirsak, ionli suyuqliklar – har qanday suyuqlanma (rasplav) tuzlardir. Hozirgi davrda "ionli suyuqlik" termini ostida ko'pincha suyuqlanish temperaturasi suvning qaynash temperaturasidan past bo'lgan, ya'ni 100°C dan past bo'lgan tuzlar nazarda tutiladi, xususan, xona temperaturasida suyuqlanuvchi tuzlar shular jumlasidandir, ularni «RTL» yoki «Room-Temperature Ionic Liquids» deb nomlash qabul qilingan. Ionli suyuqliklar tarkibiga ko'pincha [PF<sub>6</sub>]<sup>-</sup>, [BF<sub>4</sub>]<sup>-</sup>, [CF<sub>3</sub>SO<sub>3</sub>]<sup>-</sup>, tozilat, alkilsulfat, [CH<sub>3</sub>COO]<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> kiradi, alkil zanjirlari sifatida esa etil, butil, geksil, oktil va desil radikalari ishtirok etadi.

Ionli suyuqliklarning molekullari klassik ionli birikmalarga nisbatan ancha past simmetriyaga ega. Molekullari o'rtasida vodorod bog'lari ishtirok etuvchi suvdan, van-der-vaal's kuchlari ishtirok etuvchi organik erituvchilardan farqli ravishda ionli suyuqliklarda kulon o'zaro ta'sirlari asosiy hisoblanadi.

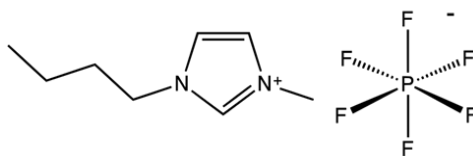
**Ionli suyuqliklarning klassifikatsiyasi.** Ionli suyuqliklar sirasiga keng spektrdagi moddalar kiritiladi, shuning uchun ularni klassifikatsiya qilish masalasi qiyinchilik tug'diradi [7]. Shunday bo'lishiga qaramasdan, ionli suyuqliklarni bir necha sinfga bo'lish mumkin:

- Organik kation va noorganik aniondan tuzilgan ionli suyuqliklar;
- Noorganik kation va organik aniondan tuzilgan ionli suyuqliklar;
- Organik ionli suyuqliklar;
- Noorganik ionli suyuqliklar;
- Xiral ionli suyuqliklar;

[NR<sub>4</sub>]<sup>+</sup>[PR<sub>3</sub>]<sup>+</sup>[SR<sub>3</sub>]<sup>+</sup>

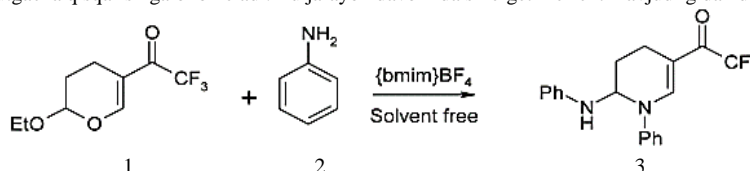
1-расм. Ионли сууқликлар таркибига кирувчи баъзи катионлар

Ionli suyuqliklar termik barqaror, elektr o'tkazuvchan, qovushqoqligi yuqori va kuchli erituvchilar bo'lib, bug'larining bosimi past (~10<sup>10</sup> Pa, 25°C da). Ularning ba'zilar magnit xususiyatiga ega, masalan, 1-butil-3-metilimidazoliy tetraxlorferrat. Ionli suyuqliklardan eng ko'p o'rganilgani 1-butil-3-metilimidazoliy geksaftorfosfat (BMIM-PF<sub>6</sub>) – qovushqoq, rangsiz, gidrofob, suvda erimaydigan, suyuqlanish temperaturasi -8°C ga teng modda:



2-расм. 1-butil-3-metilimidazoliy geksaftorfosfat (BMIM-PF<sub>6</sub>)

Masalan, siklik yenonlar (1) va arilaminlarning (2) o'zaro ta'siri natijasida 87-97% unum bilan 1-aril-2-arilamin-5-triflorasetil-1,2,3,4-tetragidropiridinlarni (3) olish yo'lga qo'yilgan. Bunda reaksiyaning davomiyligi tanlangan usulga qarab keng diapazonni tashkil etadi. Ayni vaqtda sintezda 1-butil-3-metilimidazoliy tetraflorboratning [BMIM, BF<sub>4</sub>] qo'llanilishi va jarayonning mikroto'liqinli nurlanish ta'sirida olib borilishi reaksiya davomiyligini 1 minutgacha qisqarishiga olib keladi. Bu jarayon davomida sinergetik effekt mavjudligidan dalolat beradi [8]:



Kimyoviy birikmalarning ionli suyuqliklarda eriy olishi vodorod bog'larining mavjudligiga va moddaning qutbliligiga bog'liq. Ionli suyuqliklar kimyoviy jarayonlarda erituvchi vazifasini o'tashidan tashqari, gazlar bilan ish olib borilganda, ko'mirmi qayta ishlashda, farmasevtik preparatlar ishlab chikarishda, yadro yoqilg'isi va sellulozani qayta ishlashda va boshqa qator maqsadlarda ishlatiladi. Hozirgi vaqtga kelib 1000 ga yaqin ionli suyuqliklar ma'lum, jumladan ularning 300 tasi kommersiya jihatidan sotib olish mumkin bo'lgan mahsulotlardir.

**Xulosa.** Shunday qilib, oxirgi yillarda e'lon qilingan adabiyotlardan foydalangan holda ishlab chiqilgan "yashil kimyo" va uning prinsiplari, "yashil kimyoning" umumiy sintez usullariga bag'ishlangan tahliliy ma'ruza shuni ko'rsatdiki, kimyo fanining rivojlanishi 20-asrning oxirlaridan boshlab hozirgi davrga qadar sifat jihatdan yangi bosqichga ko'tarilgan. Kimyo va biologiya yo'nalishlarida ta'lim olayotgan talabalar ushbu sohada amalga oshirilayotgan tadqiqotlar, erishilgan natija va yutuqlar, ularning xalq xo'jaligining turli sohalariga qay tarzda tatbiq etilayotgani haqida umumiy bilimga ega bo'lishlari davr taqozosidir. Bunday bilimlarga ega bo'lish bo'lajak mutaxassislarining fikr doirasini, bilim saviyasini kengaytiradi, ta'lim sifatini yuqori bosqichlarga ko'taradi.

#### ADABIYOTLAR

1. Díaz-Álvarez A.E., Francos J., Crochet P., Cadierno V. Recent advances in the use of glycerol as Green solvent for synthetic organic chemistry // *Curr. Green Chem.* – 2014. – 1. – P.51–65.
2. Amita Chaudhary, Ankur Dwivedi, Sreedevi. Chapter 28 - Supercritical fluids as green solvents / *Handbook of greener synthesis of nanomaterials and compounds.* - Volume 1: Fundamental Principles and Methods. – 2021. – P.891-916.
3. Wood C.D., Cooper A.I., Desimone J.M. Green synthesis of polymers using supercritical carbon dioxide // *Curr. Opin. Solid State Mater. Sci.* – 8. – P.325–331.
4. Adschiri T., Lee Y.W., Goto M., Takami S. Green chemistry Green materials synthesis with supercritical water // *Green Chem.* – 2011. – 13. - P.1380–1390.
5. Lonkar S.P., Pillai V., Abdala A. Solvent-free synthesis of ZnO-Graphene nanocomposite with superior // *Appl. Surf. Sci.* – 2019. – 465. – P.1107–1113.
6. Reasons Why Supercritical Fluids are Called Green Solvents /
7. <https://www.buffaloextracts.com/knowledge/reasons-why-supercritical-fluids-are-called-green-solvents/>
8. Бурмистр М.В., Свердловская О.С., Бурмистр О.М., Феденко О.А. Современное состояние и основные тенденции развития перспективных ионных жидкостей // *Вестник Удмуртского университета. Физика. Химия.* - 2012. - №1. - С.55–68.
9. Chabakova A.K., Shchetova E.V., Abdurakhmanova N.M. Ionic liquids in organic synthesis // *Advances in current natural sciences.* - 2018. - № 12. – P.216-226.





UDK:664.769

**Gulnoza DJAXANGIROVA,**

Toshkent kimyo-texnologiya instituti oziq-ovqat va parfumeriya-kosmetika mahsulotlari texnologiyasi kafedrasida professori, PhD

E-mail: [djaxangirova77dgz@gmail.com](mailto:djaxangirova77dgz@gmail.com)

**Shohruh BEKMIRZAYEV,**

Toshkent kimyo-texnologiya instituti oziq-ovqat va parfumeriya-kosmetika mahsulotlari texnologiyasi kafedrasida tayanch doktranti.

Toshkent kimyo-texnologiya instituti Yangiyer filiali dotsenti, PhD B.Jumayev taqrizi asosida

## COMPARISON OF GEOMETRICAL PARAMETERS OF BARLEY AND RYE GRAINS FOR OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

Annotation

This article examines the determination and comparison of the geometric parameters of barley (hulled and hull-less) and rye grains to optimize technological processes in the food industry. The length, width, and thickness of the grain samples were measured. Significant differences in geometric parameters were found among the studied crops. Hulled barley has the largest grain volume due to its dense husk. Hull-less barley and rye are characterized by smaller sizes. The geometric parameters of the grain have a significant impact on the efficiency of technological processes. The obtained data can be used to optimize the processes of grain cleaning, sorting, and processing, which allows for an improvement in the quality of the final product.

**Key words:** geometric dimensions, hulled barley, hull-less barley, rye, food industry, technological processes.

## СРАВНЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗЕРЕН ЯЧМЕНЯ И РЖИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация

В данной статье изучены определение и сравнение геометрических параметров зерен ячменя (пленчатого и голозерного) и ржи для оптимизации технологических процессов в пищевой промышленности. Измерены длина, ширина и толщина образцов зерна. Выявлены существенные различия в геометрических параметрах между изучаемыми культурами. Пленчатый ячмень имеет наибольший объем зерна за счет плотной оболочки. Голозерный ячмень и рожь характеризуются меньшими размерами. Геометрические параметры зерна оказывают существенное влияние на эффективность технологических процессов. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации процессов очистки, сортировки и переработки зерна, что позволит повысить качество конечного продукта.

**Ключевые слова:** геометрические размеры, пленчатый ячмень, голозерный ячмень, рожь, пищевая промышленность, технологические процессы.

## TEKNOLOGIK JARAYONLARNI OPTIMALLASHTIRISH UCHUN ARPA VA JAVDAR DONALARINING GEOMETRIK PARAMETRLARINI QIYOSLASH

Аннотация

Ushbu maqolada oziq-ovqat sanoatida texnologik jarayonlarni optimallashtirish uchun arpa (qobiqsiz va qobiqli) va javdar donlarining geometrik parametrlarini aniqlash va taqqoslash o'rganilgan. Don namunalarining uzunligi, eni va qalinligi o'lchandi. O'rganilayotgan ekinlar o'rtasida geometrik parametrlarda sezilarli farqlar aniqlandi. Qobiqli arpa zich qobiqli hisobiga eng katta don hajmiga ega bo'ladi. Qobiqsiz arpa va javdar kichikroq o'lchamda bo'lishi bilan xarakterlanadi. Donning geometrik parametrlari texnologik jarayonlarning samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Olingan ma'lumotlar donni tozalash, saralash va qayta ishlash jarayonlarini optimallashtirish uchun ishlatilishi mumkin, bu esa yakuniy mahsulot sifatini oshirish imkonini beradi.

**Kalit so'zlar:** geometrik o'lchamlar, qobiqli arpa, qobiqsiz arpa javdar, oziq-ovqat sanoati, texnologik jarayonlar.

**Kirish.** Donning uzunligi, kengligi, qalinligi, massasi va hajmi kabi geometrik xususiyatlari oziq-ovqat sanoatida, ayniqsa, don ekinlarini qayta ishlashda ko'plab texnologik jarayonlarni belgilaydigan asosiy ko'rsatkichlar hisoblanadi. Oziq-ovqat mahsulotlari va yem-xashak ishlab chiqarishda keng qo'llaniladigan arpa, shu jumladan qobiqli va qobiqsiz arpa, shuningdek javdar o'ziga xos geometrik xususiyatlarga ega bo'lib, ularni texnologik uskunalarni loyihalash va ishlatishda hisobga olish zarur. Donning xossalari o'rganishga bag'ishlangan ko'plab tadqiqotlar turli texnologik jarayonlar uchun geometrik parametrlarning muhimligini ta'kidlaydi. Shunday qilib, [1, 2] ishlari shuni ko'rsatadiki, turli ekinlar donlarining o'lchamlari va shaklining farqlanishi ularni tozalash va ajratish samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Mualliflar [3] ta'kidlashicha, donning geometrik xususiyatlari maydalash jarayoniga va olinadigan mahsulotning dispersligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi [4, 5] ishlarida donning geometrik parametrlarining solod ishlab chiqarishda unish jarayoniga ta'siri o'rganilgan. Mualliflarning ko'rsatishicha, unib chiqish jarayonida donning geometrik xususiyatlarining o'zgarishi ushbu jarayonning samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Un va yorma sanoati uchun zarur xom ashyoni barqaror ishlab chiqara oladigan arpaning yangi yuqori sifatli navlarini yaratishda eng yaxshi shakllarni aniqlash tizimi muhim ahamiyat kasb etadi. Don sifatini bosqichma-bosqich baholashning qo'llaniladigan tizimi yangi seleksion materialni tavsiflashning ishonchli usullari va ko'rsatkichlarini o'z ichiga oladi [6]. Biroq, ushbu tadqiqotning maqsadi qobiqli arpa, qobiqsiz arpa va javdarning geometrik parametrlarini chuqur tahlil qilish hamda ularning texnologik jarayonlarga ta'sirini baholashdan iborat. Bu parametrlarning donni tozalash va qayta ishlash uskunalari to'g'ri tanlashdagi ahamiyatiga alohida e'tibor qaratiladi. Har bir don turi o'ziga xos xususiyatlari bilan sanoat va agrar sohada muhim rol o'ynaydi.

Qobiqli arpaning asosiy belgisi uning zich qobig'i bilan qoplanganligi hisoblanadi. Ushbu qobiqli donni namlik va zararkunandalardan himoya qiladi va turli xil iqlim sharoitlarida yaxshi saqlanishini ta'minlaydi. Arpaning cho'zinchoq shakli va uchi o'tkirligi, shuningdek, donning o'lchamlari ekish sharoiti va navlariga bog'liq ravishda o'zgarishi aniqlangan [7]. Ammo qobiqli ajratish va qayta ishlash jarayonlarining murakkabligi sababli, qobiqli arpa asosan pivo sanoati va yem sifatida qo'llaniladi [8]. Qobiqsiz arpa texnologik jihatdan yengil qayta ishlanishi bilan ajralib turadi. Qobig'i bo'lmagan sababli bu don tozalash jarayonida energiya sarfini kamaytiradi. Qobiqsiz arpaning shakli yumaloqroq bo'lib, bu uni oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishda keng qo'llashga imkon beradi [9]. Ammo qobiqning yo'qligi donni tashqi ta'sirlarga nisbatan kamroq himoyalaydi va saqlash muddatini qisqartiradi [10]. Shunga qaramay, qobiqsiz arpa parrandachilikda yuqori sifatli yem sifatida ishlatiladi. Arpa bilan birqatorda eng ko'p ekiladigan boshqoqli don ekinlaridan biri bo'lib javdar doni shakli cho'zinchoq va to'q rangda, qobig'ining zichligi bu donni tashqi omillarga nisbatan chidamli qiladi [11]. U asosan non va unli qandolat mahsulotlari ishlab chiqarishda ishlatiladi, chunki tarkibidagi uglevodlar va ozuqaviy tolalar ushbu mahsulotlarga shakl va ta'm beradi. Javdar doni sovuqqa chidamligi bilan ham ajralib turadi, bu esa uni qishloq xo'jaligida muhim ekinlardan biriga aylantiradi [7].

Ushbu tadqiqotning dolzarbligi shundaki don mahsulotlari ishlab chiqarish sifati va samaradorligiga qo'yiladigan talablarning ortib borishi bilan belgilanadi. Donning geometrik parametrlari va texnologik jarayonlar o'rtasidagi bog'liqlikni tushunish ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish, xomashyo yo'qotilishini kamaytirish va yakuniy mahsulot sifatini oshirish imkonini beradi.

**Materiallar va usullar:** Tadqiqotning maqsadi arpa (qobiqsiz va qobiqli) va javdar donlarining geometrik parametrlarini aniqlash va taqqoslashdan iborat. Buning uchun Toshkent kimyo-texnologiya instituti "Oziq-ovqat va parfyumeriya-kosmetika mahsulotlari texnologiyasi kafedrası" laboratoriyasida tajriba sinovlarini o'tkazdik.

Tadqiqot obyekti sifatida Arpa (qobiqli va qobiqsiz) va javdar donlari olindi (1-rasm-b). Don namunalari aralashmalardan tozalandi va har bir don turidan 100 tadan don tanlandi. Don namunalari tahlil qilishda raqamli shtangensirkul va laboratoriya tahlil taxtasidan foydalanildi. O'lchash metodikasida esa har bir don ketma-ket uchta parametr bo'yicha o'lchandi: uzunligi, kengligi va qalinligi. O'lchashlar tahlil taxtasida raqamli shtangensirkul (1-rasm-a) yordamida amalga oshirildi.



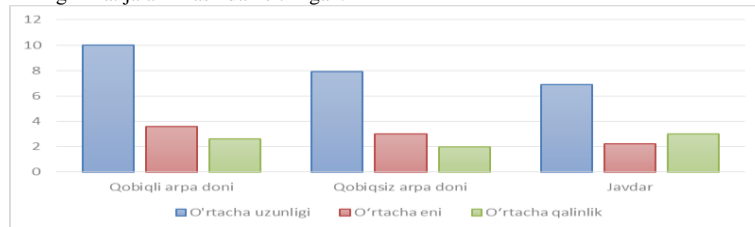
raqamli shtangensirkul



qobiqli arpa, qobiqsiz arpa, javdar

1-rasm. Don tahlilida qo'llaniladigan vosita hamda material.

**Natijalar va muhokama.** Olingan natijalar qobiqli arpa, qobiq'siz arpa va javdar donlarining geometrik parametrlarida sezilarli farqlarni ko'rsatadi. Uzunligi: Qobiqli arpa donlari eng katta o'rtacha uzunlikka ega bo'ldi (10,0 mm), undan keyin javdar (6,9 mm) va qobiqsiz arpa donlari (7,9 mm) kuzatildi. Kenglik: Eng katta o'rtacha kenglikka qobiq bilan qoplangan arpa donlari (3,6 mm), undan keyin qobiqsiz arpa donlari (3,0 mm) va javdar donlari (2,2 mm) ega bo'ldi. Qalinligi: Eng qalinlari qobiq bilan qoplangan (2,6 mm) arpa donlari, keyin javdar (2,3 mm) va qobiqsiz arpa (2,0 mm) donlari bo'ldi. Olingan natijalar 2-rasmida keltirilgan.



2- rasm. Donlarning geometrik o'lchamlarining o'rtacha parametrlari.

Olib borilgan tadqiqotlar qobiqli arpa, qobiq'siz arpa va javdar donlarining geometrik parametrlarini aniqlash va taqqoslash imkonini berdi. Donni qayta ishlash korxonalarida don tozalash bo'limida donlarning o'lcham, shakl va zichligidagi farqlar ularni begona o'tlar, tuproq, toshlar va boshqa yod aralashmalardan samarali ajratib olish imkonini beradi. Buning uchun turli xil elaklar, havo ajratkichlar, triyerlar va boshqa tozalash qurilmalaridan foydalaniladi. Bugungi kunda qoida va normativlar asosida qobiqli arpa doni va javdar doni uchun texnologik sxemalar tuzilgan bo'lsada lekin qobiqsiz arpa donlariga biron bir normativ texnologik sxemalar ishlab chiqilmagan. Biz yuqoridagi bajarilgan tahlillar ma'lumotlari asosida quyida qobiqsiz arpa donlarni qayta ishlashda ishlatilishi mumkin bo'lgan texnologik sxemani tavsiya etishimiz mumkin. Avvalambor donni qayta ishlash uchun uskunalarini loyihalashda va olingan ma'lumotlar quyidagi texnologik jarayonlarga uchun ishlatilishi mumkin.

Elaklar donni o'lchamiga ko'ra ajratish uchun qo'llaniladi. Har bir don turi uchun mos teshikli elaklar tanlanishi lozim. Elakning samaradorligi don va aralashmalar o'lchamlari orasidagi farqqa bog'liq. Havo ajratkichlari dondan yengil aralashmalarni ajratib olish uchun ishlatiladi. Havo ajratkichlarining ish samaradorligi donning zichligi va shakliga bog'liq. Triyerlar donni turli shakldagi begona aralashmalardan ajratish uchun qo'llaniladi. Triyerlarning ish samaradorligi don va aralashmalarining shakli hamda o'lchamlariga bog'liq. Qobiqli arpa uchun donning po'stlog'ini olib tashlaydigan maxsus po'stloq ajratish mashinalari ishlatiladi. Bu mashinalarning samaradorligi po'stloqning qalinligi va mustahkamligiga bog'liq. [12]

O'tkazilgan tajribalarimizda donlar o'lchami turli xil daraja o'zgarganini quyidagi 1-jadval orqali ko'rishimiz mumkin.

Bunday don o'lchamlaridagi farqlar ko'plab genetik va tashqi omillar bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Har bir nav donning o'lchami, shakli va boshqa xususiyatlarini belgilaydigan o'ziga xos genetik xususiyatlarga ega. Hatto bir nav doirasida ham tabiiy genetik o'zgaruvchanlik tufayli don o'lchamlarida farqlar kuzatilishi mumkin. Duragay navlar ko'pincha boshlang'ich liniyalarga nisbatan bir xil va yirikroq donlarni namoyon etadi. Harorat, namlik, yog'ingarchilik miqdori va yorug'lik rejimi o'simliklarning o'sishi va rivojlanishiga, jumladan, don hajmiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Donlarning geometrik o'lchamlarining o'zgarish parametrlari.

Don turi	uzunligi (mm)	eni (mm)	qalinlik (mm)
Qobiqli arpa doni	8,7-11,2	3,4-4,0	2,1-2,9
Qobiqsiz arpa doni	6,8-9,1	2,6-3,5	1,8-2,4
Javdar	6,0-8,3	1,8-2,7	1,9-2,5

1-jadval

Tuproq turi, uning unumdorligi, pH darajasi va oziq moddalarning mavjudligi donning o'lchami va sifatiga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir qiladi [13]. Oziq moddalarning yetishmasligi yoki ortiqchaligi donning rivojlanishida chetlanishlarga olib kelishi mumkin. O'simliklarning zararkunandalar va kasalliklar bilan zararlanishi donning hajmi va sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Haddan tashqari zich ekish donning maydalanishiga olib kelishi mumkin. Erta yoki kech ekish muddatlari o'sish davrining davomiyligiga va shunga mos ravishda don hajmiga ta'sir qilishi mumkin. Sug'orish tartibi hosilni shakllantirishda muhim ahamiyatga ega. Namlikning yetishmasligi yoki ortiqchaligi don o'lchamlarining kichrayishiga olib kelishi mumkin. Noto'g'ri quritish don sifatining yomonlashishiga, shu jumladan uning o'lchamlarining kichrayishiga olib kelishi mumkin. Saqlash shartlariga rioya qilmaslik namlikning yo'qolishiga va donning qurib qolishiga olib kelishi mumkin. Yetilishning turli davrlarida yig'ilgan donlar o'lchamiga ko'ra farqlanishi mumkin. Boshqadagi donning joylashuvi boshqonqning yuqori yoki pastki qismida joylashgan donlar o'lchami jihatidan farq qilishi mumkin.

Don geometrik parametrlari yakuniy mahsulot sifatiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi. Misol uchun, bir xil bo'lmagan geometrik parametrlarga ega bo'lgan dondan un ishlab chiqarilganda, olingan un mahsulotida bir xil bo'lmagan tarkib va sifatga ega bo'lishiga olib keladi. Bu esa non-bulka va unli qanolat mahsulotlari sifatining pasayishiga olib kelishi mumkin.

**Xulosa va takliflar.** Donning geometrik parametrlari tozalash, saralash, maydalash va boshqa texnologik jarayonlarning samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Donning geometrik xususiyatlarini bilish uskunaning ishlashini optimallashtirish va xomashyo yo'qotilishini kamaytirish imkonini beradi. Olingan natijalardan donni qayta ishlashning yangi texnologik sxemalarini ishlab chiqishda foydalanish mumkin. Donning geometrik parametrlari va uning texnologik xususiyatlari o'rtasidagi bog'liqlikni yanada chuqurroq tushunish uchun keyingi tadqiqotlar zarur. Texnologik jihozlarni loyihalash va optimallashtirishda olingan ma'lumotlar donni tozalash, saralash va qayta ishlash uchun yanada samarali mashinalarni yaratish imkonini beradi.

#### ADABIYOTLAR

1. Иванов, А.И., Петров, В.В. Влияние геометрических параметров зерна на эффективность его очистки. Зерно и мука, 2018. 4, 25-28.
2. Смирнова, Е.А. Корреляционный анализ геометрических параметров зерна и его технологических свойств. Вестник аграрной науки, 2017, 3, 112-115.
3. Петров, В.В., Сидоров, А.М. Влияние размера и формы зерна на процесс его измельчения. Пищевая промышленность, 2, 2016, 35-38.
4. Козлов, Н.А., Петрова, О.В. Влияние геометрических параметров зерна ячменя на процесс солодоращения. Солодовенческая промышленность, 1, 2015, 22-25.
5. Иванова, Т.И. Корреляция между геометрическими параметрами зерна и его качеством при производстве солода. Пивоварение и солодовенное производство, 4, 2014, 18-21.
6. Колмаков Ю.В., Зелова Л.А., Пахотина И.В. Результаты системной поэтапной оценки селекционного материала пшеницы на качество зерна // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. -2004. - № 3. - С. 48-50.
7. Clark, H., & Wilson, J. (2019). Rye in Modern Agriculture: Uses and Benefits. New York: Agricultural Press.
8. Ivanov, A. Barley Varieties and Their Role in Brewing Industry. Moscow: Agronomy Publishing. 2020.
9. Jones, L., Smith, R., & Taylor, P. Cereal Grains: Processing and Applications. London: Food Science Journals. 2018.
10. Miller, D. Grain Storage and Quality Control Techniques. Toronto: Agricultural Technologies. 2017.
11. Petrov, S. Winter Crops and Cold Resistance: A Study of Rye and Barley. St. Petersburg: 2021.
12. M.P Tursunxodjayev, D.A Gafurova. Yormabop donlardan tayyorlangan mahsulotlar texnologiyasi. -T.: "Fan va texnologiya", 2011, 208 bet.
13. Djaxangirova G.Z, Bekmirzayev Sh.I. O'zbekistonda funksional un ishlab chiqarishning bugungi kundagi ahamiyati. Journal of Food Science Volume 2, Issue 3, march 2024 , bet-68-70.



UDK: 543.42

*Lolaxon YETTIBAYEVA,*  
Guliston davlat universiteti dotsenti  
E-mail: lola1981a@mail.ru  
*Ug'lay ABDURAXMANOVA,*  
Guliston davlat universiteti professori  
*Alimjon MATCHANOV,*  
Guliston davlat universiteti professori  
*Abduaziz ERGASHEV,*  
Guliston davlat universiteti tayanch doktoranti  
*Sarvinoz ERGASHVA,*  
Guliston davlat universiteti talabasi  
*Muxlisa TURDIBEKOVA,*  
Guliston davlat universiteti talabasi

Termiz davlat universiteti dotsenti Y. Geldiyev taqrizi asosida

### SPECTROSCOPIC METHODS FOR STUDYING THE STRUCTURE OF NEW COMPOUNDS DERIVED FROM MENTHOL AND CERTAIN AMINO ACIDS

Annotation

This article describes the synthesis conditions of new compounds of menthol with certain amino acids. The physical and chemical constants of the obtained compounds are presented. The results show that the new compounds differ in appearance, physical state, and melting points.

**Key words:** menthol, serine, proline, leucine, physicochemical constants, IR spectrum, phenylalanine.

### СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ НОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕНТОЛА С НЕКОТОРЫМИ АМИНОКИСЛОТАМИ

Аннотация

В данной статье описаны условия синтеза новых соединений ментола с некоторыми аминокислотами. Приведены физико-химические константы полученных новых соединений. Результаты показывают, что новые соединения различаются по внешнему виду, агрегатному состоянию и температуре плавления.

**Ключевые слова:** ментол, серин, пролин, лейцин, физико-химические константы, ИК-спектр, фенилаланин.

### MENTHOL VA AYRIM AMINOKISLOTALARDAN OLINGAN YANGI BIRIKMALARNING TUZILISHINI TADQIQ QILISHNING SPEKTROSKOPIK USULLARI

Аннотация

Ushbu maqolada mentolning ba'zi bir aminokislotalar bilan yangi hosilalarini sintez qilish sharoitlari, olingan yangi birikmalarning fizik kimyoviy konstantalari keltirilgan. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki yangi birikmalar tashqi ko'rinishi, agregat holatlari va suyuqlanish temperaturalari bilan farq qiladi.

**Kalit so'zlar:** Menthol, serin, prolin, lezin, fizik kimyoviy konstantalari, IQ spektri, fenilalanin

**Kirish.** Hozirgi kunda dorivor o'simliklardan tabiiy biologik faol moddalarni ajratish va muqobil davolash usullarida tabiiy mahsulotlardan, ayniqsa o'simliklardan olingan mahsulotlardan foydalanish o'z ahamiyatini oshirib bormoqda. An'anaviy dori vositalarining samarasizligi, sintetik dori vositalaridan noto'g'ri foydalanish, nojo'ya ta'sirlar va toksiklik bilan bog'liq muammolar o'simlikka asoslangan dori-darmonlarga qiziqishni keltirib chiqarmoqda, dorivor o'simliklarning tarkibini o'rganish, tabiiy biologik faol moddalarning birikmalarini olish, hossalarni o'rganish, tibbiyotda ishlatish, yangi birikmalarini olish va qo'llashga bo'lgan qiziqish kundan kunga ortib bormoqda. Shu maqsadda yalpi o'simlik tarkibida ko'p uchraydigan mentol moddasining yangi birikmalarini olish biologik faolligini, tuzilishini tadqiq qilish bizning tadqiqotimizning asosini tashkil qiladi.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** O'simliklar sanoat rivojlanishi va organik kimyo sanoatidagi bir qancha ixtirolardan keyin ham farmatsevtikaning eng asosiy manbai bo'lib qolmoqda. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti ma'lumotlariga ko'ra, an'anaviy tibbiyot va davolash usullaridan dunyo bo'ylab insonlar salomatligini yaxshilashda 80 foizi foydalanadi [1]. Hozirgi vaqtda butun dunyo bo'ylab beriladigan dorilarning tabiiy resurslari taxminan 25% ni tashkil qiladi. JSSST tadqiqotiga ko'ra, ulardan 11% faqat o'simlik manbalaridan, katta qismi esa tabiiy o'simliklardan tayyorlangan sintetik dorilardir. Tabiiy kimyoviy moddalar tabiiy holda innovatsion farmatsevtika mahsulotlarini oqilona loyihalash va rivojlantirish, ilgari ochilmagan dorivor xususiyatlarni aniqlashga yordam beradi [2]. So'nggi paytlarda dorivor maqsadlarda va muqobil davolash usullarida tabiiy mahsulotlardan, ayniqsa o'simliklardan olingan mahsulotlardan foydalanish o'z ahamiyatini ko'rsatdi. An'anaviy dori vositalarining samarasizligi, sintetik dori vositalaridan noto'g'ri foydalanish, nojo'ya ta'sirlar va toksiklik bilan bog'liq muammolar o'simlikka asoslangan dori-darmonlarga qiziqishni keltirib chiqardi [3].

An'anaviy yangi dori vositalarini ishlab chiqish nisbatan tejamkor, ayrim jarayonlar xavfli jarayon bo'lib, maqsad tanlash va tekshirish, zararli birikmalarni qidirish va optimallashtirishni o'z ichiga oladi [4]. Bundan tashqari, klinik tadqiqotlardagi yuqori muvaffaqiyatsizlik darajasi ko'pincha dori samaradorligini pastligi, bog'lanish mustahkamligini pastligi, maqsaddan tashqari ta'sirlar yoki barqarorlik yoki eruvchanlik kabi fizik-kimyoviy xususiyatlar, shuningdek, yuqori toksiklik va dori farmakokinetikasi kabi omillar bilan bog'liq [5]. Dori xavfsizligini, shu jumladan salbiy ta'sirlarni va toksiklikni baholash uchun odatda in vivo va in vitro usullari qo'llanilgan, ammo bu usullar ko'p vaqt talab qiladigan, mehnat talab qiladigan iqtisodiy samarasi qimmatligi ham muammo bo'lib qolmoqda [6]. Natijalar, aniqlik, samaradorlik va xarajat cheklovlari tufayli tez va arzon, aniq maqsadni aniqlash va bashorat qilish usullarini ishlab chiqish strategiyalariga ko'proq e'tibor qaratilmoqda, bu esa dori vositalarini topish jarayonida tez-tez qo'llaniladigan hisoblash texnikasining rivojlanishiga olib keldi. [7].

Yangi dori sintetik, yarim sintetik, o'simlik manbalaridan olingan yoki qayta ishlab chiqarilgan dori vositalari bo'lishi mumkin. Agar struktura mavjud bo'lsa, strukturaga asoslangan virtual skrining va molekulyar o'rnatish mumkin. Maqsad yoki biologik ob'ekt sifatida tavsiflangan asosiy terapevtik maqsadlarni topish, odatda, kasallik fenotiplarini o'zgartirishi mumkin bo'lgan oqsil, dori ishlab chiqish jarayonining birinchi va eng muhim bosqichidir [8]. Joriy tadqiqotning maqsadi: mentolning yangi birikmalar yaratish, olingan birikmaning fizik kimyoviy hossalarni

o'rganish, tuzilish strukturasi tahlil qilish, hamda biologik faolligini o'rganishdan iborat. Menthol parfyumeriya va kosmetika sohasida kimyoviy birikma sifatida keng qo'llaniladi va yoqimli hid va sovutish ta'siri tufayli farmatsevtika yordamchi, oziq-ovqat qo'shimchalari va tamaki aromati sifatida xizmat qiladi [9]. Murakkab tabiiy yalpiz moyidan enantiopur L-mentol sifatida ajratiladi yoki assimetrik sintez yoki Haarmann-Reimer jarayoni yordamida ishlab chiqariladi. Har qanday ishlab chiqarish usullarida distillash, ekstraksiya yoki kristallanish orqali ko'p komponentli tizimlardan izolyatsiya qilish zaruriy bosqichdir [10].

Menthol yalpiz yoki boshqa yalpiz moylaridan ajratilgan. Kimyoviy jihatdan mentol o'simlikdan olingan siklik monoterpen spirtidir. Odatda og'iz bo'shlig'i gigienasi uchun pestitsidlar, kosmetika, farmatsevtika, qandolat mahsulotlari va xushbo'ylashtiruvchi vosita sifatida ishlatiladi [11]. Antioksidant, yallig'lanishga qarshi va og'riq qoldiruvchi ta'sirga ega [12]. Dorivor xususiyatlari yalpiz turlarida fenolik kimyoviy moddalar mavjudligi bilan bog'liq [12].

Ushbu nuqtai nazardan, ko'pgina tadqiqotlarning natijalariga asoslanib, biz aminokislotalar bilan mentolning bir nechta yangi hosilalarini sintez qildik. Mentolning gidroksil guruhi birlamchi spirtlar kabi aminokislotalarning karboksil guruhi bilan tasirlashib murakkab eflarni hosil qiladi.

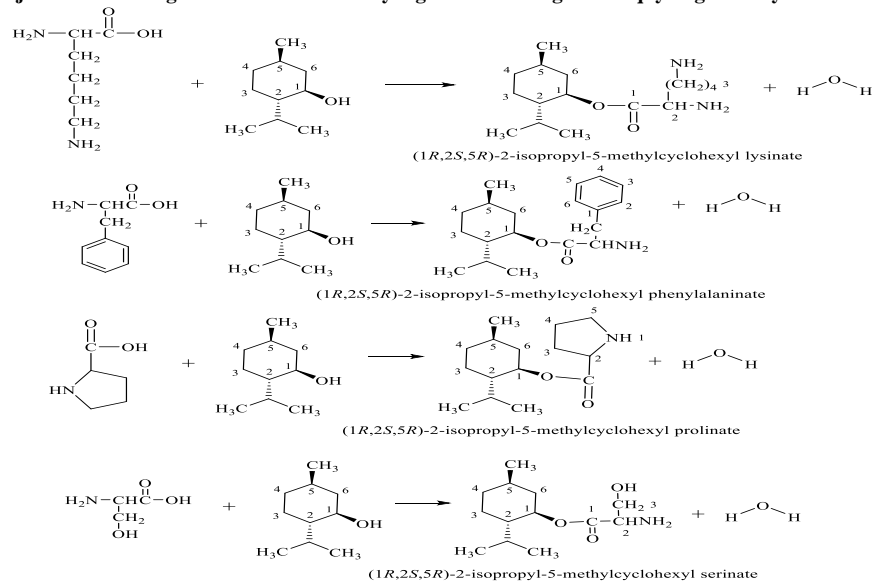
**Tadqiqot metodologiyasi.** Mentoldan 0.013 mol olinib 0,5ml metanol erituvchisida eritiladi. 30 minut aralastiriladi, aminokislotalardan 0.01 mol olinib 7ml HCl (kons)da yaxshilab eritiladi. Ikkalasi xam erib bo'lgandan keyin bir idishga quyib olinadi. Olingan aralashma 35-40 °C haroratda 5-6 soat davomida aralastirish yordamida mentolning birikmalarini olinadi.

Menthol va aminokislotalardan olingan yangi birikmalarni o'rganishda ularning kimyoviy tuzilmasini tahlil qilish nihoyatda muhim. Tuzilmani aniqlash va har bir elementni to'g'ri identifikatsiya qilish uchun zamonaviy analitik usullar keng qo'llaniladi. Asosan, biz olingan birikmalarning fizik xossalari hamda dastlabki tuzilishini identifikatsiya qilishda massa spektrometriyasi (MS), infraqizil spektroskopiya (IR), va yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) kabi usullardan foydalandik. Infraqizil spektroskopiya (IR), va yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) kabi usullar ushbu birikmalarni o'rganishda va tahlil qilishda muhim rol o'ynaydi. Infraqizil spektroskopiya yordamida birikmada mavjud funksional guruhlarni aniqlanadi. Mentolning fenolik gidroksil guruhi va aminokislotalardan olingan boshqa guruhlarning mavjudligi IR spektrlari orqali tasdiqlanadi.

Menthol va aminokislotalardan olingan birikmalarni tozalash va ajratish uchun yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi qo'llanildi. HPLC yordamida birikmalar tarkibi tozalangan holda analizlandi, bu esa keyinchalik NMR va MS kabi usullar bilan birikma tuzilmasini yanada chuqurroq o'rganishga imkon beradi.

Ushbu tahlil usullari menthol va aminokislotalardan olingan yangi birikmalarning tuzilishini batafsil o'rganishga yordam beradi, bu esa ularning dori vositalari sifatida samaradorligi va xavfsizligini baholashda asosiy ahamiyatga ega.

**Tahlil va natijalar. Mentolning aminokislotalar bilan yangi hosilalarining sintezi quyidagi reaksiya sxemasi bilan olib borildi:**



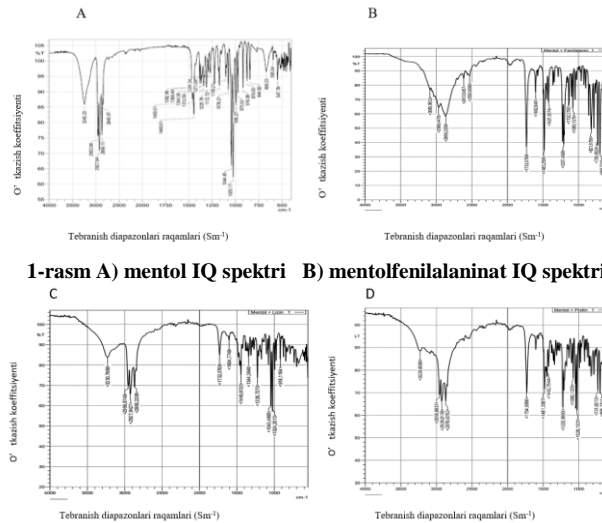
**Mentolning ba'zi bir aminokislotalar bilan yangi hosilalarini fizik kimyoviy konstantalari**  
I-jadval

№	Moddalar	Brutto formulasi, Mr	T. suyuq °C	R <sub>f</sub> <sup>*</sup> (sistema)	Eruvchanligi	Unum%
1.	Mentol (M)	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O 156	42±2	0,3	Etanol, Aseton Dioksan, Piridin	84,6
2	Mentolprolinat	C <sub>16</sub> H <sub>27</sub> NO <sub>3</sub> 281,39	50±2	0,35	Etanol, Geksan, Etilasetat, Xloroform, Benzol	75,2
3	Mentol serinate	C <sub>13</sub> H <sub>23</sub> NO <sub>3</sub> 241,33	44±2	0,4	Etanol, Xloroform, Benzol	77,9
4	Mentol lesinat	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 300,44	55±2	0,35	Geksan, Etilasetat, Xloroform, Benzol, Etanol	80,2

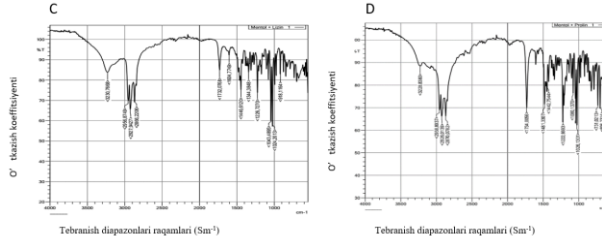
Yangi sintez qilingan mentolning aminokislotalar bilan hosilalarining IQ spektrida karbonil guruhlarning C=O guruhining valent tebranishlari 1730-1710 cm<sup>-1</sup> sohada kuzatilsa, mentolning -OH guruhlarning valent tebranishlari 3500-3250 cm<sup>-1</sup> sohada kuzatiladi va gidroksil guruhlarning asetil guruhlarga almashinib borishi natijasida ularga tegishli bo'lgan tebranishlar chastotasi so'nib borishi bilan izohlanadi.

Olingan murakkab eflarning fizik kimyoviy konstantalari aniqlandi, ularning tuzilishi IQ spektrlarini dastlabki moddalar spektri bilan taqqoslash yo'li bilan tasdiqlandi.





1-rasm A) mentol IQ spektri B) mentolfenilalaninat IQ spektri



2-rasm C) Mentollesinat IQ spektri D) Mentolprolinat IQ spektri

1 rasmda keltirilgan mentholning IQ (infraqizil) spektridan ko'rishimiz mumkinki, menthol molekulasining tuzilishi o'ziga xos bir qancha asosiy piklari bilan ajralib turadi. Mentholning kimyoviy formulasi  $C_{10}H_{20}O$  bo'lib, u tsiklik terpene spirti hisoblanadi. O-H guruhi  $3300-3500\text{ sm}^{-1}$  atrofida keng cho'qqi mavjud, bu spirtlardagi gidroksil (O-H) guruhiga xosligini ko'rsatadi.

IQ spektrida C-H guruh  $2800-3000\text{ sm}^{-1}$  oraligida metil ( $CH_3$ ), metilen ( $CH_2$ ) va metin ( $CH$ ) guruhlarining C-H cho'zilish tebraniishlari tufayli bir nechta aniq cho'qqilar kuzatiladi. C-O guruh  $1000-1300\text{ sm}^{-1}$  oraligida C-O cho'zilish tebraniishi mavjud bo'lib, bu spirtlar uchun xosdir. Egilish Tebraniishlari esa  $1300-1500\text{ sm}^{-1}$  oraligida  $CH_3$  va  $CH_2$  guruhlarining egilish tebraniishlari ko'rish mumkin.

Mentol va lezin birikmasining IR (infraqizil) (2 rasmda) spektroskopiyasi analizi ikki komponent orasidagi kimyoviy bog'lanishlar va funksional guruhlarining xususiyatlarini ko'rsatadi. Mentolning asosiy funksional guruhi -OH (gidroksil) bo'lib, u IR spektrda  $3300-3500\text{ sm}^{-1}$  oraligida teskari cho'qqiga ega bo'ladi. Lezin spektrida o'zining -COOH (karboksil) va -NH<sub>2</sub> (amin) guruhlarini tufayli sezilarli absorbsion cho'qqilar ko'rsatadi.

Murakkab efirlarning IQ spektrida  $3245\text{ sm}^{-1}$  sohada -OH tebraniish chastotasi kuzatilmaydi, bu o'z navbatida mentolning gidroksil guruhi bilan amino kislotalar o'rtasida murakkab efirlarlar hosil bo'lganligini ko'rsatadi.

$1726\text{ sm}^{-1}$  sohada funksional guruhlarning tebraniishi sohasida -C=O (karbonil) guruhi valent tebraniishlari kuzatilishini yana bir bor adabiyotlarga tayangan holda efir bog'i hosil bo'lganligini isbotlaydi.

**Xulosa va takliflar.** Olingan yangi birikmalarning fizik konstantalari aniqlandi, IQ va Mass spektrlari aniqlandi. Murakkab efirlarning IQ spektrida  $3245\text{ sm}^{-1}$  sohada -OH tebraniish chastotasi kuzatilmaydi, bu o'z navbatida mentolning gidroksil guruhi bilan amino kislotalar o'rtasida murakkab efirlar hosil bo'lganligini ko'rsatadi. Kelgusi ishlarimizda olingan yangi birikmalarning tuzilishini aniqlashda YAMR va rengen strukur analiz usullari hamda biologik faolligi aniqlash ustida tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

#### ADABIYOTLAR

1. World Health Organization. Summary of WHO guidelines for the assessment of herbal medicines. Herbal Gram. 1993; 28:13-14.
2. Hamburger M, Hostettmann K. Bioactivity in plants: the link between phytochemistry and medicine. Phytochemistry. 1991 Jan 1; 30(12): 3864-74.
3. Rates SM. Plants as a source of drugs. Toxicol. 2001 May 1; 39(5): 603-13.
4. Tang Y, Zhu W, Chen K, Jiang H. New technologies in computer-aided drug design: Toward target identification and new chemical entity discovery. Drug Discovery Today: Technologies. 2006 Sep 1; 3(3): 307-13.
5. Shaker B, Ahmad S, Lee J, Jung C, Na D. In silico methods and tools for drug discovery. Computers in Biology and Medicine. 2021 Oct 1; 137: 104851.
6. Mishra KP, Ganju L, Sairam M, Banerjee PK, Sawhney RC. A review of high throughput technology for the screening of natural products. Biomedicine & Pharmacotherapy. 2008 Feb 1; 62(2): 94-8.
7. Chang Y, Hawkins BA, Du JJ, Groundwater PW, Hibbs DE, Lai F. A Guide to In Silico Drug Design. Pharmaceutics. 2023 Jan;15(1): 49.
8. Katsila T, Spyroulias GA, Patrinos GP, Matsoukas MT. Computational approaches in target identification and drug discovery. Computational and Structural Biotechnology Journal. 2016 Jan 1; 14: 177-84.
9. M.B. King, H. Al-Najjar, Chem. Eng. Sci. 29 (1974) 1003-1011.
10. M.B. King, Transactions of the Institution of Chemical Engineers 54 (1976) 54-60.
11. Sahoo MR, Marakanam SU, Varier RR. Development and Evaluation of Essential Oil-based Lozenges using Menthol and Eucalyptus and in vitro Evaluation of their Antimicrobial activity in *S. aureus* and *E. coli*. Research Journal of Pharmacy and Technology. 2022; 15(11): 5283-8.
12. Oz M, El Nebrisi EG, Yang KH, Howarth FC, Al Kury LT. Cellular and molecular targets of menthol actions. Frontiers in Pharmacology. 2017; 8: 472.



UDK: 546.738

**Farhod JO'RAYEV,**  
Toshkent tibbiyot akademiyasi akademik litseyi kimyo fani katta o'qituvchisi  
E-mail: farhodjurayev0@gmail.com

**Rustamjon MIRZAXMEDOV,**  
Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali dotsenti, PhD  
**Zulayxo SMANOVA,**  
O'zbekiston Milliy universiteti professori, k.f.d.

Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali dotsenti, k.f.n T.Jumaqulov taqrizi asosida

#### DETERMINATION OF COBALT (II) ION FROM THE COMPOSITION OF THE INDUSTRIAL CAKE OF THE ALMALYK MMC JSC ENTERPRISE USING ORGANIC REAGENTS

Annotation

2-nitroso-1-naphthol was selected as an organic analytical reagent for the content of cobalt ions in the wastewater of industrial and environmental facilities of Almalyksky KMK JSC. It has been shown that 2-Nitroso-1-naphthol immobilizes an organic reagent on various fibrous carriers, detecting cobalt ions, as well as an express detection method.

**Key words:** Cobalt ion, 2-Nitroso-1-naphthol, analytical reagent, immobilization, sorption photometric detection.

#### «OLMALIQ KMK» AJ KORXONASI SANOAT KEKI TARKIBIDAN KOBALT (II) IONINI ORGANIK REAGENTLAR YORDAMIDA ANIQLASH

Annotatsiya

«Olmaliq KMK» AJ ning sanoat va atrof-muhit obyektlaridagi oqava chiqindi texnologik suvlari tarkibidagi kobalt ionlari uchun 2-nitrozo-1-naftol organik analitik reagent sifatida tanlab olindi. 2-nitrozo-1-naftol organik reagentni xar xil tolali tashuvchilarga immobililashi, kobalt ionlarini aniqlash, bundan tashqari aniqlashni ekspress usuli ko'rsatib o'tilgan.

**Калит сўзлар:** кобальт ионини, 2-нитрозо-1-нафтол, аналитик реагент, иммобилилаш, сорбцион-фотометрик аниқлаш.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНА КОБАЛЬТА (II) ИЗ СОСТАВА ПРОМЫШЛЕННОГО КЕКА ПРЕДПРИЯТИЯ АО «АЛМАЛЫКСКИЙ ГМК» С ПОМОЩЬЮ ОРГАНИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ

Аннотация

Для содержания ионов кобальта в сточных технологических водах промышленных и экологических объектов «АО Алмалыкский» КМК в качестве органического аналитического реагента выбран 2-нитрозо-1-нафтол. Показано, что 2-Нитрозо-1-нафтол иммобилизует органический реагент на различные волокнистые носители, обнаруживая ионы кобальта, а также экспресс-метод обнаружения.

**Ключевые слова:** Ион кобальта, 2-нитрозо-1-нафтол, аналитический реагент, иммобилизация, сорбционно-фотометрическое обнаружение.

**Kirish.** Xozirgi kunda d-gurux metallarni aniqlashda asosiy zamonaviy fizik-kimyoviy usullardan biri bo'lgan sorbsion-fotometrik usullar keng qullaniladi. Lekin xar doim xam spektrofotometrik usul bilan aniqlash imkoniyati bo'lmaydi, chunki ko'p qo'shimcha operatsiyalar, begona ionlarni halaqit berishi, ularni ajratib olish va boshqa tayyorgarlik ishlari masalasi yechimga ega emas. Shuning uchun yangi ekspress, sezgir, tanlab ta'sir etuvchan usullarni yaratish dolzarb muammolardan biri.

Respublikada d-gurux metallarni ajratib olishning yangicha usullari jumladan: sintetik sorbentlar va organik reagentlarga d-gurux metallarning ionlarini kompleks xolatda olishni takomillashtirish va joriy qilish bo'yicha bir qator usulla va muayyan natijalarga erishilib kelmoqda.

Kobaltni spektrofotometrik metod bilan aniqlash usuli ishlab chiqilgan va bu usulda setiltrimetilammoniy bromidi (CTAB) kuchli binafsha rangli xelat hosil qilish uchun maksimal nur singdirishni namoyish etadi 586 nm da pH=3. Bu tadqiqot natijalari Ber qonuniga bo'ysunishi aniqlangan [1].

Ushbu ishda [2] kobalt (II) ionini spektrofotometrik aniqlash uchun oddiy va tezkor usul o'rnatilgan (sodium-1-nitroso-2-hydroxynaphthalene-3,6-disulfonate) (natriy-1-nitrozo-2-gidroksi naftalin-3,6-disulfonat) kompleksini sorbsiyalash usuli haqida ma'lumot keltirilgan. Eritmadagi adsorbsiya mexanizmini ro'yobga chiqarish uchun 5 metanol ml. 1 ml dan keyin 1.0 mol dm<sup>3</sup> nitrat kislota qo'shildi, absorbans chiqindi suv spektrofotometr bilan o'lchandi 550 nm dan ortiq selektivligi Sr=0,3 koyeffitsiyenti laboratoriya tajribalari haqida ma'lumotlari va jarayonning muvozanatini kuzatish uchun bir qancha ishlari keltirilgan.

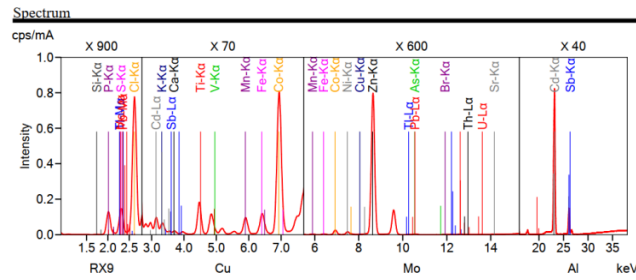
[3] adabiyotda tabiiy va sanoat materiallari tarkibida kobalt (II) ioning miqdori 10<sup>-7</sup> dan 10 % gacha uchrashi va analiz qiluvchi obyektiga qarab titrimetrik, elektrometrik, spektrofotometrik, spektro-fluoretsent, rentgenospektr, radioaktivatsion, mass-spektral va boshqa metodlardan foydalanilgan.

Ushbu tadqiqotda kobalt (II) ionining adsorbsion harakati tabiiy adsorbentlar yordamida o'rganilgan. Tayyorlangan sorbent skanerlovchi elektron mikroskop bilan tavsiflandi. Adsorbsion tajribalar o'tkazildi aloqa vaqti, metall kabi bir nechta shartlarni o'zgartirish orqali kinetik va muvozanat holatini baholash uchun ion konsentratsiyasi va pH parametrlari aniqlangan. Eksperimental ma'lumotlar shuni ko'rsatdiki, reaksiya vaqtida 60 min, metall ion konsentratsiyasi 50 mg/l va pH=6 muhitda, kobalt (II) ionining konsentratsiyasi 1 mg/l ga, Sr=0,03-0,05 ga tengligi keltirib o'tilgan [4].

Mualliflar [5] tadqiqotda benzolda erigan trikaprilmetilammonium tiosiyonat kuchli suyuq ion almashinuvchi bo'lib, bir muvozanatda ko'k kobalt (II) tiosiyonat kompleksini to'liq ajratib oladi. Tamponlangan ekstraktsiya eritmasi, pH=8, tarkibida temir ionining aralashuvini to'liq niqoblaydigan natriy sitrat mavjud. Natriy tiosiyonat, natriy sitrat va natriy tiosulfatni o'z ichiga olgan buferlanmagan eritmasi bir muvozanatda kobalt va nikelli ionlarini butunlay yo'q qiladi.

Muallif [6] tomonidan markaziy analitik laboratoriyada olingan namunalarda va ajratilgan sulfidlarda Ni, Co (II) va bir d-guruhga mansub elementlarning tarkibi aniqlangan. Kimyoviy tarkibi Agilent 7700 x asbobida ISP-MS tomonidan aniqlangan. Slanetsdagi eng yuqori Ni va Co (II) ioninig konsentratsiyasi uchun o'rtacha 0,13 g/t (0,09 dan 0,19 gacha) va Co (II) ionni uchun 10,39 g/t (6,54 dan 12,4 gacha) ni tashkil qiladi. Olingan ma'lumotlarning statistik tahlili Ni va Co (II) birikmalari, organik moddalar bilan va Cu, Cd, U, Ag bilan yaqin hossalari birikmalari borligini aniqlash imkonini bergan. Eritma muhit (50%), pH=10,7 da aniqlash chegarasi Sr=0,005 ml<sup>-1</sup> va nisbiy standart og'ish 1,03% ni tashkil qiladi.





**1-rasm.** Koblt ionlarining standart namunasini rentgen-fluoresent spektri

1-raslarda nikel va koblt ionini standart namunasi, rentgen-fluoresent spektri namunasining spektri olindi va solishtirilganda maksimal intensivligini yuqoriligi tajriba orqali topildi.

#### ADABIYOTLAR

1. Золотов Ю.А., Кузьмин Н.М., Нейман Е.Я., Попов А.А., Ревальский И.А. Концепция химико-аналитического контроля объектов окружающей среды. // Российский химический журнал. 1993. Т 77. №64. с.12 – 16.
2. Mirzakhmedov R. M., Makhmudova G. U., Madusmanova N.K. Rhenium Ionini SorbtionSpectroscopic Creation Of Detection Technology // Eurasian Research Bulletin, 2023/2, С. 296-299.
3. Mirzakhmedov R.M., Makhmudova G.U., Madusmanova N.K. Sorbtion-photometric determination of rhenium metal in zr and pb cake // Innovative, educational, natural and social sciences, Oriental Renaissance, 2022/4, С. 663-669.
4. Мирзахмедов Р.М., Мадусманова Н.К., Мирусманова Ф.В. Имобилланган янги 2,4,6-три (2-пиридил)-s-триазин ҳосилалари билан темир (III) ионини аниқлашнинг сорбцион-спектроскопик усулларини ишлаб чиқиш// Innovative, educational, natural and social sciences, 2022/6/23 С. 753-761.
5. Z.A Smanova, N.I Nosirov, R.M Mirzakhmedov, B.N Mustafaev Sorbtion-Photometric Determination of rhenium ion using Immobilized Organic Reagent // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, 2020/1 С. 668-672.
6. Мирзахмедов Р. М., Мирусманова Ф.Б., «Олмалик кМК» аж корхонаси саноат кеки таркибидан никель ва коблт ионларини сорбцион-фотометрик аниқлаш // Образование наука и инновационные идеи в мире, 2023/10/9 С. 140–143.
7. R.M Mirzakhmedov, M.N Jumayev, K.A Imomnazarova Sorbtion-photometric determination of zinc ion from the composition of industrial cake of non-ferrous metallurgical enterprises // Scholar's Digest- Journal of Multidisciplinary Studies 2023/4 С. 40-44



UDK: 661.632.17

Husan ZIKIROV,

Toshkent kimyo- texnologiya instituti tayanch doktoranti

E-mail: zikirovhusan1989@gmail.com

Xoltura MIRZAQULOV,

TKTI huzuridagi "Pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va malakasini oshirish" tarmoq markazi direktori

Noorganik moddalarning kimyoviy texnologiyasi kafedrasini professori

Ruslan YORBOBOYEV,

Toshkent kimyo-texnologiyalar institutida o'qituvchi, PhD

Kamola ARIFDJANOVA,

Toshkent kimyo-texnologiyalar instituti Noorganik moddalarning kimyoviy texnologiyasi kafedrasini dotsenti

O'zMU dotsenti G'.A.Abduraxmonov taqrizi asosida

### RESEARCH ON THE PROCESS OF BREAKING DOWN AND FILTRATION OF DECOMPOSITION OF WASHED AND CALCINED CENTRAL KYZYLKUM PHOSCONCENTRATE IN THE PRESENCE OF NITRATE AND SULFURIC ACIDS

Annotation

The article studies the process of breaking down and filtration of decomposition washed burnt phosconcentrate of Central Kyzylkums in the presence of nitrate and sulfuric acids, in various ratios. The chemical composition and rheological properties of the obtained filtrate are examined. The composition of the separated phosphogypsum is analyzed using transmission electron microscopy (HR-TEM Talos-F200i) equipment.

**Key words:** Red Quzilkum Phosphate, Nitric Acid, Sulfuric Acid, Filtrate, Rheological Properties, Phosphogypsum

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗЛОЖЕНИЯ И ФИЛЬТРАЦИИ МЫТОГО ОБОЖЕННОГО ФОСКОЦЕНТРАТА ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ ПРИ УЧАСТИИ НИТРАТНОЙ И СЕРНОЙ КИСЛОТ

Аннотация

В статье исследуется процесс разложения и мытого обожженного фоскоцентра Центральных Кызылкумов (МОФК) с участием нитратной и серной кислот в различных соотношениях. Изучены химический состав и реологические свойства полученного фильтрата. Состав выделенного фосфогипса был проанализирован с использованием трансмиссионной электронной микроскопии (HR-TEM Talos-F200i).

**Ключевые слова:** мытого обожженного фоскоцентра Центральных Кызылкумов (МОФК), Нитратная кислота, Серная кислота, Фильтрат, Реологические свойства, Фосфогипс.

### MARKAZIY QIZILQIM YUVIB KUYDIRILGAN FOSKONSENTRATINI NITRAT VA SULFAT KISLOTALAR ISHTIROKIDA PARCHALAB FILTRATSIYA JARAYONI TADQIQOTI

Annotatsiya

Maqolada Markaziy Qizilqum yuvib kuydirilgan foskonsentratini (YuKFK) nitrat va sulfat kislotalar ishtirokida, turli nisbatlarda parchalab filtrlanish jarayoni o'rganilgan. Ajratib olingan filtrlatning kimyoviy tarkibi va reologik xossalari o'rganilgan. Ajratib olingan fosfogips tarkibi transmision elektron mikroskopiya (HR-TEM Talos-F200i) uskunasi bilan foydalanilgan.

**Kalit so'zlar:** Qizilqum fosforiti, nitrat kislotasi, sulfat kislotasi, filtrat, reologik xossalari, fosfogips.

**Kirish.** Bugungi kunga qadar Markaziy Qizilqum (MQ) fosforitlariga kislotali va termik ishlov berish yo'li bilan fosforli o'g'itlar olish texnologiyasini ishlab chiqish va qo'llash bo'yicha bir qator ilmiy tadqiqot ishlari olib borilgan. Oddiy va murakkab fosforli o'g'itlar ishlab chiqarish texnologiyalarini O'zbekiston Respublikasi davlat dasturlariga muvofiq takomillashtirish ustivor vazifa hisoblanadi. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Maxkamasining 2020 yil 4 martdagi 120 son «Respublikada fosforli o'g'itlar ishlab chiqarish hajmlarini oshirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida»gi Qaroriga asosan «Ammofos- Maksam» AJda fosforli o'g'itlar ishlab chiqarish quvvatlarini modernizatsiya qilish hisobiga yillik ishlab chiqarish quvvatlarini sof holda 296 ming tonnaga yetkazish nazarda tutilgan.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili** Tabiiy fosforitlar tarkibidagi  $P_2O_5$  ni o'simlik o'zlashtiradigan va suvda eruvchan xolatga o'tkazib, turli xil kompleks o'g'itlarga qayta ishlashning usullari to'g'risida ko'plab ilmiy izlanishlar olib borilganligi ma'lum. Ozuqa miqdorlari ko'p bo'lgan fosforli o'g'it fosfat xom ashyolarini asosan mineral kislotalar (sulfat, azot va fosfat) bilan qayta ishlash bugungi kunda jahon amaliyotida muhim usul sanaladi.[1-2]

Jahon adabiyotlarida ftorapatit konsentratini nitrat-sulfat kislotali parchalash orqali nitrofos ishlab chiqarishning termodinamik va kinetik qonuniyatlari o'rganish, hamda apatit konsentratini nitrat kislotaning stexiometriya bo'yicha turli me'yorlarda 20 dan 50°C gacha harorat oralig'ida parchalash jarayonlari o'rganish bo'yicha bir qancha ilmiy ishlar olib borilgan[3-5].

Markaziy Qizilqum yuvib kuydirilgan foskonsentratini sulfat kislotasi bilan qayta ishlab EFK olish jarayoniga ta'sir etuvchi texnologik kattaliklar jarayon harorati, Q:S nisbati, vaqt ta'sirlari ilmiy adabiyotlarda o'rganilgan.[6]

Markaziy Qizilqum yuvib kuydirilgan foskonsentratini nitrat kislotasi bilan parchalab mineral o'g'itlar olish bo'yicha ham ko'pgina ilmiy adabiyotlar mavjud bo'lib, bu ilmiy ishlarda nitrat kislotaning turli me'yorlarda parchalash ishlari olib borilgan. Ushbu ilmiy ishlarda ayrimlarida to'liq bo'lmagan me'yor bilan parchalab turli qo'shimchalar qo'shib o'g'itlar olish bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan. Keyingi adabiyotlarda esa to'liq norma bilan parchalab filtrlanish jarayoniga Q:S nisbati harorat va filtrlanish jarayonini jadallashtirish uchun organik sirt-faol moddalarning ta'sirlari haqida ma'lumotlar keltirilgan.[7-10]

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot obyekti sifatida tanlab olingan MQ yuvib kuydirilgan foskonsentratini (YuKFK) kimyoviy tarkibi quyidagi jadvalda keltirilgan

1-jadval

Fosforit namunalari asosiy kimyoviy tarkibi, %

№	Homashyo	Kimyoviy tarkibi og'ir. %								
		$P_2O_5$	CaO	MgO	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	F	$CO_2$	$SO_3$	n.o.
1	YuKFK №1	27,61	55,83	0,98	0,49	0,44	2,78	2,57	2,65	4,77
2	YuKFK №2	27,44	56,00	1,03	0,52	0,49	2,93	2,72	2,99	3,39



MQ YKFKni 56% li HNO<sub>3</sub> va 96% li H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kislotalarning turli nisbatlari ta'sirida CaO ga nisbatan kimyoviy stexiometrik me'yorida asosan nitrat va sulfat kislotalarining ΣN-105 % me'yorida, Kislotalar nisbatining (HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) mos ravishda 70:30,60:40 50:50, 40:60 va 30:70 nisbatlarda, 40°C dan 60°C haroratgacha 40 va 80 daqiqalar oralig'ida laboratoriya sharoitida tajriba model qurilmasida parchalab filtrlanish jarayoni o'rganildi. Hamda ajratib olingan filtratning kimyoviy tarkibi reologik xossalari o'rganildi. Bundan tashqari fosfogipsning tarkibi transmission elektron mikroskopiya (HR-TEM Talos-F200i) uskunasiidan foydalangan holda o'rganildi.

**Tahlil va natijalar.** Ushbu ilmiy tadqiqot ishida qattiq:suyuq fazalar (Q:S) 1:3.5 -1:4 nisbatlarida parchalash jarayoni olib borildi va filtratsiya tezligiga nitrat va sulfat kislotalar nisbati, harorat, hamda jarayon davomiyligining ta'siri o'rganildi. Kislotali bo'tqalarining (ΣN =105;Q:S=1:3.5-1:4) nitra va sulfat nisbati HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mos ravishda 70:30 va 65:40 bo'lganda, jarayon harorati 40±60°C va davomiyligi 40±80 daqiqada filtrlanish amalda juda yomon ketishi anqilandi. Shu sabab ilmiy ishlarimizda bu nisbatlardan foydalanmadik. Tadqiqot natijalari asosida olingan natijalar quyidagi 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

MQ YUKFKni sul'fat va nitrat kislotalar ishtirokida parchalashda suspenziyaning filtrlanish darajasiga texnologik ko'rsatkichlarning ta'siri

Kislotalar nisbati HNO <sub>3</sub> :H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Harorat, °C	Vaqt, daqiqa	Bo'tqaning filtrlanish tezligi, kg/m <sup>2</sup> ·soat(0,06 MPa)		
			Bo'tqa bo'yicha	Filtrat bo'yicha	Qattiq faza bo'yicha
Q:S=1:4					
55:50	40	40	236,52	127,98	108,54
		60	275,88	141,97	133,91
		80	315,28	155,97	159,31
	50	40	319,38	147,86	171,52
		60	342,22	163,35	178,87
		80	365,08	178,84	186,24
	60	40	402,25	167,75	234,50
		60	408,56	184,73	223,83
		80	414,88	201,72	213,16
45:60	40	40	413,99	206,50	207,49
		60	535,53	262,95	272,58
		80	657,08	319,40	337,68
	50	40	499,98	250,80	249,18
		60	640,80	321,88	318,92
		80	781,62	392,96	388,66
	60	40	585,98	295,10	290,88
		60	746,07	380,81	365,26
		80	906,16	466,52	439,64
Q:S=1:3.5					
35:70	40	40	1484,79	712,04	772,75
		60	1684,69	800,48	884,21
		80	1884,60	888,93	959,67
	50	40	1521,38	743,10	778,28
		60	1834,76	888,80	945,96
		80	2148,16	1034,50	1113,66
	60	40	1557,97	774,17	783,80
		60	1984,84	977,12	1007,72
		80	2411,72	1180,08	1231,64

Keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinadiki, HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kislotalar nisbati mos ravishda 55:50 dan 35:70 ga hamda harorat 40°C dan 60°C ga va jarayon davomiyligi oshishi bilan filtrlanish tezligi ortib borishi aniqlandi. Yuqoridagi jadvaldan ko'rinadiki, harorat 40°C da jarayon davomiyligi oshishi bilan HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kislotalar nisbati 35:70 bo'lganda mos ravishda bo'tqa bo'yicha 1484,79 kg/m<sup>2</sup>·s dan 1884,60kg/m<sup>2</sup>·s gacha (filtrat bo'yicha 712,04kg/m<sup>2</sup>·s dan 888,93kg/m<sup>2</sup>·s gacha qattiq faza bo'yicha 772,75kg/m<sup>2</sup>·s dan 959,67kg/m<sup>2</sup>·s gacha) 60°C esa mos ravishda bo'tqa bo'yicha 1557,97kg/m<sup>2</sup>·s dan 2411,72kg/m<sup>2</sup>·s gacha (filtrat bo'yicha 774,17 kg/m<sup>2</sup>·s dan 1180,08kg/m<sup>2</sup>·s gacha qattiq faza bo'yicha 783,80kg/m<sup>2</sup>·s dan 1231,64 kg/m<sup>2</sup>·s gacha) ortib borishi kuzatildi. Bundan ko'rinadiki kislotalarning boshqa nisbatlariga qaraganda filtrlanish tezligi yuqori darajada borganligini ko'rishimiz mumkin.

Ajratib olingan azot-fosforli eritmaning kimyoviy tarkibi kimyoviy usullar bilan aniqlandi. Azot-fosforli eritmaning kimyovi analizlar bo'yicha olingan natijalar esa quyidagi 3- jadvalda keltirilgan.

3-jadval

YUKFKni sul'fat va nitrat kislotalar ishtirokida parchalash jarayonida ajratib olingan azot fosforli eritmaning asosiy komponentlar kimyoviy tarkibi

№	Kislotalar nisbati HNO <sub>3</sub> :H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K:C	T, °C	Azot-fosforli eritmaning kimyoviy tarkibi, og'ir. %		
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	CaO
4	55:50	1:4	45	10,90	5,23	13,01
5			50	10,94	5,19	13,06
6			60	10,96	5,17	13,08
7	45:60	1:4	45	10,72	4,11	9,49
8			50	10,76	4,08	9,03
9			60	10,77	4,06	9,04
10	35:70	1:3.5	45	10,54	3,00	5,98
11			50	10,58	2,97	5,00
12			60	10,59	2,95	5,01

Yuqoridagi jadvaldan ko'rinadiki ajratib olingan eritma tarkibida CaO/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nisbati kamayib borishi kuzatiladi. Kislotalar nisbati HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>=35:70 Q:S 1:3.5 bo'lganda harorat 60 °C bo'lganda eritma tarkibida CaO/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nibati 0.47 ekanligini ko'rishimiz mumkin bu esa suvda eruvchan yuqori konsentratsiyali murakkab o'g'itlar olish imkonin beradi.

Azot-fosforli eritmalarning reologik xususiyatlari, ularning zichligi va qovushqoqligi, murakkab azot-fosforli o'g'itlarni ishlab chiqarish jarayonlarining alohida bosqichlarini loyihalashda asosiy o'rin tutadi. 4-jadvalda azot-fosforli eritmalarning zichligi va qovushqoqligi bo'yicha olingan ma'lumotlar keltirilgan.

4-jadval

Bo'ytilgan foskoksentratni sulfat va nitrat kislotali qayta ishlash eritmalarining reologik xususiyatlari

HNO <sub>3</sub> : H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K:C	Zichlik, g/sm <sup>3</sup>			Qovushqoqlik, sPz		
		20°C	40°C	60°C	20°C	40°C	60°C
55:50	1:4	1,404	1,398	1,390	3,736	2,362	1,643
45:60	1:4	1,458	1,461	1,451	7,445	3,725	2,738
35:70	1:3,5	1,543	1,534	1,518	9,052	5,011	3,575

Jadvaldan ko'rinadiki Sul'fat va nitrat kislotalar me'yori HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>= 55:50 va Q:S 1:4 da harorat 20°C ga oshganda zichlik 1,404 dan 1,390 g/sm<sup>3</sup> gacha kamayadi, qovushqoqligi esa 3,736 dan 1,643 sPz gacha kamayishi kuzatildi, Sul'fat va nitrat kislotalar me'yori HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>= 45:60 va Q:S 1:4 da harorat 20°C dan 60°C ga oshganda 1,458 dan 1,451 g/sm<sup>3</sup> gacha kamayadi, qovushqoqligi esa 7,445 dan 2,738 sPz gacha kamayishi kuzatildi. Sul'fat va nitrat kislotalar me'yori HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>= 35:70 va Q:S 1:3,5 da harorat 20°C dan 60°C ga oshganda zichlik 1,543 dan 1,534 g/sm<sup>3</sup> gacha kamayadi, qovushqoqligi esa 9,052 dan 3,575 sPz gacha kamayishi kuzatildi. Yuqoridagi ma'lumotlardan ko'rishimiz mumkinki zichlik va qovushqoqlik parametrlari texnologik jarayonlarga to'liq mos keladi.

Texnologik jarayonlarda qattiq suyuq fazalar nisbatini rostdashda ishlatiladigan fosfogips yuvish suvlarining kimyoviy tarkibi tekshirilganda asosiy komponent xisoblangan  $P_2O_5$  ning og'irlik jihatdan foiz miqdori kislotalar me'yoriy nisbatlari  $HNO_3:H_2SO_4= 55:50$  dan  $35:70$  gacha o'zgariganda mos ravishda 3.24-3.83% oralig'ida ekanligi aniqlandi. Quyidagi 5-jadvalda nitrat va sulfat kislotalar me'yoriy nisbatlari  $HNO_3:H_2SO_4= 55:50$  dan  $35:70$  gacha oraliqda o'zgarishida olingan aylanma eritma sifatida ishlatiladigan fosfogipsni yuvish suvlarining zichlik va qovushqoqlik to'g'risida reologik xossalari to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

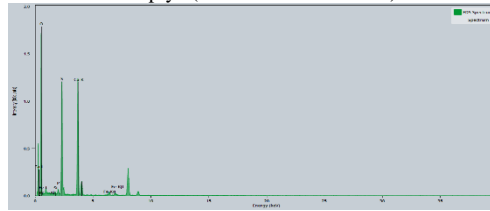
5-jadval

Yuvish suvlarining reologik xossalari

$H_2SO_4 : HNO_3$	Zichlik, g/sm <sup>3</sup>			Qovushqoqlik, sPz		
	20°C	40°C	60°C	20°C	40°C	60°C
50:55	1,116	1,112	1,104	1,113	0,876	0,674
60:45	1,132	1,117	1,108	1,118	0,880	0,678
70:35	1,149	1,121	1,112	1,125	0,884	0,682

Yuqoridagi jadvaldan ko'rinadiki 20-60 °C haroratda sul'fat va nitrat kislotalar me'yoriy nisbatlari  $H_2SO_4 : HNO_3 = 50:55$  dan  $70:35$  gacha oraliqda o'zgarishida olingan aylanma eritma sifatida ishlatiladigan yuvish suvlarining zichligi 20°C haroratda 1,116-1,149 g/sm<sup>3</sup> ni tashkil etadi. Eritmalar haroratining 60°C gacha oshishi barcha kislotalar me'yoriy nisbatlari uchun zichlikning 1,104- 1,112 g/sm<sup>3</sup> gacha oshishiga olib keladi. 20-60 °C haroratda sul'fat va nitrat kislotalar me'yoriy nisbatlari  $H_2SO_4 : HNO_3 = 50:55$  dan  $70:35$  gacha oraliqda o'zgarishida olingan aylanma eritma sifatida ishlatiladigan yuvish suvlarining qovushqoqligi 20°C haroratda 1,113-1,125 sPz dan 60°C haroratda 0,674-0,682 sPz gacha oshishiga olib keladi.

Filtrlash jarayonida kislotalar me'yoriy nisbati  $H_2SO_4:HNO_3=70:35$  bo'lganda ajratib olingan nam holatdagi fosfogips suv bilan yuvildi va kimyoviy tarkibi og'irlik jihatdan  $P_2O_5-0.44\%$  N-0.36% CaO16.56% tashkil etishi aniqlandi. Bundan tashqari fosfogipsni elementar tarkibiy miqdorini tahlil qilish uchun transmission elektron mikroskopiya (HR-TEM Talos-F200i) uskunasi bilan foydalanildi.



1-rasm. Fosfogipsning transmission elektron mikroskopiya tahlili

Fosfogipsning transmission elektron mikroskopiya tahlilida olingan natijalarga ko'ra fosfogipsning elementar tarkibi quyidagicha ekanligi aniqlandi: N-0.92%; O-59.67%; F-0.82%; Fe-0.76; Al-0.41%; Si-1.64%; P-0.54%; S-17.65%; Ca-17.59%. Elementar tarkibiy jihatdan fosfogips (kal'tsiy sul'fat)ga mos keladi.

**Xulosa.** MQ YUKFKni nitrat va sul'fat kislotalari bilan parchalash mahsulotlari aralashmalarini fil'trlanish tezligiga ta'sir etuvchi muhim sharoitlar: kislotalar me'yoriy nisbatlari, konsentratsiya, harorat va jarayon davomiyligiga bog'liqligi asosida MQ fosforitlaridan olingan bo'tqaning  $1557.97-2411.72 \text{ kg/m}^3$  soat fil'trlanish tezligiga erishish mumkinligi aniqlangan.

Tarkibida  $N:P_2O_5$  ga nisbati 0,412:1 dan 0,45:1 gacha,  $CaO:P_2O_5$  ga nisbati 0,346:1 dan 0,473:1 gacha bo'lgan 36,46-44,75% ozuqa moddasi saqlovchi azot-fosforli o'g'itlar olish uchun yaroqli bo'lgan  $P_2O_5-10.54-10.59\%$  N-3-2.95 % CaO 5.98-5.01 % tarkibli azot-fosforli eritmalar olish mumkinligi aniqlangan.

#### ADABIYOTLAR

1. Yakhontova E.L., Petropavlovsky I.A., Karmyshov V.F., Spiridinova I.A. Kislotnyye metody pererabotki fosfatnogo syr'ya [Acid methods for the processing of phosphate raw materials]. Moscow, Khimiya Publ., 1988. 288 b.
2. Mirzakulov Kh.Ch. Fiziko-khimicheskiye osnovy i tekhnologiya pererabotki fosforitov Tsentral'nykh Kyzylkumov [Physico-chemical fundamentals and phosphorite processing technology of the Central Kyzylkum]. Tashkent, 2019. 412 b.
3. Bogach V.V. Fiziko-ximicheskie zakonomernosti proizvodstva i nitrofoski: Azotnosernokislotnoe razlozhenie fosfatov // Dissertatsiya na soiskanie kandidata ximicheskix nauk, Moskva, 2002 y.
4. Gunin V.V. Tekhnologiya kompleksnix kal'tsiyosoderjashix udobreniy na osnove azotnokislotnogo razlozheniya apatita // Dissertatsiya na soiskanie kandidata texnicheskix nauk, Kostroma, 2008 y.
5. Le Xong Fuk. Azotnokislotnaya pererabotka bednogo apatita mestorojdeniya Laokay. // Diss...kand. texn. nauk. - Moskva. 2021. 143 b.
6. Volynskova N.V. Razrabotka i usovershenstvovaniye tekhnologii proizvodstva fosfornoy kisloty iz fosforitov Tsentral'nykh Kyzylkumov. Diss. dokt. tekhn. nauk. [Development and improvement of technology for the production of phosphoric acid from phosphorites of the Central Kyzylkum. Dr. techn. sci. diss.]. Tashkent, 2019. 196 b.
7. Yorbobaev R.CH., Mirzakulov X.CH., Sadikov B.B., Volinskova N.V., Issledovanie protsessa razlozheniya mitogo obojennoy foskotsentraty Sentralnix Kizilkumov azotnoy kislotoy // Ximiya i ximicheskaya tekhnologiya. - Tashkent, DOI: 10.34920/cce202232 // №3, 2022. 10-18.b
8. Dexkanov Z.K., Seytnazarov A.R., Namazov SH.S. Reymov A.M., Kurbaniyazov R.K. Kompleksnaya pererabotka fosforitov Sentral'nix Kizilkumov. // Ximicheskij jurnal Kazaxstana. - Kazaxstan, 2014. -№4. -S.9-19.
9. Nazirova R.M., Tadjiev S.M., Zakirov B.S. Azotnokislotnaya pererabotka fosforitov Sentral'nix Kizilkumov. // «Kimyo sanoatida innovatsion texnologiyalar va ularni rivojlantirish istikbollari» RIAA materiallari. Urganch-2017, 112-113 b.
10. Giyasidinov A.L., Sultonov B.E., Namazov SH.S., Pulatova G.U. Izuchenie protsessov azotnokislotnoy pererabotki mineralizovannoy massi iz fosforitov Sentral'ni Kizilkumov v odinarnie udobreniya. // Namanganskogo injenerno - texnologicheskogo instituta. Nauchno - texnicheskij jurnal - Namangan, 2020. -№2. - .144-151.b

Arofat INXONOVA

Alfraganus universiteti katta o'qituvchisi, PhD

E-mail: ainxonova@gmail.com

ChDPU Ilmiy va metodologiya kafedrasi dotsenti v.b. S.Xushvaqto'v taqrizi asosida

## OQAVA SUVLARNI BIOLOGIK TOZALASHDA PPE-4 ANIONITI ASOSIDA OLINGAN POLIMER METAL KOMPLEKSINING QO'LLANILISHI

Annotatsiya

Ushbu tadqiqot ishi orqali anion almashinuvchi material (PVC&PEI) asosida olingan Cu-polimer kompleksining sintezi uning oqava suvlar tarkibida mavjud bo'lgan patogen mikroorganizmlarga qarshi antibakterial faolligini o'rganishdir. Cu-Polymer kompleksi sun'iy tayyorlangan eritmadagi mis ionlarini anion almashinadigan materialga sorbsiya qilish orqali sintez qilindi. Polimer-Cu kompleksining gram-manfiy *E. coli* va grammusbat *S.aureus* bakteriya shtammlariga qarshi faolligi o'rganildi. PVC&PEI-Cu<sup>+2</sup> va PVC&PEI-Cu<sup>0</sup> antibakterial faollik namoyon qildi. **Kalit so'zlar:** anionit, adsorbsiya, polimer-metall kompleks, antibakterial faollik, *E. coli*, *S. aureus*.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНОГО МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОЛИМЕРА В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

Аннотация

Целью данной научно-исследовательской работы по синтезу медно-полимерного комплекса, полученного на основе анионообменного материала (PVC&PEI), является изучение его антибактериальной активности в отношении патогенных микроорганизмов, присутствующих в сточных водах. Комплекс Cu-полимер синтезирован путем сорбции ионов меди из искусственно приготовленного раствора на анионообменный материал. Изучена активность комплекса полимер-Cu в отношении грамотрицательных штаммов *E.coli* и грамположительных бактерий *S.aureus* PVC&PEI-Cu<sup>+2</sup> и PVC&PEI-Cu<sup>0</sup> проявили антибактериальную активность.

**Ключевые слова:** анионит, адсорбция, полимер-металлический комплекс, антибактериальная активность, *E. coli*, *S. aureus*.

## APPLICATION OF POLYMER METAL COMPLEX ON THE BASIS OF FUNCTIONAL POLYMER IN BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT

Annotation

Through this research work, the synthesis of Cu-polymer complex obtained on the basis of anion exchange material (PVC&PEI) is to study its antibacterial activity against pathogenic microorganisms present in wastewater. The Cu-Polymer complex was synthesized by sorption of copper ions from an artificially prepared solution onto an anion exchange material. The activity of the polymer-Cu complex against gram-negative *E. coli* and gram-positive *S.aureus* bacterial strains was studied. PVC&PEI-Cu<sup>+2</sup> and PVC&PEI-Cu<sup>0</sup> showed antibacterial activity.

**Key words:** anionite, adsorption, polymer-metal complex, antibacterial activity, *E. coli*, *S. aureus*.

**Kirish.** So'nggi paytlarda polimer-metall komplekslari (PMC) turli sohalarda, jumladan, materialshunoslik, biotexnologiya, atrof-muhitni o'rganish [1], tibbiyot[2], dorixonalar, oziq-ovqat va qishloq xo'jaligida keng qo'llaniladigan materiallarni sifatida muhim ahamiyat kasb etdi. Foydalanishning bunday o'sishi bakterial patogenlarning hozirgi vaqtda turli xil bakterial kasalliklarni davolashda qo'llaniladigan ko'plab antibiotiklarga qarshi chidamliligining kuchayishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin [3]. Binobarin, sog'liqni saqlash sohasida turli PMC larning antibakterial faolligi va ularning turli kasalliklarga qarshi kurashishdagi potentsial ahamiyati bo'yicha tadqiqotlarga talab ortib bormoqda.

Polimer-metall nanozarrachalar sintezida polimer stabilizatorlari sifatida polivinilprolidon, polietilen glikol, polianilin, poliakrilamid, polivinilxlorid, xitozan, kraxmal, tsellyuloza va boshqalar ishlatiladi [4]. Ag, Au, Zn, Cu ning metall nanozarralari bakteriya va zamburug'lar kabi biologik ifloslantiruvchi moddalarni olib tashlash uchun keng qo'llaniladi [5]. Nano o'lchamdagi Cu nanozarralari yuqori reaktivligi tufayli kimyoviy va biologik tozalashda yuqori sifatga ega. Ushbu nanozarrachalarning mikroblarga qarshi faolligi ularning oqsil oksidlanishini qo'zg'atish, DNK va RNK molekularini parchalash va lipid peroksidatsiyasini boshlash qobiliyatiga bog'liq. Bundan tashqari, bu nanozarralar mikroblar hujayra membranasiga zarar etkazishi mumkin [6].

Kumush (Ag), simob (Hg), mis (Cu) va qo'rg'oshin (Pb) kabi metallar sitotoksiklikni keltirib chiqarishi mumkin. Ushbu metallar mikroorganizmlar bilan aloqa qilganda, ular organizmlarning biologik funksiyalariga xalaqit berishi mumkin [7]. L-sisteindagi tiol guruhining metall ionlari tomonidan oksidlanishiga bog'liq. Tiol guruhlarining oksidlanishi muhim hujayra jarayonlarini buzishi va oxir-oqibat mikroorganizmlarning biologik funksiyalarini to'xtatishga olib kelishi mumkin [8]. Shuni ta'kidlash kerakki, sitotoksiklikning o'ziga xos mexanizmlari va darajasi nanozarrachalar hajmi, kontsentratsiyasi va maqsadli mikroorganizm kabi omillarga qarab farq qilishi mumkin.

Metall ionlari va nanozarrachalarning samaradorligi bakteriya hujayralarining tuzilishiga bog'liq. Mikroorganizmlarning hujayra devorlari oqsillar, lipidlar va uglevodlardan tashkil topgan retikulyar tuzilishga ega. Gram-musbat bakteriyalarning hujayra devori qalin va mustahkam peptidoglikan qatlamidan iborat bo'lib, qalinligi odatda 20-80 nm. Boshqa tomondan, gramm-manfiy bakteriyalar 7-8 nm o'lchamdagi nozikroq peptidoglikan qatlamiga ega bo'lib, u manfiy zaryadlangan lipopolisaxarid tashqi membranasiga bilan o'ralgan [9].

Kompozit plyonkalarining antibakterial faolligi *E. coli*, *K. pneumoniae* kabi grammusbat shtammlarga va *B. subtilis* va *S. aureus* kabi gramm-manfiy shtammlarga nisbatan tekshirildi. Odatda suvda uchraydigan *E. coli* diareya, vabo va boshqa bakterial infeksiyalarni keltirib chiqarishi ma'lum. Shuning uchun kimyoviy va biologik ifloslantiruvchi moddalarni olib tashlash uchun oqava suvlarni to'g'ri tozalash va tozalashni amalga oshirish juda muhimdir. So'nggi yillarda to'qimachilik, suvni zararsizlantirish va oziq-ovqat mahsulotlarini qadoqlash kabi sohalarda antibakterial materiallarga talab ortib bormoqda.

Olingan na'munaning mikro tuzilishi o'rganilib, mis kukuniga nisbatan *E. coli*, *S. aureus* va *Pseudomonas* shtammlariga nisbatan ancha yuqori antibakterial faollikni ko'rsatdi. Ushbu tadqiqot *E. coli* patogen bakterial shtammiga qarshi mis nanozarrachalarining antagonistik xususiyatlarini o'rganishga qaratilgan. 12 nm o'lchamdagi nol valentli mis nanozarrachalari (Cu<sup>0</sup>) inert gaz kondensatsiyasi usuli yordamida sintez qilindi. Bu argon atmosferasida mis metallining bug'lanishini, so'ngra nanozarrachalarning sovushini o'z ichiga oladi.

Ushbu maqolada biz yangi Polymer-Cu kompleksining antibakterial faolligini sintezi va baholashini taqdim etamiz. Kompleks polivinilxlorid va polietilenimin anion almashinuvchi (PVX va PEI) materialida mis ionlarining sorbsiyasi orqali sintez qilindi<sup>10-14</sup>. Sintezlangan Polymer-Cu kompleksi gramm-manfiy *E. coli* va grammusbat *S. aureus* bakteriyalari shtammlariga qarshi kuchli antibakterial xususiyatlarni namoyish etdi. Ushbu topilmalar bakterial infeksiyalarga qarshi kurashda ushbu yangi kompleksning istiqbolli salohiyatini ta'kidlaydi.

**Materiallar va usullar.**

### Materiallar va kimyoviy moddalar

Ushbu tadqiqot ishida ishlatilgan kimyoviy moddalar quyidagilar: Anion almashinuvchi material (IAM) polivinilxloridni (PVC) poletelinimin (PEI) bilan modifikatsiyasi asosida sintez qilindi [10], mis (II) xlorid tuzi ( $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) (Zibo Rongzhi Chemical Corporation , Xitoy), etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) (Xilong Scientific), etil asetat ( $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ ), natriy gidroksid ( $\text{NaOH}$ ), xlorid kislotasi ( $\text{HCl}$ ), bakterial patogenlar grammusbat *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), gramm-manfiy ichak tayoqchasi (*E. coli*), *p. aeruginosa* va Miller-Hinton agar (TM) Media, Hindiston.) ishlatilgan. Ushbu tadqiqot ishida ishlatilgan boshqa kimyoviy moddalar analitik jihatdan toza edi. 200 ml tubi yassi kolbalar, 100 ml o'lchov stakanlari, petri chashkalaridan foydalanildi.

### 2.2. Antibakterial faollik

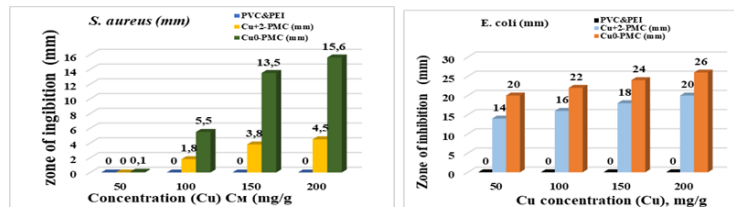
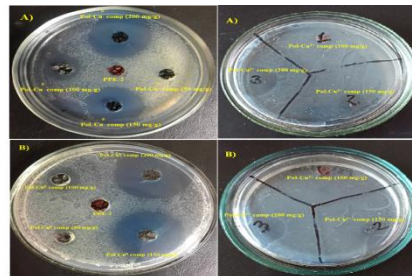
Ion almashinuvchi smola asosida sintez qilingan polimer-metall kompleksining antibakterial faolligi in vitro sharoitda gram-manfiy *E. coli* va grammusbat *S. aureus* bakteriya shtammlarida disk diffuziya usuli yordamida o'rganildi. Patogen mikroorganizmlar dastlab peptonli bulyon muhitida 24 soat davomida 37°C haroratda inkubatsiya qilindi. Patogen va shartli patogen mikroorganizmlarning suspenziyalari Petri chashkalarining gorizontal yuzasiga Miller-Hinton agar ozuqa muhitida (TM Media, Hindiston) sterilizatsiya tayoqchalari yordamida bir xilda ekildi. Patogen va shartli patogen bakteriya shtammlari o'stirilgan petri chashkalarini biroz quritildi va analitik tarozida 0,01 g dan o'lchab olingan mis polimer kompleks namunalari agarli oziq muhitiga joylashtirildi. Namunalari oziq muhitidagi faol moddalarga so'rilishi uchun 2 soat davomida muzlatgichda 4°C haroratda saqlandi, keyin esa bakteriyalar termostatda 36°C da 16-18 soat davomida inkubatsiya qilindi. Sinovdan o'tgan namunalarning mikroblarga qarshi faolligi sinov shtamplarining o'sish indeksini kamaygan yoki to'liq to'xtatilgan zonalar hajmiga qarab baholandi. Har bir tajriba uch marta o'tkazildi va o'rtacha qiymatlari olindi.

### Natijalar va muhokama

#### 3.1. Antimikrobial testlar

Kirby Bauer yondashuvidan foydalangan holda Polymer-Cu kompleksining antibakterial xususiyatlarini aniqlash uchun disk diffuziya testi o'tkazildi. Tekshiruv uchun gram-manfiy *E. coli* va grammusbat *S. aureus* patogen bakteriyalarining ikki xil shtammlari olindi. Namunalarni inkubatsiya qilishdan 24 soat o'tgach, antimikrobial disk atrofidagi inhibitsion zonalari o'lchandi. Taqqoslash uchun nazorat namunalari (PVC&PEI, polimer-Cu kompleksi) tekshirildi. PVC & PEI, PVC&PEI - $\text{Cu}^0$  kompleksi va PVC&PEI - $\text{Cu}^{+2}$  kompleksining gram-manfiy *E. coli* va grammusbat *S. aureus* bakteriya shtammlariga qarshi mikroblarga qarshi faolligi 5-rasmda keltirilgan. PVC&PEI - $\text{Cu}^0$  kompleksi. Polimer-metall kompleks atrofida antibakterial zona mavjud, *E. coli* uchun 26,5 ± 0,5 mm va *S. aureus* uchun 15,6 ± 0,5 mm, PVC&PEI - $\text{Cu}^{+2}$  kompleksida esa *E. coli* uchun 20 ± 0,5 mm va *S. aureus* uchun 4,5 ± 0,5 mm, antibakterial zonaga ega edi. Diametri patogen bakterial shtammlarga qarshi va 50 va 100 mg/g PVC&PEI - $\text{Cu}^{+2}$  *S. aureus* bakteriya shtampiga nisbatan antibakterial zona hosil qilmadi. PVV&PEI anionit har ikkala bakteriya turiga nisbatan hech qanday antibakterial zona hosil qilmadi. Quyidagi (1-2 rasmda keltirilgan).

1-rasm. Mis-polimer kompleksining a) *E. coli* va b) *S. aureus* bakteriya shtammlariga nisbatan antibakterial faollik (disk diffuziya usuli bilan baholangan)

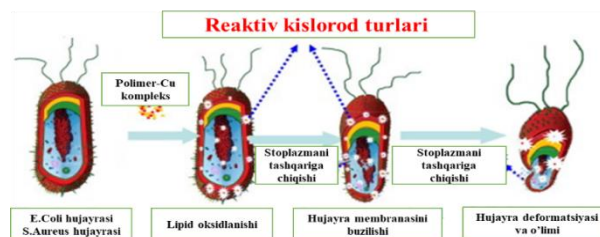


2-rasm. Antibakterial zona diametrining polimer metal kompleksidagi Cu konsentratsiyasiga bog'liqligi

Olingan namunalarning patogen mikroorganizmlarga qarshi faolligi va zonalarning diametri (mm) 1-rasmda tasvirlangan. Antibakterial zonalarning diametri hamda polimer-metall kompleksida mis konsentratsiyasining ortishi bilan ortadi. Mis konsentratsiyasi 200 mg/g bo'lgan PVC&PEI-Cu<sup>0</sup> kompleksi *E. coli* da *S. aureus* bakteriyasi shtammiga nisbatan yuqori antibakterial samaradorlik berdi.

Mis-polimer kompleksini 573 K haroratda qizdirganimizda polimer yuzasida mis nanozarrachalari hosil bo'ladi va uning antibakterial zonasining diametri metall ioninikidan kattaroqdir. PVC&PEI anion almashinuvchisi uchun antibakterial zona kuzatilmadi.

### Sxema-2. Polimer-Cu kompleksining bakteriyalarni o'ldirish sxemasi



Yuqoridagi sxemada Polymer-Cu kompleksidagi misning tirik bakteriyalarga qanday ta'sir etishi va ularni o'ldirish ketma-ketligi ko'rsatilgan, unga ko'ra mis bakteriyalarga quyidagicha ta'sir qiladi:

**Xulosa.** Mis ionlari polivinilxlorid va karbamid asosidagi PVC&PEI anion almashirgichga adsorbsiya qilindi va kimyoviy qaytarilish usuli bilan

PVC&PEI–Cu<sup>0</sup> kompleksi olindi. Sinov na'munalari patogen va shartli patogen mikroorganizmlar bo'lgan gram-manfiy E.coli va grammusbat S.aureusga qarshi yuqori antibakterial faollikni ko'rsatdi. PVC&PEI–Cu<sup>0</sup> kompleksining mikroblarga qarshi zona diametri PVC&PEI–Cu<sup>+2</sup> kompleksinikidan kattaroqdir, bu polimer yuzasiga sorbsiya bo'lgan mis metalining konsentratsiyasiga hamda kimyoviy qaytarish yo'li bilan hosil bo'lgan nanoo'lchamdagi mis nanozarrachalari bilan izohlanadi. PVC&PEI anion almashinuvchisi mikroblarga qarshi faollikka ega emas, aksincha PVC&PEI anion almashinuvchisi asosida olingan PVC&PEI–Cu<sup>0</sup> kompleksi yuqori antibakterial faollikni ko'rsatdi. Shuning uchun PVC&PEI–Cu<sup>0</sup> kompleksi kanalizatsiya va sanoat chiqindilaridan zaharli, og'ir metallar ionlarini adsorbsiyalash va suvni biologik ifloslantiruvchi mikroorganizmlardan tozalashda, organik bo'yoqlarni fotokataliz yo'li bilan parchalashda, organik moddalarni olishda katalizator sifatida qo'llanilishi mumkin.

#### ADABIYOTLAR

1. Eshtursunov, D., Inkhonova, A., Botirov, S., Fayzullayev, Y., Bekchanov, D., & Mukhamediev, M. (2023). Removal of Rhodamine B from Wastewater by Adsorption using Iron Oxide-Polymer Composite Material. *Asian Journal of Chemistry*, 36(1), 32–36. <https://doi.org/10.14233/ajchem.2024.30278>
2. Prabhu S, Poulose EK. Silver nanoparticles: mechanism of antimicrobial action, synthesis, medical applications, and toxicity effects. *International Nano Letters*, 2012; 2. 32: 1-10. <https://doi.org/10.1186/2228-5326-2-32>
3. Md Iqbal Ahmed Talukdar, Irshad Ahamad, Sajid Iqbal, Manzoor Ahmad Malik, Ovas Ahmad Dar, Md. Khursheed Akram, Tasneem Fatma, Athar Adil Hashmi, Fabrication of metal incorporated polymer composite: An excellent antibacterial agent, *Journal of Molecular Structure*, Volume 1225, 2021, 129091, ISSN 0022-2860, <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2020.129091>.
4. Abdullah A Alswat, Mansor Bin Ahmad, Tawfik A. Saleh, Preparation and Characterization of Zeolite/Zinc Oxide-Copper Oxide Nanocomposite: Antibacterial Activities, *Colloid and Interface Science Communications*, Volume 16, 2017, Pages 19-24, ISSN 2215-0382, <https://doi.org/10.1016/j.colcom.2016.12.003>.
5. Palza, H. Antimicrobial Polymers with Metal Nanoparticles. *Int. J. Mol. Sci.* 2015, 16, 2099-2116. <https://doi.org/10.3390/ijms16012099>
6. Anyaogu K.C., Fedorov A.V., Neckers D.C. Synthesis, characterization, and antifouling potential of functionalized copper nanoparticles. *Langmuir*. 2008; 24: 4340–4346. <https://doi.org/10.1021/la800102f>
7. Talukdar MIA, Ahamad I, Iqbal S, Malik MA, Dar OA, Khursheed Akram M, Fatma T, Hashmi AA. Fabrication of metal incorporated polymer composite: An excellent antibacterial agent. *J Mol Struct.* 2021 Feb 5;1225:129091. doi: 10.1016/j.molstruc.2020.129091.
8. Foster TJ. plasmid-determined resistance to antimicrobial drugs and toxic metal ions in bacteria. *Mikrobiol. Rev.* 1983; 47(3): 361–409. doi: 10.1128/mr.47.3.361-409.1983
9. Lee S.B.; Koepsel R.R.; Morley S.W.; Matyjaszewski K.; Sun Y.; Russel A.J. Permanent nonleaching antibacterial surfaces 1: Synthesis by atom transfer radical polymerization. *Biomacromolecules*. 2004; 5: 877–882. <https://doi.org/10.1021/bm034352k>
10. Khushvaktov, S., Botirov, S., Inkhonova, A., Babojonova, G., Bekchanov, D. J., & Mukhamediyev, M. (2022, June). Sorbtic kinetics of chromium (VI) ions to anion exchanger. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2432, No. 1). AIP Publishing.
11. Инхонова, А., Эштурсунов, Д. А., Ботиров, С., Муртазкулов, М., & Бекчанов, Д. Ж. (2023). Антибактериальные свойства медь-полимерно комплекса. *Universum: химия и биология*, (10-1 (112)), 38-44.
12. Инханова А, Бабожонова Г.К., Зокиров С., Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г. Кинетика сорбции ионов Со (II) из растворов на анионообменника // *Universum: химия и биология*. – 2021. – Вып. 10–1 (88). С. 79–83
13. Инхонова А., Бекчанов Д.Ж. Синтез полимерно-металлического комплекса с каталитическими свойствами на основе анионита PVC&PEI // *Universum: химия и биология : электрон. научн. журн.* 2023. 11(113).
14. Ботиров, С. Х., Инхонова, А., Хушвактов, С. Ю. У., Бекчанов, Д. Ж., & Мухамедиев, М. Г. (2022). Исследование кинетики сорбции ионов cr (vi) из искусственных растворов на анионите AN-31. *Universum: технические науки*, (12-5 (105)), 4-9





**Jumagul ISKANDAROVA**,  
Termiz davlat universiteti magistranti  
E-mail: [naimakarimova364@gmail.com](mailto:naimakarimova364@gmail.com)  
**Gulvar MUQUMOVA**,  
Termiz davlat universiteti doktoranti, k.f.n., dotsent  
**Naima KARIMOVA**,  
Termiz davlat universiteti tayanch doktoranti  
**Yusufjon NAZAROV**,  
Termiz davlat universiteti o'qituvchisi, PhD

Termiz davlat universiteti professori, k.f.d Sh.Kasimov taqrizi asosida

### 8-OKSIXINOLINNING $\text{Cu}^{2+}$ IONI VA QAHRABO KISLOTASI BILAN HOSIL QILGAN ARALASH LIGANDLI KOMPLEKS BIRIKMASINING IQ-SPEKTRI TAHLILI

Аннотация

Ushbu tadqiqot ishida 8-oksixinolinning  $\text{Cu(II)}$  ionini va qahrabo kislotasi ishtirokida aralash ligandli kompleks birikmasi sintez jarayoni keltirildi. Dastlabki ligandlar va olingan kompleks birikma kristalining tuzilishi IQ-spektri yordamida tahlil qilindi. Tahlil natijalariga ko'ra ligandlar va kompleks birikmaga tegishli tebranish chastotalari o'zaro taqqoslandi.

**Kalit so'zlar:** 8-oksixinolin,  $\text{Cu(II)}$  ionini, qahrabo kislotasi, antiseptik moddalar, IQ-spektr, kompleks birikmalar.

### ИК-СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СМЕШАННО-ЛИГАНДНОГО КОМПЛЕКСНОГО СОЕДИНЕНИЯ 8-ОКСИХИНОЛИНА, ОБРАЗОВАННОГО С ИОНОМ $\text{Cu}^{2+}$ И ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ

Аннотация

В данной исследовательской работе представлен процесс синтеза комплексного соединения 8-оксихинолина с ионом  $\text{Cu(II)}$  и янтарной кислотой. Исходные лиганды и кристаллическую структуру полученного комплексного соединения анализировали методом ИК-спектра. По результатам анализа сравнивали частоты колебаний лигандов и комплексного соединения.

**Ключевые слова:** 8-оксихинолин, ион  $\text{Cu(II)}$ , Янтарная кислота, антисептические вещества, ИК-спектр, комплексные соединения.

### IR-SPECTRUM ANALYSIS OF THE MIXED LIGAND COMPLEX COMPOUND OF 8-OXYQUINOLINE FORMED WITH $\text{Cu}^{2+}$ ION AND SUCCINIC ACID

Annotation

This research paper presents the process of synthesis of a complex compound of 8-oxyquinoline with a  $\text{Cu(II)}$  ion and succinic acid. The initial ligands and the crystal structure of the obtained complex compound were analyzed by the IR spectrum method. Based on the analysis results, the vibration frequencies of the ligands and the complex compound were compared.

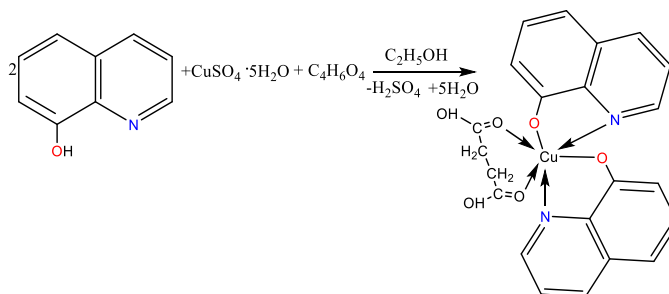
**Key words:** 8-oxyquinoline,  $\text{Cu(II)}$  ion, succinic acid, antiseptic substances, IR-spectrum, complex compounds.

**Kirish.** Shiff asoslari koordinatsion kimyoning rivojlanishida muhim o'rin tutadi hamda noorganik kimyo, biokimyo va optik materiallarni ishlab chiqarishda muhim mahsulot sifatida ishtirok etadi [1]. Bugungi kunda metall Shiff komplekslari keng o'rganilmoqda, chunki ular sanoat, antifungal va biologik preparatlar ishlab chiqarish sohasining rivojlanishida shuningdek, siydik yo'llari infeksiyalarini davolashda 5-(3,4,5-trimetoksibenzil)primidin-2,4-diamin (trimetoprim) antibiotiki muhim ahamiyat kasb etadi [2,3]. O va N donor atomlarini o'z ichiga olgan hamda metall ionlari bilan kompleks birikmalar hosil qiladigan xelatlovchi ligandlar keng biologik faollik va turli xil bog'lanish turlari tufayli alohida qiziqish uyg'otadi [4]. Aralash ligand komplekslari biologik ahamiyatga ega bo'lganligi uchun ham keng o'rganilgan [5-7]. Trimetoprimning aralash metall komplekslari haqida bir qancha ma'lumotlar mavjud [8]. Shunday qilib, aralash ligand komplekslarining sintezi, harakteristikasi va biologik tadqiqotlarini o'rganish muhim ahamiyatga ega. Trimetoprim va 2-benzoilbenzoy kislotasi Shiff asosi va 8-oksixinolin bilan aralash ligand komplekslari shular jumlasidandir. 8-oksixinolin yoki uning hosilalari ishtirokida sintez qilingan kompleks birikmalar o'simliklarda, qishloq xo'jaligida fungitsid va gerbitsid sifatida ishlatiladi. Qolaversa to'qimachilik, yog'ochsozlik va qog'oz sanoatida hamda keng tarqalgan metallarning komplekslarini hosil qilish uchun ishlatiladi [9,10]. Barcha 8-oksixinolin hosilalarini insektitsidlar, antibakteriallar, fungitsidlar, neyroprotektivlar va OIV ga qarshi vositalar sifatida tibbiyotda qo'llash mumkin [11]. 8-oksixinolin(8-HQ) ning  $\text{Cu(II)}$  ionini bilan bir qancha aralash ligandli kompleks birikmalari sintez qilingan va tadqiq qilingan [12, 13]. Ushbu tadqiqot ishida 8-HQ ning  $\text{Cu(II)}$  ionini va qahrabo kislotasi ishtirokida aralash ligandli kompleks birikmasi sintezi keltirilib, IQ-spektri tahlili o'tkazilgan.

**Tadqiqot usullari va metodologiya.** Dunyoda tegishli ilmiy-tadqiqot markazlarda geterosiklik birikmalarining metallokomplekslari va ularning biologik faolligini oshirish bo'yicha qator, jumladan, quyidagi ustuvor yo'nalishlarda tadqiqotlar olib borilmoqda: komplekslarda markaziy metall kationiga ligandlarning koordinatsiya bo'lishini nazorat qiluvchi omillarni aniqlash; aralash-ligandli barqaror xelat birikmalar sintez qilish; xelat birikmalar asosida biologik faol moddalarni olish va ta'sirini o'rganish shu jumladandir.

IQ – spektroskopiya. O'rganilayotgan kristall moddalar IQ –spektrlari "IR Traser-100" (SHIMADZU SORR., Yaponiya, 2017) spektrometrida qayd etildi. Spektrometring yuqori sezuvchanligi (shovqin nisbati 60,000:1) spektrdagi diapazonlarining past intensivligiga qaramay, turli xil namunalardagi to'lqin miqdorini tahlil qilishga imkon beradi, to'lqin raqamlari shkalasi -  $4000 \div 450 \text{ cm}^{-1}$ . Interferometring ishlashini optimallashtirish tizimi ichki o'zini tashxislash va o'rnatilgan avtomatik quritish moslamasi bilan birgalikda foydalanish qulayligini sezilarli darajada oshiradi, shuningdek, qurilmaning uzoq muddatli barqarorligini ta'minlaydi. Yuqori tezlikda skanerlash rejimining mavjudligi (soniyasiga 20 spektr) bir necha soniya davom etadigan kuzatuv reaksiyalariga imkon beradi.

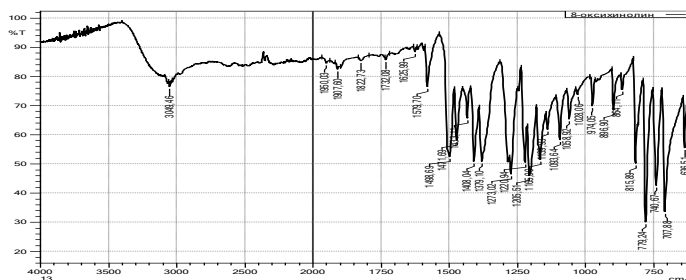
$[\text{Cu}(\text{C}_9\text{H}_6\text{NO})_2(\text{CH}_2)_2(\text{COOH})_2]$  kompleks birikmasini sintez qilish uchun analitik tarozida kerakli massalari mos ravishda  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  kristallogidratidan 25 mg 8-oksixinolinidan 58 mg tortib olinib tegishli etanol+suvda aralashdirildi, 1:2 molyar nisbatda eritmalar tayyorlandi. Eritmalar aralashdirilib, qizdirildi va 1-2 tomchi qahrabo kislotasi eritmasidan tomizildi. Magnitli aralashdirgich yordamida 30 daqiq davomida  $60^\circ\text{C}$  haroratda aralashdirildi. So'ngra erituvchining bog'lanishi uchun qoldirildi. 12 kundan so'ng och ko'k rangli kristallar o'sganligi kuzatildi.



**1-sxema. [Cu(C<sub>9</sub>H<sub>6</sub>NO)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>(COOH)<sub>2</sub>] kompleksining sintez reaksiyasi**

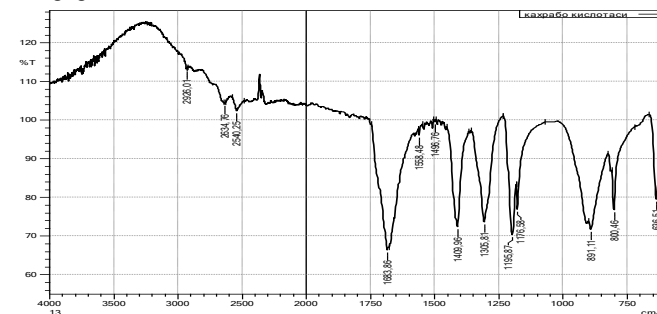
Ushbu kompleksda markaziy atom (Cu) ga ikki molekula 8-oksixinolin va bir molekula qahrabo kislotasi bidentant holatda koordinatsiyalangan. Mis sp<sup>3</sup>d<sup>2</sup> holatda gibrirlangan.

**Natijalar tahlili:** 8-oksixinolin ligandi va sintez qilingan [Cu(C<sub>9</sub>H<sub>6</sub>NO)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>(COOH)<sub>2</sub>] tarkibli kompleksning fizik-kimyoviy tahlili, tarkibi va tuzilishi IQ-spektr qurilmasi (IK-Furye, SHIMADZU, Yaponiya ) yordamida tahlil qilindi. 1-rasmda 8-oksixinolin ligandining IQ-spektri keltirilgan.



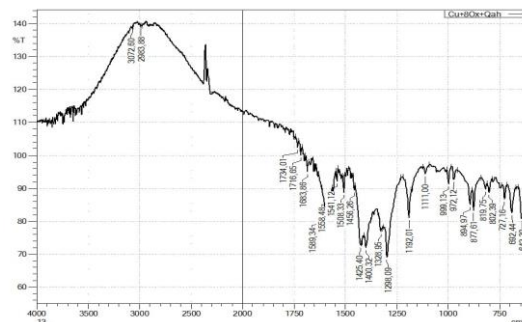
**1-rasm: 8-oksixinolinning IQ-spektri**

Olingan tahlil natijalariga ko'ra, 8-oksixinolin spektrining 3049.46 sm<sup>-1</sup> sohasida OH guruhining valent tebranishli chastotasi, 1093.64 sm<sup>-1</sup> sohada esa CH- bog'iga mos deformatsion tebranish, 1625.99 sm<sup>-1</sup> sohada C=N bog'ining valent tebranishi, 1579.70 sm<sup>-1</sup> xinolin xalqasiga hos xalqa tebranish, 1230.94 sm<sup>-1</sup> sohada C-N bog'iga mos valent tebranish chastotalari ham kuzatildi.



**2-rasm. Qahrabo kislotasining IQ-spektri**

2-rasmda qahrabo kislotasining IQ-spektri keltirilgan bo'lib, unga ko'ra 2926.01 sm<sup>-1</sup> sohada OH guruhining valent tebranish chastotasi, 1683.85 sm<sup>-1</sup> sohada C=O bog'ining deformatsion tebranish chastotasi, 1558.48 sm<sup>-1</sup> sohada -COOH guruhiga xos valent tebranish chastotasi kuzatildi.



**3-rasm. [Cu(C<sub>9</sub>H<sub>6</sub>NO)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>(COOH)<sub>2</sub>] kompleks birikmasi IQ-spektri**

Olingan tahlil natijalariga ko'ra, kompleks birikma spektrining 2983.88 -3072.60 sm<sup>-1</sup> sohada OH bog'iga mos deformatsion tebranish chastotasi, 1111.00 sm<sup>-1</sup> sohada esa CH- bog'iga mos assimetrik deformatsion tebranish, 1589.34 sm<sup>-1</sup> xinolin xalqasiga hos xalqa tebranish, 1192.01 sm<sup>-1</sup> sohada C-N bog'iga mos valent tebranish chastotasi, 1683.86 sm<sup>-1</sup> sohada qahrabo kislotasiga tegishli bo'lgan C=O bog'ining deformatsion tebranish chastotasi, 692.44 sm<sup>-1</sup> sohada Cu -O va 642.30 sm<sup>-1</sup> Cu -N bog'ining valent tebranish chastotalari kuzatildi.

**2-jadval.**

Ligandlar va olingan kompleks birikmaning IQ-spektri tahlili, sm <sup>-1</sup>						
	OH-	C=N	Xalqa (xinolin)	CH	Cu-O	Cu-N
C <sub>9</sub> H <sub>7</sub> NO (8-HQ)	3049.46	1625.99	1579.70	1093.64	-	-
(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (COOH) <sub>2</sub>	2926.01	-	-	-	-	-
[Cu(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> NO) <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (COOH) <sub>2</sub> ]	2983.88-3072.60	1683.86	1589.34	1111.00	692.44	642.30

**Xulosa.** 8-oksixinolinning Cu(II) ionlari va qahrabo kislotasi ishtirokida aralash ligandli kompleks birikmasi olinib, uning monokristalli o'stirildi. Kompleks birikma kristalining tuzilishi keltirildi. Kompleks birikmada Cu ning koordinatsion soni 6 ga teng. Ikki molekula 8-oksixinolin va bir molekula qahrabo kislotasi bidentant holatda koordinatsiyalangan. IQ-spektri tahliliga ko'ra dastlabki ligandlarning tegishli guruhlariga xos tebranish chastotasi kuzatildi. Kompleksning IQ-spektrida  $692.44 \text{ cm}^{-1}$  sohada Cu-O va  $642.30 \text{ cm}^{-1}$  Cu-N bog'ining valent tebranish chastotalari kuzatildi.

#### ADABIYOTLAR

1. Tisato F., Refosco F., Bandoli G. Structural survey of technetium complexes // *Coordination Chemistry Reviews*. – 1994. – T. 135. – C. 325-397.
2. Numan A. T. et al. Composition, Characterization and Antibacterial activity of Mn (II), Co (II), Ni (II), Cu (II) Zn (II) and Cd (II) mixed ligand complexes Schiff base derived from Trimethoprim with 8-Hydroxy quinoline // *Journal of Physics: Conference Series*. – IOP Publishing, 2018. – T. 1003. – №. 1. – C. 012016.
3. Abbas H. H., Saleem A. J., Kadom H. A. Prevalence of resistance E. coli against trimethoprim and sulfamethoxazole in patients with UTI // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. – 2019. – T. 11. – №. 3. – C. 778-782.
4. Hung W. C., Lin C. C. Preparation, characterization, and catalytic studies of magnesium complexes supported by NNO-tridentate Schiff-base ligands // *Inorganic chemistry*. – 2009. – T. 48. – №. 2. – C. 728-734.
5. Enquist P. A. et al. Derivatives of 8-hydroxyquinoline—Antibacterial agents that target intra-and extracellular Gram-negative pathogens // *Bioorganic & medicinal chemistry letters*. – 2012. – T. 22. – №. 10. – C. 3550-3553.
6. Agwara M. O. et al. Thermogravimetric and antimicrobial properties of some divalent metal complexes of hexamethylenetetramine // *RJPBCS*. – 2012. – T. 3. – №. 3. – C. 95-104.
7. Sunitha M. et al. Synthesis, Characterization and Antimicrobial Activity of Transition Metal Complexes of Schiff Base Ligand Derived from 3-Ethoxy Salicylaldehyde and 2-(2-Aminophenyl) 1-H-benzimidazole // *Journal of Chemistry*. – 2012. – T. 9. – №. 4. – C. 2516-2523.
8. Short B. R. D. et al. In vitro activity of a novel compound, the metal ion chelating agent AQ<sup>+</sup>, against clinical isolates of *Staphylococcus aureus* // *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. – 2006. – T. 57. – №. 1. – C. 104-109.
9. Albrecht M., Fiege M., Osetka O. 8-Hydroxyquinolines in metallosupramolecular chemistry // *Coordination Chemistry Reviews*. – 2008. – T. 252. – №. 8-9. – C. 812-824.
10. Crichton R. R., Dexter D. T., Ward R. J. Metal based neurodegenerative diseases—from molecular mechanisms to therapeutic strategies // *Coordination Chemistry Reviews*. – 2008. – T. 252. – №. 10-11. – C. 1189-1199.
11. Vanparia S. F. et al. Synthesis, characterization and antimicrobial study of novel 4-[(8-hydroxyquinolin-5-yl) methyl] amino benzenesulfonamide and its oxinates // *Acta Chim Slov*. – 2010. – T. 57. – №. 3. – C. 600-667.
12. Nazarov Y.E., Turaev K.K., Suyunov J.R., Alimnazarov B.K., Rasulov A.A., Ibragimov B.T., Ashurov J.M. 8-Hydroxyquinolinium trichlorido (pyridine-2, 6-dicarboxylic acid-κ3O, N, O') copper (II) dihydrate // *Structure Reports*. – 2024. – T. 80. – №. 10. <https://doi.org/10.1107/S2056989024009186>
13. Agwara M. O. et al. Synthesis, characterisation and antimicrobial activities of cobalt (II), copper (II) and zinc (II) mixed-ligand complexes containing 1, 10-phenanthroline and 2, 2'-bipyridine // *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*. – 2010. – T. 24. – №. 3.



UDK:159.9(575.1)

**Alisher ISHANKULOV**,  
Samarqand davlat universiteti doktoranti  
E-mail:ishankulov-alisher@mail.ru  
**Farangiz SOBIROVA**,  
Samarqand davlat universiteti tayanch doktoranti  
**Qadriddin XALILOV**,  
Samarqand davlat universiteti dotsenti  
**Yuriy GALYAMETDINOV**,  
Qozon milliy tadqiqot texnologiyalar universiteti professori, (Rossiya)  
E-mail:yugal2002@mail.ru  
**Nurali MUXAMADIEV**,  
Samarqand davlat universiteti professori

Turin politexnika universiteti professori, k.f.d. O.Ruzimuradov taqrizi asosida

### SYNTHESIS AND PHOTOCATALYTIC PROPERTIES OF CARBON DOTS g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/CdZnS

Annotation

In this paper, the main methods for the synthesis of carbon dots are considered, including hydrothermal, pyrolytic, ultrasonic and electrochemical approaches. Particular attention is paid to the influence of particle size, surface and heteroatom doping on their photocatalytic properties. Carbon dots have significant potential in photocatalysis, including the degradation of organic pollutants, photocatalytic water decomposition and other redox processes.

**Key words:** Carbon dots, photocatalysis, synthesis, nanoparticles, hydrothermal method, pyrolysis, optical properties, degradation of organic pollutants.

### СИНТЕЗ И ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕРОДНЫХ ТОЧЕК g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/CdZnS

Аннотация

В данной работе рассматриваются основные методы синтеза углеродных точек, включая гидротермальные, пиролизические, ультразвуковые и электрохимические подходы. Особое внимание уделено влиянию размера частиц, поверхности и допирования гетероатомами на их фотокаталитические свойства. Углеродные точки обладают значительным потенциалом в фотокатализе, в том числе для деградации органических загрязнителей, фотокаталитического разложения воды и других окислительно-восстановительных процессов.

**Ключевые слова:** Углеродные точки, фотокатализ, синтез, наночастицы, гидротермальный метод, пиролиз, оптические свойства, деградация органических загрязнителей

### g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/CdZnS UGLEROD NUQTALARINING SINTEZI VA FOTOKATALITIK XOSSALARI

Аннотация

Ushbu ishda gidrotermik, pirolitik, ultratovush va elektrokimyoviy yondashuvlarni o'z ichiga olgan uglerod nuqtalarini sintez qilishning asosiy usullarini ko'rib chiqilgan. Zarrachalar o'lchami, sirt yuzasi va geteroatomlar bilan legirlash ularning fotokatalitik xossalari ta'siriga alohida e'tibor beriladi. Uglerod nuqtalari fotokatalizda muhim potentsialga ega, shu jumladan organik ifloslantiruvchi moddalarning parchalanishi, suvning fotokatalitik parchalanishi va boshqa oksidlanish-qaytarilish jarayonlari.

**Kalit so'zlar:** Uglerod nuqtalari, fotokataliz, sintez, nanozarrachalar, gidrotermik usul, piroliz, optik xossalar, organik ifloslantiruvchi moddalarning parchalanishi.

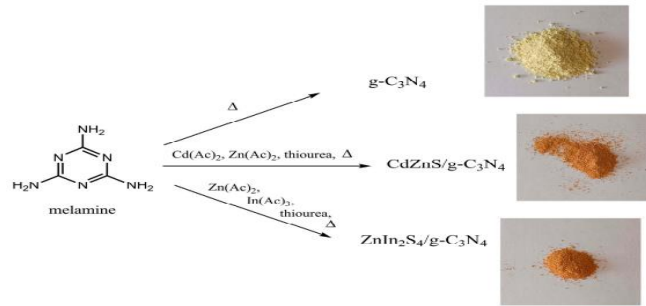
**Kirish.** Uglerod nuqtalari o'lchamlari 10 nm dan kam bo'lgan uglerod nanozarralari bo'lib, ular noyob fizik-kimyoviy xossalari tufayli katta e'tiborni tortdi. Ushbu nanomateriallar yuqori fotolyuminesentsiya, bioslashuv, kimyoviy barqarorlik va atrof-muhitga zarar yetkazmaydi, bu ularni biotibbiy tasvirlash, optoelektronik qurilmalar va fotokataliz kabi keng ko'lami ilovalar uchun istiqbolli yo'nalishlardan biri bo'lib kelmoqda [1-3].

Uglerod nuqtalarining fotokatalitik xossalari ularning to'liq uzunliklarining keng diapazonida yorug'likni yutish va organik ifloslantiruvchi moddalarni parchalashi va turli oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida ishtirok etishi mumkin bo'lgan reaktiv kislorod turlarini hosil qilish qobiliyati bilan bog'liq. Titan oksidi (TiO<sub>2</sub>) kabi an'anaviy fotokatalizatorlardan farqli o'laroq, uglerod nuqtalari bir qator afzalliklarga ega, jumladan, arzonligi, zaharsizligi va zarrachalar o'lchamini, sirt funksional guruhlarni o'zgartirish va geteroatomlar (azot, oltingugurt, fosfor).

Ushbu ishning maqsadi uglerod nuqtalarini sintez qilishning zamonaviy usullarini ko'rib chiqish va ularning fotokatalitik xususiyatlarini o'rganish, shuningdek, katalitik jarayonlarda ushbu nanomateriallarning samaradorligiga ta'sir qiluvchi omillarni tahlil qilishdir.

**Tajribaviy qism.** Kadmiy atsetat digidrat (98,0%, Reahim, Rossiya), Melamin (99%, Sigma Aldrich, AQSH), selenli metall kukuni (99,5%), rux atsetat digidrat (98,0%), indiy asetat (III) (99%, Sigma Aldrich, AQSH), tioatsetamid (98%) (); olein kislotasi (sof, TU 6-09-5290-86), natriy gidroksid (analitik toza, GOST 4328-77), metilen ko'k (99%, Lenreactiv, Rossiya), 1,4-benzokinon (99%, Reahim, Rossiya), rektifikatsiyalangan etanol (GOST 18300-87), n - geksan (sof), distillangan suv (pH=7).

g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> tuzilmalari melaminni 10 gradus/min dan 500 °C (120 min) gacha qizdirish tezligida va azot atmosferasida 30 minut davomida 500 °C ushlab turish tezligida termal parchalanishi natijasida olingan. 0,133 g (0,5 mmol) kadmiy asetat dihidrat, 0,110 (0,5 mmol) rux asetat digidrat, 0,19 g (2,5 mmol) tiokarbamid va 0,5 g (4 mmol) melamin CdZnS/g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> tuzilmasini olish uchun aralashtirildi. CdZnS va ZnIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub> namunalari melamindan foydalanmasdan o'xshash sharoitlarda sintez qilingan [4-6]. g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> tuzilmalarining sintezi melaminning 500 °C haroratda parchalanishi orqali amalga oshirildi. Piroliz vaqtining ta'sirini o'rganish uchun g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 550 °C da mos ravishda 0, 15, 30, 60, 120 va 240 daqiq davomida sintez qilindi. CdZnS/g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> va ZnIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub>/g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> geterostrukturalari oltingugurt manbai sifatida melamindan va bu metallarning atsetatlar aralashmasidan tiokarbamid dan katta miqdorda sintez qilingan (1-rasm).



1-rasm. Uglerod nuqtalarining sintezi va fotosuratlari sxemasi.

Tayyorlangan barcha namunalar och sariq rangda edi. Yutilish spektrlari Perkin Elmer Instrumental LAMBDA 35 UV/VIS Spektrometrida olingan.

Lyuminetsent spektrlari Cary Eclipse (Varian) spektrofluorimetrida qayd etilgan. Natijalarni olish 25 °C haroratda o'tkazildi.

Kvant nuqtalar (KN) ning gidrodinamik o'lchamlari va nanozarrachalarning o'lchamli taqsimoti 632,8 nm da diapason Malvern Zetasizer nano qurilmasida aniqlandi.

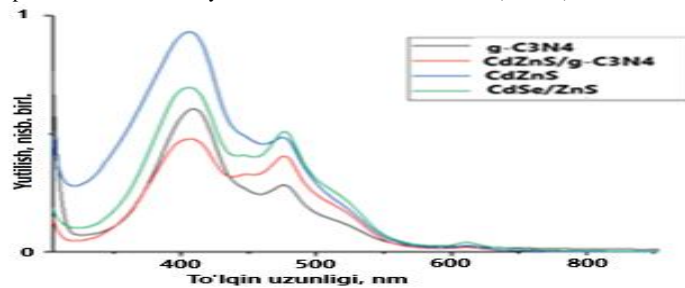
#### Natijalar muhokamasi

Mualliflar [7] ma'lumotlariga ko'ra, energetik qo'zg'alish cho'qqisining holati quyidagi formula yordamida KNlarning o'rtacha o'lchamini baholash uchun ishlatilishi mumkin:

$$D = (1,6122 \cdot 10^{-9}) \cdot \lambda^4 - (2,6575 \cdot 10^{-6}) \cdot \lambda^3 + (1,6242 \cdot 10^{-3}) \cdot \lambda^2 - 0,4277 \cdot \lambda + 41,57 \quad (1)$$

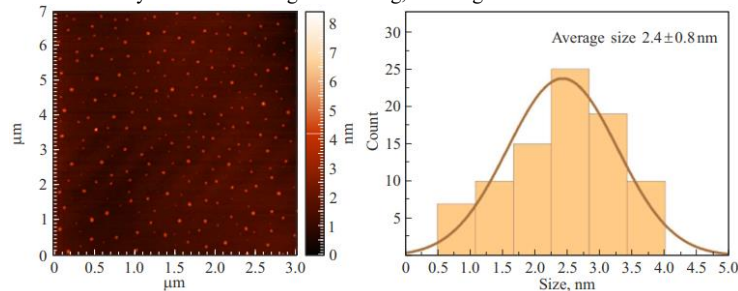
bu erda  $\lambda$  - yutilish spektrlaridagi birinchi qo'zg'alish cho'qqisining to'lqin uzunligi (1-rasm).

Limon kislotasi va karbamid bilan o'tkazilgan tajriba natijasida past konsentratsiyalarda fotoluminesansning intensivligi oshdi, lekin yuqori konsentratsiyalarda fotoluminesansning qo'zg'alishi olinmadi. Buning sababi shundaki, CKN va karbamidning past konsentratsiyasida reaksiya tezligi juda sekin. Reaksiya vaqti prekursor konsentratsiyasi ortishi bilan ortishi kuzatildi (2-rasm).



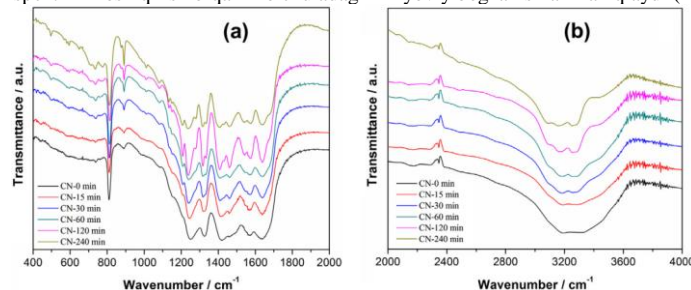
2-rasm. g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> va CdZnS/g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> kompozitlarining yutilish spektrlari

Uglerod nuqtalarining o'lchami Solver Pro-M atom kuchlari mikroskopi (AFM) (NT-MDT, Rossiya) yordamida olingan. Shu maqsadda 70 mL uglerod nuqta eritmasi sirt yuzasiga quyidagi parametrlar bilan santrifulyash orqali qo'llanildi: 250 r/min da 3 s va 1000 r/min da 25 s. KNlarni 15 daqiqa davomida 120 °C haroratda bir meyorda ushlab turilgandan so'ng, ularning o'lchamlari o'lchandi.



3-rasm. g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> uglerod nuqtalarining AFM tasvirlari, ularning o'lcham taqsimotining mos keladigan gistogrammalari.

Furye transformatsion infraqizil spektroskopiya (FTIR) spektrlari Nicolet Nexus spektrometrida KBr granulariga o'rnatilgan namunalarda qayd etilgan. Bunda infraqizil yutilish spektrini hosil qilish orqali molekuladagi kimyoviy bog'lanishlarni aniqlaydi (4-rasm).



4-rasm. 400-2000 sm<sup>-1</sup> va 2000-4000 sm<sup>-1</sup> oralig'ida turli vaqt davomida ishlov berilgan g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> namunalarning FT-IR spektrlari (b)

4-rasmda g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> KNning amorf uglerod nuqtalarining AFM tasvirlari, ularning o'lchamlari taqsimotining tegishli gistogrammalari ko'rsatilgan. AFM tasvirlari va ularning o'lchamlari taqsimotining tegishli gistogrammalariga ko'ra, rasmda keltirilgan g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> kvant nuqtalarining oddiy uglerodli uglerod nuqtalari o'rtacha 2,4 ± 0,8 nm va 1,8 ± 0,8 nm bilan tavsiflanadi. Shuni ta'kidlash kerakki, uglerodning dializ jarayoni, shuningdek, amorf uglerod nuqtalari, ularning o'rtacha o'lchamini kichrayishiga olib keldi.



g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/CdZnS/uglerod nuqtalari kompozitsiyasi alohida komponentlarga nisbatan yaxshilangan fotokatalitik faollikni ko'rsatdi. Buning sababi shundaki, uglerod nuqtalari sezgirlashtiruvchi rolini o'ynaydi va yaxshilangan zaryadni ajratish va elektron uzatishni oshirish orqali kvant samaradorligini oshirishga yordam beradi.

Uglerod nuqtalarining mavjudligi va ularning kompozit bilan o'zaro ta'siri tufayli ko'rinadigan yorug'lik ta'sirida organik ifloslantiruvchi moddalarning parchalanish reaksiyasida fotokatalizatorning barqarorligi va samaradorligini sezilarli darajada oshirishga erishish mumkin edi.

Olingan natijalar suvni tozalash, havoni tozalash va fotokatalizni talab qiladigan boshqa jarayonlarda foydalanish mumkin bo'lgan g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> va CdZnS asosidagi an'anaviy fotokatalizatorlarni o'zgartirish uchun uglerod nuqtalaridan foydalanish va dasini ko'rsatadi.

**Xulosa.** Ushbu ishda limon kislotasi asosidagi amorf va uglerod nuqtalarining strukturaviy va optik xususiyatlari 180 dan 320 °C gacha bo'lgan sintez haroratida olingan va o'rganilgan. Atom kuchlari spektroskopiyasidan foydalanish dializ jarayonidan oldin va keyin (2,4 ± 0,8) amorf va uglerod nuqtalarining o'lchamlarini olish imkonini berdi. g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/CdZnS kompozitining uglerod nuqtalarini sintez qilish orqali yaxshilangan fotokatalitik xususiyatlarga ega fotokatalizatorni olishning samarali usuli muvaffaqiyatli ishlab chiqildi.

Ushbu tadqiqot Rossiya fundamental tadqiqotlar fondi va Tatarston Respublikasi hukumati tomonidan 15-37-20441 - raqamli ilmiy loyiha doirasida moliyaviy qo'llab-quvvatlandi.

#### ADABIYOTLAR

1. Hong J. et al. Mesoporous carbon nitride with in situ sulfur doping for enhanced photocatalytic hydrogen evolution from water under visible light // *Journal of Materials Chemistry*. – 2012. – T. 22. – №. 30. – C. 15006-15012.
2. Gill R., Zayats M., Willner I. Semiconductor quantum dots for bioanalysis // *Angewandte Chemie International Edition*. – 2008. – T. 47. – №. 40. – C. 7602-7625.
3. Ishankulov A.F., Khalilov R.F., Shamilov R.R., Galyametdinov Y.G., Mukhamadiev N.R., Size-optical characteristics of CdSe/ZnS quantum dots modified by thiol stabilizers // *Journal of Sol-Gel Science and Technology*. – 2023. – C. 1-6.
4. Martindale B. C. M. et al. Solar hydrogen production using carbon quantum dots and a molecular nickel catalyst // *Journal of the American Chemical Society*. – 2015. – T. 137. – №. 18. – C. 6018-6025.
5. Reiss P., Protiere M., Li L. Core/shell semiconductor nanocrystals // *small*. – 2009. – T. 5. – №. 2. – C. 154-168
6. Saidzhonov B.M., Zaytsev V.B., Vasiliev R.B. Effect of PMMA polymer matrix on optical properties of CdSe nanoplatelets // *Journal of Luminescence*. – 2021. – T. 237. – C. 118175.
7. Shamilov R. R., Ishankulov A. F., Galyametdinov Yu. G. Dimensional and optical characteristics of CdSe/ZnS quantum dots modified with thiol stabilizers // *Bulletin of the Technological University*. - 2020. - T. 23. - No. 3. - S. 19-22.



UDK:582.121.2

*Shodibek KASIMOV,*  
Guliston davlat universiteti dotsenti  
E-mail: shukrona1141603@mail.ru  
*Alinjon MATCHANOV,*  
Bioorganik kimyo instituti tajriba-texnologik laboratoriya mudiri  
*Mirfayzi TURSUNOV,*  
Guliston davlat universiteti o'qituvchisi

JDPU kimyo fanlari doktori, M.Sultonov taqrizi asosida

### SOME PHYSICO-CHEMICAL DIMENSIONS OF SUPRAMOLECULAR COMPLEXES OF GALLIC ACID WITH GLYCYRRHIZIN ACID AND ITS SALTS

Annotation

In this state, glycyrrhizic acid and its products are present in several different ratios of gallic acid, i.e. 1:2; 1:4; Information is provided on methods for obtaining new supramolecular compounds obtained in a molar ratio of 1:8, and some physicochemical properties of the resulting compounds. The results of the analysis of the chemical structure obtained by a new method of IR and UV spectroscopy are presented.

**Key words:** molar ratio, glycyrrhizic acid, gallic acid, spectrum, IR and UV spectroscopy, structure, physiologically active compounds..

### НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ РАЗМЕРЫ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ГАЛЛИЕВОЙ КИСЛОТЫ С ГЛИЦИРРИЗИНОВОЙ КИСЛОТОЙ И ЕГО СОЛЯМИ

Аннотация

В данной статье глицирризиновая кислота и ее производные представлены в нескольких различных соотношениях галловой кислоты, т.е. 1:2; 1:4; Приведены сведения о методах получения новых супрамолекулярных соединений, полученных в мольном соотношении 1:8, и некоторых физико-химических свойствах полученных соединений. Представлены результаты анализа химической структуры полученных новых соединений методами ИК- и УФ-спектроскопии.

**Ключевые слова:** молярная соотношения, глицирризиновая кислота, галловая кислота, спектр, ИК- и УФ-спектроскопия, строение, физиологически активное соединения.

### GALL KISLOTASINING GLITSIRRIZIN KISLOTA VA UNING TUZLARI BILAN SUPRAMOLEKULAR KOMPLEKSLARINING AYRIM FIZIK-KIMYOVIY KATTALIKLARI

Аннотация

Ushbu maqolada glitsirrizin kislotasi va uning hosilalari bilan gall kislotasining bir necha xil ya'ni 1:2; 1:4; 1:8 molyar nisbatlarda olingan yangi supramolekulyar birikmalarini olish usullari va olingan birikmalarining ayrim fizik-kimyoviy xususiyatlari to'g'risidagi ma'lumotlar berildi. Olingan yangi birikmalarining kimyoviy tuzilishini IQ- va UB-spektroskopiyaga usullaridagi taxlil natijalari keltirildi.

**Kalit so'zlar:** molyar nisbatlar, glitsirrizin kislotasi, gall kislotasi, spektr, IQ- va UB-spektroskopiyaga, struktura, fiziologik faol birikma.

**Kirish.** Jahonda ko'pgina yirik tadqiqot markazlarida o'simlik xom-ashyolari asosida olingan yuqori samarali, biologik faollikka ega bo'lgan stimulyatorlarni yaratish bo'yicha tegishli ilmiy yechimlarni asoslash: gall kislotasi bilan glitsirrizin kislotasi (GK) va uning ayrim tuzlari bilan supramolekulyar komplekslarini olish, ularning suvda eruvchanlik xususiyatlarini oshirish hamda ularni qayta ishlash sanoati chiqindilaridan qishloq xo'jaligi ekinlari uchun bioo'g'it olishga yo'naltirilgan ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada shirinmiya (*Glycyrrhiza glabra* L.) o'simligi chiqindilarini utilizatsiya qilish va ulardan qishloq xo'jaligi ekinlari uchun bioo'g'it olishga alohida e'tibor berilmoqda.

Mamlakatimizda A.A.Toychiev, D.N.Dalimov, A.A. Axunov, H.H.Qo'shiev, A.D.Matchanov, M.B.Gafurovlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda ham ayrim qishloq xo'jaligi o'simliklarining o'sish va rivojlanishiga fiziologik faol moddalarning ta'siri tadqiq qilingan. Shunga ko'ra, tabiiy birikmalarini olish va ular asosida supramolekulyar komplekslarini olish, fizik-kimyoviy va o'simliklarning o'sishi hamda rivojlanishiga ta'sirini aniqlash bilan bog'liq ilmiy tadqiqotlarni amalga oshirish ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Ko'p hollarda modifikatsiyalangan tabiiy birikmalar o'zining ba'zi fizik va kimyoviy xossalari jixatidan tabiiy moddalardan ustunlik jixatlariga ega. Yuqorida ko'rsatilgan moddalar qatoriga glitsirrizin kislotasi va uning hosilalarini kiritish mumkin.

GK va ularning hosilalari asosida dori vositalari yaratilishida uning gel hosil qilish xususiyati asosiy omillardan biri bo'lib hizmat qiladi [1-2].

Shuni e'tiborga olgan holda ushbu tadqiqot ishida glitsirrizin kislotasi va uning monoalmashgan hosilalarining gall kislotaga ta'sirining kimyoviy mexanizmi va uning tuzilishini IQ- va UB- spektroskopik analiz usullarida tadqiq qilishni maqsad qildik.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Gall kislotasi tarkibi  $C_6H_2(OH)_3COOH$  dan iborat bo'lgan polifenol birikmadir. Gall kislotasi monogidrat shaklida bo'lib, rangsiz kristall modda. Erish harorati 220-221°C. Eruvchanligi (g 100 ml erituvchida): suvda - 1,16 (25 °C), 33 (100°C); etanol- 27,2 (25 °C); efir-2,5 (15 °C) [3]. Ishqoriy eritmalarda gall kislotasi kislorodni yutadi. Ohak suvi (kaltsiy gidroksid) va ammiak bilan gall kislotasi oq cho'kmalar hosil qiladi. Tanninlardan farqli o'laroq, gall kislotasi jelatinni cho'krtirmaydi. U qizdirilganda oltin va kumush tuzlarini qaytara oladi, shuningdek, kislotali kaliy permanganat eritmasini beradi. Feling suyuqligi gall kislotasi bilan kamaymaydi. Gall kislotasi tabiatda eng ko'p uchraydigan organik kislotalardan biridir [3-4].

**Tadqiqot metodologiyasi.** Ushbu tadqiqot ishining maqsadi gall kislotasining tanlovchanlik xususiyatini oshirish va ularning suvda eruvchanlik muammolarini hal etish orqali farmakologik ta'sirini kengaytirish, zaharlilik darajasini kamaytirish maqsadida glitsirrizin kislotasi (GK) hosilalari bilan supramolekulyar birikmalarini olish va ularning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o'rganishdan iborat.

Tadqiqot avvalida glitsirrizin kislotasi (GK) va uning monoammoniyli tuzi (GKMAT) bilan gall kislotasining 1:2, 1:4, 1:8 nisbatlardagi supromolekulyar birikmalari olindi. So'ngra ularning fizik-kimyoviy xususiyatlari o'rganildi. Sintez qilingan birikmalar tuzilishi IQ- va UB-spektroskopiyaga usullarida tadqiq qilindi.

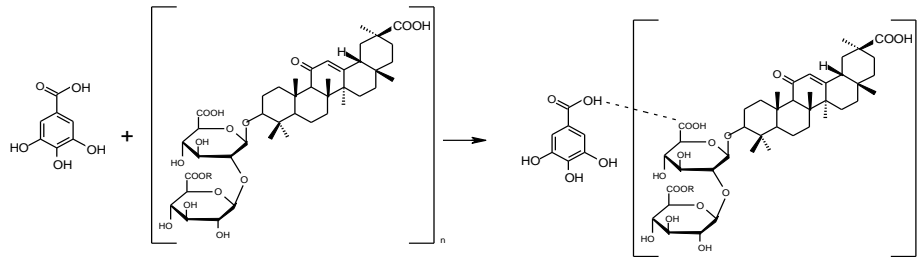
**Tahlil va natijalar.** GKMAT bilan gall kislotasining 1:2, 1:4, 1:8 nisbatlarda supromolekulyar birikmalarini olish uchun yangi sintez qilingan GK ning monoammoniyli tuzi, gall kislotasi, organik erituvchilardan; xloroform, benzol, atseton "k.it.", etil spirti "t.", atsetonitril, dietilefir, sulfat kislotalardan foydalanildi.

Daslabki va sintez qilingan moddalarning tuzilishi IQ spektrlari - Elmer System 2000 FT-IR (Yaponiya) spektrometrida, UB spektri – UB 1280 spektrometrlarida (Yaponiya) tadqiq qilindi.

Ma'lum miqdordagi GK ga aralashtirib turgan holda etil spirti muhitida tanlangan qulay sharoitlarda gall kislotasi ta'sir ettirildi. Reaksiya oxiriga etgach, reaksiyon aralashma filtrlab olinib, erituvchi rotorli bug'latgich yordamida vakuumda haydab olindi, suvli qismi liofil quritgichda quritildi. Olingan supromolekulyar kompleks suvda yaxshi eriydi, 183 °C da parchalanadi.

-Gall kislotasining GK (1:2) hamda GKMAT bilan 1:2, 1:4 va 1:8 nisbatlarda supromolekulyar komplekslari quyidagi umumiy 1-sxemaga asosan olindi.

1-sxema



Gall kislotasining GKMAT bilan 1:2, 1:4 va 1:8 nisbatlarda supromolekulyar komplekslari suv-spirt sistemasida olindi. Olingan komplekslarning fizik-kimyoviy kattaliklari hamda eruvchanligi aniqlandi. Hosil qilingan supramolekulyar komplekslar och sariq rangli kukun holidagi moddalar bo'lib, barcha komplekslar suvda va suv-organik erituvchilardan iborat sistemalarda yaxshi eriydi, toza organik erituvchilarda esa erimaydi. Sintez qilingan moddalarning ayrim fizik-kimyoviy xususiyatlari 1- jadvalda keltirildi.

1-jadval

GK gallat tuzi va GKMAT ning gall kislotasi supramolekulyar komplekslarining ba'zi fizik-kimyoviy tavsiflari

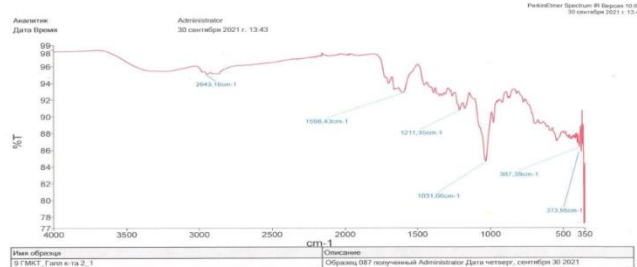
№	Sintez qilingan moddalar	Mol nisbatlar	T <sub>suvoq</sub> , °S (par)	Unum %	Eruvchanlik
1	GK:GallK	1:2	183±3	98	Suv, suv-etanol, suv-atsetonitril
2	GKMAT:GallK 2:1	1:2	198±1	99,3	Suv, suv-etanol, suv-atsetonitril
3	GKMAT:GallK 4:1	1:4	200±1	98,4	Suv, suv-etanol, suv-atsetonitril
4	GKMAT:GallK 8:1	1:8	202±1	98,2	Suv, suv-etanol, suv-atsetonitril

GKMATning supramolekulyar komplekslari GK xosil qilgan komplekslarga nisbatan suvda eruvchanligi yuqori. Bundan tashqari GK va GKMATning bir xil modda bilan hosil qilgan komplekslarining biologik faolligi turlichadir.

Ma'lumki, IQ-spektroskopiya tekshirilayotgan modda tarkibidagi atom va molekularning tebranma harakati bilan bog'liq bo'lgan nazariyaning asosini tashkil etadi.

Bu usul yordamida alohida reagentlar va komplekslarning spektridagi yutilish chiziqlari orasidagi farqlar asosida yangi ta'sirlashuv hamda hosil bo'lgan yangi bog'lanishlar haqida xulosa chiqarish imkoni mavjudligini hisobga olib, tadqiqotlarimiz natijasida olingan yangi supramolekulyar komplekslarning tuzilishini tadqiq qilish uchun IQ –spektroskopiya usulidan foydalanildi.

Molekulalardagi atomlar va atom guruhlariga xos bo'lgan tebranishlar shakli ayni chastotada tebranayotgan barcha atomlarning tebranish amplitudasiga va o'z navbatda, normal tebranish vaqtidagi kimyoviy bog' uzunligi va bog'lararo burchakning o'zgarishiga bog'liq bo'ladi. Agar molekula tebranishi natijasida atomlararo kimyoviy bog' (yoki bog'lar) qisqarsa yoki uzaysa molekulaning bunday xarakati shakli valent tebranish deb ataladi. Valent tebranishlar soni molekuladagi kimyoviy bog'lar soniga teng bo'ladi [5].



1-rasm. Gall kislotasi va GKMATning 2:1 nisbatidagi kompleksining IQ- spektri.

Alohida Gall kislotaning IQ- spektri va GKMATning Gall kislotasi bilan 1:2 nisbatidagi supramolekulyar kompleksining IQ- spektri taqqoslanganda taxlil natijalari ko'rsatishicha, supramolekulyar komplekslarning spektrlarida kompleks birikmalar tarkibidagi gidroksil (OH) guruhlarining valent tebranishlari 3212 sm<sup>-1</sup> sohada kuzatilgan bo'lsa, gall kislotaning gidroksil (OH) guruhlarining valent tebranishlari 3300-3400 sm<sup>-1</sup> sohada namoyon bo'ladi. supramolekulyar kompleksdagi karboksil guruhi karbonilaring valent tebranishlari 1701,43- 1615 (CO) sm<sup>-1</sup> sohalarida kuzatilsa, GK tarkibidagi karboksil guruhlarining karbonillari valent tebranishlari 1725-1651sm<sup>-1</sup> sohada kuzatiladi (1-rasm).

Kompleks molekulasidagi (CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>) guruhlariga tegishli 1591,17 sm<sup>-1</sup> tebranishlar, GK tarkibidagi 1454,33 sm<sup>-1</sup> (CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>) sohada kuzatiladi. Spektral sohalaridagi yutilish chiziqlari orasidagi tegishli farqlar yangi ta'sirlashuv hamda hosil bo'lgan yangi bog'lanishlar haqida xulosa chiqarish imkoni beradi. Olingan yangi supramolekulyar komplekslarning UB-spektrlari va IQ-spektrlarining qiymatlari 2-jadvalda keltirildi.

2-jadval

Olingan moddalarning UB-spektr va IQ-spektrlari

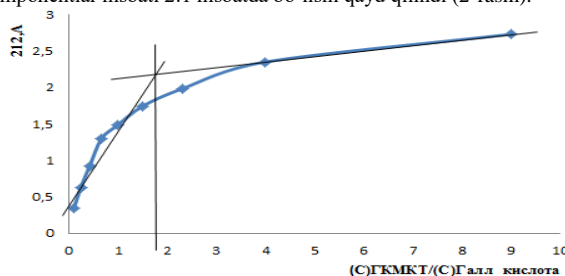
№	Olingan moddalar	UB-spektr (50 % etanol, λ <sub>max</sub> , nm) (lgε)	IQ-spektr (ν, sm <sup>-1</sup> )
1	GK: GallK	257(4,7)	3375(OH), 2920, 23-2858, 15(CH), 1714, 72(C=O), 1645, 28(C=O), 1595, 13(CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> ), 1556, 559(CH), 1504, 48-1454, 33(CH), 1386, 82(COO), 1307, 74-1261, 45(CH), 1211, 30(CH), 1165(C-O-C-C-OH), 1041, 56(C-O-C-C-OH), 981, 71(=CH)
2	GKMAT va GallK 2:1	261(4,8) 219(4,9)	ν(OH)=3312, ν(CH, CH <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> )=2943, ν(C=O)=1701, ν(C <sub>11</sub> =O, C=C)=1615, ν(COO)=1598, δ(CH <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> )=1452, δ(CH)=1388, 1328, 1211, δ(C-O-C-C-OH)=1165, ν(C-O-C)=1032, δ(=CH)=981

3	ГКМКТ ва ГаллК 4:1	258(4,9) 222(4,3)	$\nu(\text{OH})=3319$ , $\nu(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)=2948$ , $\nu(\text{C}=\text{O})=1716$ , $\nu(\text{C}_{11}=\text{O}, \text{C}=\text{C})=1621$ , $\nu(\text{COO}^-)=1595$ , $\delta(\text{CH}_2, \text{CH}_3)=1452$ , $\delta(\text{CH})=1347, 1212$ , $\delta(\text{C}-\text{O}-\text{C}, \text{C}-\text{OH})=1173$ , $\nu(\text{C}-\text{O}-\text{C})=1032$ , $\delta(\text{C}=\text{CH})=978$
4	ГКМКТ ва ГаллК 8:1	257(4,9)	$\nu(\text{OH})=3315$ , $\nu(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)=2942$ , $\nu(\text{C}=\text{O})=1700$ , $\nu(\text{C}_{11}=\text{O}, \text{C}=\text{C})=1602$ , $\nu(\text{COO}^-)=1588$ , $\delta(\text{CH}_2, \text{CH}_3)=1387$ , $\delta(\text{CH})=1362, 1213$ , $\delta(\text{C}-\text{O}-\text{C}, \text{C}-\text{OH})=1172$ , $\nu(\text{C}-\text{O}-\text{C})=1032$ , $\delta(\text{C}=\text{CH})=979$

Adabiyotlarda qayd etilishicha, GK molekulasining "mehmon-mezbon" holidayi klatrat birikmalar hosil qilish xususiyati, uning tibbiyotda qo'llaniladigan bir qator dori vositalari bilan bir qator supramolekulyar komplekslarini olish va ularning molekulyar kapsullash samarasi hisobiga faolligini oshirish hamda davolash indeksini kengaytirish maqsadida qo'llanilgan [6-7].

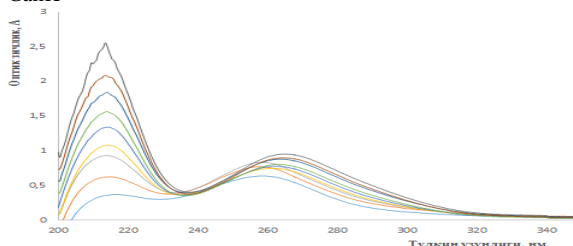
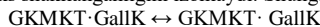
Odatda supramolekulyar birikmalar hosil bo'lish jarayonida mezbон molekulado bir necha bog'lanish hosil qiluvchi faol markazlar mavjudligi va bu molekuladagi komplementarlik xususiyati mezbон molekulaning mehmonlarni aniq belgilangan tuzilma bo'yicha tanlab olish imkonini beradi. Bu esa mezbон va mehmon molekularning geometrik tuzilishi ya'ni retseptor molekulasidagi bo'shliqning diametri substrat molekulasining radiusiga mos kelishi kerakligi bilan izohlanadi [8].

GKMKTning Gall kislota bilan supramolekulyar komplekslari stexiometrik tarkibi Ostromo'slenskiy-Jobaning izomolyar tizim metodi bilan aniqlandi. Tadqiqot natijalari ko'rsatishicha, komplekslarning tarkibiy qismlari 2:1 nisbatda hosil bo'ladi. Quyidagi grafikaviy egri chiziqda ko'rsatilganidek, komponentlarning nisbatiga ko'ra optik zichlikning o'zgarishidan kompleksning izomolyar tizimi ko'rsatkichi  $\approx 2,0$  ga teng bo'lib, shunga asosan kompleksdagi komponentlar nisbati 2:1 nisbatda bo'lishi qayd qilindi (2-rasm).



2-rasm.  $\lambda=212$  nm da ( $S(\text{GallK})=10^{-4}$  M,  $S(\text{GKMKT})=10^{-4}$  M, pH=7,2) komponentlar izomolyar tizimi nisbatiga ko'ra optik zichligi ( $\Delta A$ ) ning o'zgarishi.

Supramolekulyar kompleks (I) tizimi egri chizig'iga ko'ra ko'rsatilganidek, 240 va 320 nm oralig'idagi nuqtalarda spektrlarning yutilishi kuzatiladi (3-rasm). Ma'lumki, spektrdagi izobestik nuqtalarning mavjudligi ma'lum oraliqda sistemadagi komponentlardan bitta tipga mansub kompleks shakllanganligini izohlaydi. Shunga ko'ra eritmada GKMKT va GallK komponentlari asosida GKMKT: GallK kompleksi aniqlandi:



3-rasm. Eritmalarning izomolyar seriyasida spektrlarning yutilish egri chizig'i ( $S(\text{GallK})$  q  $10^{-4}$  M,  $S(\text{GKMKT})$  q  $10^{-4}$  M, pH 7,2).

Tarkibi 2:1 nisbatda bo'lgan eritmada komplekslar nisbati bo'yicha  $K$  koeffitsienti hisoblanib, shu asosida kompleks hosil bo'lish jarayoni uchun Gibbs erkin energiyasi ( $\Delta G$ ) hisoblandi.

**Xulosa va takliflar.** Shunday qilib Gall kislotaning GKMKT bilan olingan supramolekulyar komplekslari stabilashida GKMKT molekulasida tarkibidagi karbonil guruhi kislorodi va Gall kislotaning molekulasidagi gidroksil guruhi hamda o'zida umulashmagan juft elektronlarni saqlagan azot atomi molekulararo dipol-dipol o'zaro ta'sir va vodorod bog'lari ishtirok qilishi aniqlandi.

Kompleks birikmalar vodorod bilan bog'lanadigan qo'shimcha umulashmagan juft elektronlar yordamida elekromanfiyligi yuqori bo'lgan atom saqlagan ta'sirlashayotgan molekular orasida ikki juft atomlarning o'zini-o'zi yig'ishi jarayoni supramolekulyar birikmaning hosil bo'lishi asosida yuzaga kelishi imkonini beradi.

GKMKTning Gall kislota bilan 1:2, 1:4, 1:8 nisbatlardagi supromolekulyar komplekslari va GK ning gallat tuzini olish metodikasi ishlab chiqildi, ularning fizik kimyoviy xossalari o'rganilib, tuzilishi IQ- va UB- spektroskopiya usulida tadqiq qilindi.

#### ADABIYOTLAR

1. Г.А.Толстикова, Л.А. Балтина, Э.Э Шульц, А.Г Покровский// Глицирризиновая кислота. 1997.Т 23. № 9 С.691-709.
2. Г.А.Толстикова, Л.А.Балтина, В.П.Гранкина и др. Солодка биоразнообразия, химия, применение в медицине. Новосибирск. "ГЕО". 2007. 312 с.
3. Гауптман З., Грефе Ю., Ремане Х. Органическая химия. – Москва: "Химия", 1979. – 531-536 с.
4. Y. Absalan, E. A. Fortalnova, N. N. Lobanov, E. V. Dobrokhotova, O. V. Kovalchukova, J. Organometal. Chem., 2018, P.859, 80.
5. Крылов А.С., Вториан А.Н., Герасимов Ю.В. Обработка данных инфракрасной Фурье-спектроскопии, Методич. пособие, №832 Ф., Красноярск, Институт физики СО РАН, 2005, 48 с.
6. Юлдашев Х.А., Абдушукурова С.Э., Выпова Н.Л., Гафуров М.Б. Противовоспалительная активность супрамoleкулярных комплексов некоторых производных глицирризиновой кислоты с ацетилсалициловой кислотой // Академик С.Ю. Юнусов хотирасига бағишланган ёш олимлар илмий анжумани ЎМКИ: Тез. тўп. 18-19 март 2004. – Тошкент, 2004. - Б 65.
7. Далимов Д.Н., Мухамедиев М.Г., Хамидова Г.Р., Гафуров М.Б., Абдуллаев Н.Дж., Левкович М.Г., Юлдашев Х.А., Матчанов А.Д. Физико-химические свойства водных растворов клатратов моноаммониевой соли глицирризиновой кислоты с бензойной и салициловой кислотами. Полимерлар фанининг хозирги замон муаммолари.-Тошкент.-2011-Б.164-165.
8. Дж.В.Стид, Дж.Л. Этвуд Супрамoleкулярная химия. – Москва: ИКЦ "Академкнига", 2007. - Т №1. - 480 с.



UDK: 547.583.5

Abduxad KODIROV,  
Qarshi davlat universiteti Organik kimyo kafedrasida dotsenti  
E-mail: kodirov.aa@qarshidu.uz

O'zbekiston Milliy universiteti dotsenti, k.f.d. T.Xoliqov taqrizi asosida

### STUDY OF THE CYANIDATION REACTIONS OF ALIPHATIC AMINES

Annotation

The article presents data on the synthesis of  $\alpha$ -aminonitriles on the basis of ethylenediamine and a number of other secondary and primary aromatic amines. Acetone cyanohydrin, sodium, potassium and ammonium salts of cyanic acid were used as the cyaniding agent.

**Key words:** methylamine, ethylamine, dimethylamine, diethylamine, morpholine, piperidine, acetone cyanohydrin, sodium cyanide, potassium cyanide, ammonium cyanide, product yield, IR spectra.

### ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИЙ ЦИАНИРОВАНИЯ АЛИФАТИЧЕСКИХ АМИНОВ

Аннотация

В статье приведены данные по синтезу  $\alpha$ -аминонитрилов на основе алифатическими аминами. В роли цианирующего агента использованы ацетонциангидрин, натриевое, калиевое и аммониевое соли цианистой кислоты.

**Ключевые слова:** метиламин, этиламин, диметиламин, диэтиламин, морфолин, пиперидин, ацетонциангидрин, натрий цианид, калий цианид, аммоний цианид, выход продукта, ИК-спектры.

### ALIFATIK AMINLARNING SIANLASH REAKSIYALARINI TADQIQ ETISH

Annotatsiya

Maqolada  $\alpha$ -aminonitrillarning alifatik aminlar bilan turli sianlovchi agentlar ishtirokidagi sintezlari haqidagi ma'lumotlar keltirilgan. Sianlovchi agentlar sifatida atsetonsiangidrin, hamda sianid kislotasining natriyli, kaliyli va ammoniyli tuzlaridan foydalanilgan.

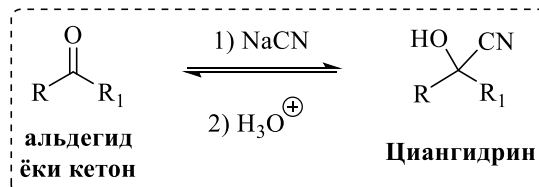
**Kalit so'zlar:** metilamin, etilamin, dimetilamin, dietilamin, morfolin, piperidin, atsetonsiangidrin, natriy sianid, kaliy sianid, ammoniy sianid, mahsulot unumi, IQ spektrlari.

**Kirish.** Bugungi kunda dunyoda biologik faolligi yuqori bo'lgan, tarkibida turli funksional guruhlar saqlagan yangi organik molekullarni maqsadli sintez qilish usullarini ishlab chiqish va ularni amaliyotda qo'llash juda muhimdir. Bunday molekullar orasida aminonitrillar va ularning modifikatsiya mahsulotlari muhim o'rin tutadi. Bu yo'nalishda import o'rini bosuvchi va eksport uchun yo'naltirilgan yuqori samarali preparatlar yaratish, ularning biologik xossalari yanada yaxshilash muhim ahamiyat kasb etadi. O'simliklarni kimyoviy himoya qilish vositalarining hamda o'simliklarni o'stiruvchi kimyoviy birikmalarning qo'llanilishi o'simliklarni har xil kasalliklarga chidamliligini oshiradi, hosilning erta yetilishini ta'minlaydi, hosildorlikni oshirishga va yuqori sifatli mahsulot olishga zamin yaratadi. O'simliklarni o'stiruvchi moddalar qatoriga  $\alpha$ -aminonitrillarni, tirik organizmlarning hayot faoliyati uchun juda zarur bo'lgan  $\alpha$ -aminokislotalarning nitrilli hosilalarini kiritishimiz mumkin. Shuningdek,  $\alpha$ -aminonitril fragmenti turli alkaloidlar tarkibida topilgan va  $\alpha$ -amidoatsetonitril guruhi esa yangi gipoglikemik dorilar va istiqbolli farmakologik va agrokimyoviy vositalarning muhim fragmenti hisoblanadi.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Aminonitrillar kimyosi va biologiyasi sohasidagi izlanishlar XIX asrning o'rtalarida boshlangan. Dunyoning qator davlatlarida bu sinf birikmalari bilan tadqiqotlar jadal olib borilmoqda. Xususan, xorijlik olimlar – A. Strecker, T. Opatz, J.P. Hurvois, P. Galletti, D. Giacomini, A.M. Nauth, X. Feng, T. Kawasaki, N. Takamatsu, S.I. Murahashi, V.V. Zhdankin, H. Shen, C. Yan, M. Rueping, E.N. Jacobsen, C. Kunick, F. Fleming aminonitrillarning sintezi, modifikatsiyasi va qo'llanilishini o'rganish bilan shug'ullanishgan. Mamalakatimizda ushbu yo'nalish rivojiga X.M. Shaxidoyatov, N.D. Abdullayev, M.G. Levkovich, B. Tashxodjayev, B.J. Elmurodov, V.A. Saprikina, T.F. Ibragimov va boshqalar o'z izlanishlari bilan aminonitrillar sintezi, reaksiya qobiliyati, kimyoviy o'zgarishlarini amalga oshirish, ularning tuzilishini va biologik faolligini o'rganishda o'zlarining munosib hissalarini qo'shishgan.

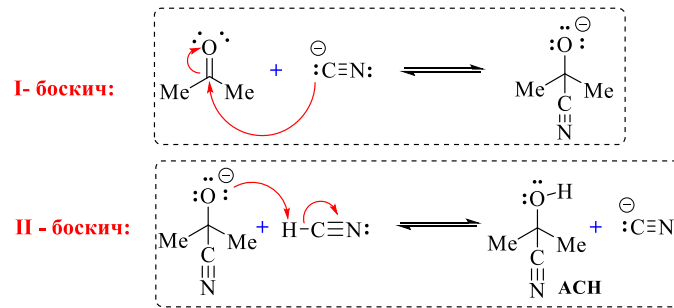
Ilmiy adabiyotlarda [1,2] aminonitrillar bilan tadqiqotlar olib borilgan, lekin, bu yo'nalishda gomologik qator alifatik, aromatik va geterotsiklik *mono*- va *bis*-aminonitrillarning multikomponentli bir reaktorli sintez (One-pot synthesis) usullarini ishlab chiqish, ularning turli xil almashinish hamda birikish reaksiyalarini shuningdek, ular qatoridan biologik faol birikmalar sintezlari to'g'risida ma'lumotlar kam uchraydi.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Vodorod sianidi ( $\text{HC}\equiv\text{N}$ ) aldegidlar va ketonlarga qo'shilganda odatda siyangidrinlar deb ataladigan gidroksialkannitrillarni hosil qiladi:



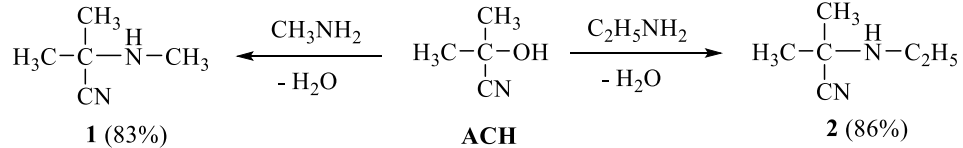
Reaksiya mexanizmini taxminiy quyidagicha tasvirlash mumkin: reaksiya ikki bosqichdan iborat bo'lib, birinchi bosqich – natriy sianid kislotali muhitda hosil bo'ladigan sianid anionining karbonil guruhga nukleofil hujumi sodir bo'ladi va yangi C-C bog' saqlagan alkoksid anioni hosil bo'ladi:





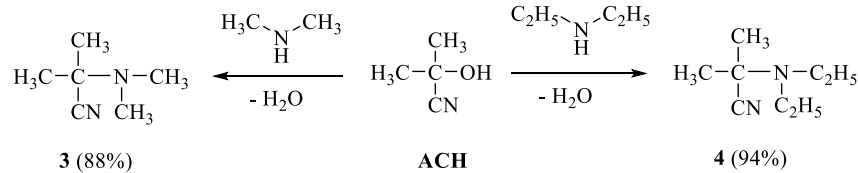
Reaksiyaning ikkinchi bosqichi – protonlanishdan, ya'ni alkoksid anioni HCN ta'sirida protonlanadi, sianid anioni qayta hosil bo'ladi va jarayon davom etadi.

Atsetonsiangidrinini (ACH) metilamin va etilamin bilan reaksiyasi geksan erituvchisida reagentlarning: ACH:Amin - 1:1 nisbatdagi aralashmasi 2-2.5 soat xona haroratida aralastirib olib borildi. Aniqlandiki, nitrillash reaksiyasi ekzotermik ravishda borib reaksiya nisbatan qisqa vaqtda tugaydi va yuqori unumlar bilan 2-metil-2-(metilamino)propanitril (**1**) va 2-(etilamino)-2-metilpropanitril (**2**) sintez qilindi:



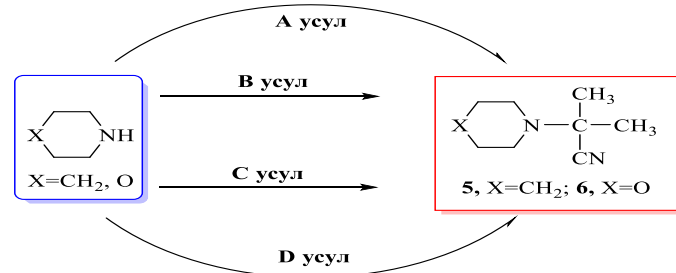
Reaksiyani ekzotermik ravishda borishiga reaksiya uchun olingan aminlarning asosiligi hamda atsetonsiangidrinning kislotalik xossasi yuqoriligi bilan ifodalanadi.

Tadqiqotlar davomida reaksiyalar ikkilamchi aminlar (dimetilamin va dietilamin) bilan yuqorida keltirilgan sharoitlarda olib borildi va tegishli 2-(dimetilamino)-2-metilpropanitril (**3**) hamda 2-(dietilamino)-2-metilpropanitril (**4**) olindi:



Ta'kidlash kerakki, reaksiyalar juda oson ketib yuqori unumlar bilan kerakli mahsulotlar (**3**, **4**) sintez qilindi. 2.1-Jadvalda turli sinfga kiruvchi aminlarning asosilik va kislotalik konstantalari keltirilgan. Alkil guruhlarning elektronodonor ta'siri tufayli aminlar ammiakdan kuchliroq asoslardir. Biroq, barcha aminlar ichida ikkilamchi aminlar eng kuchli asoslardir. Uchlamchi aminlarda asosilik pastroq, bu protonning ularga o'tishi va hosil bo'lgan ammoniy kationining solvatlanishi uchun fazoviy to'siqlar mavjudligi bilan bog'liq. Solvatlanish effektlari bo'lmagan gaz fazasida aminlarning asosiligi taxminiy ravishda quyidagi tartibda kamayadi: **uchlamchi** > **ikkilamchi** > **birilamchi** > **ammiak**. Biroq, bu qonuniyat suvli eritmalarda buziladi: uchinchi o'rinbosarning mavjudligi proton qo'shilishi uchun ham, hosil bo'lgan kationning erituvchi molekulari tomonidan solvatlanishi uchun ham fazoviy (sterik) to'siq yaratadi. Aromatik aminlar kuchsizroq asoslar bo'lib, bu aromatik yadro bo'ylab azot atomining umumlashmagan elektron juftining delokalizatsiyasi bilan bog'liq.

**Tahlil va natijalar.** Tadqiqotlar ikkilamchi geterotsiklik aminlar ishtirokida davom ettirildi. Xususan, atsetonsiangidrinini morfolin va piperidin bilan reaksiyalarini tadqiq qilish, olingan mahsulotlarni biologik faolligini o'rganish nuqtai nazaridan bizda katta qiziqish uyg'otdi.



**A usul:** Пиперидин/Морфолин:ACH- 1:1, гексан, кайнатиш (68<sup>0</sup>С), 2 соат, унум (**5**, 88.3%; **6**, 83%).

**B usul:** Пиперидин/Морфолин:NaCN:ацетон - 1:1:1, гексан, кайнатиш (68<sup>0</sup>С), 2 соат, АсОН (5%, 10 мл), 0.5 соат, унум (**5**, 87%; **6**, 84.4%).

**C usul:** Пиперидин/Морфолин:KCN:ацетон - 1:1:1, гексан, кайнатиш (68<sup>0</sup>С), 2 соат, АсОН (5%, 10 мл), 0.5 соат, унум (**5**, 91.3%; **6**, 86%).

**D usul:** Пиперидин/Морфолин:NH<sub>4</sub>CN:ацетон - 1:1:1, гексан, кайнатиш (68<sup>0</sup>С), 2 соат, АсОН (5%, 10 мл), 0.5 соат, унум (**5**, 80%; **6**, 75.4%).

$\alpha$ -Aminonitrillarning turli sintez usullari bo'yicha ham tadqiqotlar olib borilgan [3,4,5].

Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, reaksiyani xona haroratida olib borilganda sintez qilingan  $\alpha$ -aminonitrillarni unumi yuqori bo'lmadi, shuning uchun, reaksiyalar qizdirib olib borildi va yuqori unumlar bilan kerakli  $\alpha$ -aminonitrillar (**5**, **6**) sintez qilindi.

E'tiborli tomoni shundaki, reaksiyalar Din-Stark nasadkasi ishtirokida olib borilganda yaxshi natijalar bilan reaksiya mahsulotlari olindi. Geterotsiklik ikkilamchi amin - morfolinni ham xuddi shu reagentlar bilan reaksiyalari olib borilganda ham mahsulotning unumlari yuqori bo'lganligi kuzatildi. Shuning uchun, ushbu reaksiyalar erituvchining (geksan) qaynash haroratida (68 °C) olib borilganda ajralib chiqayotgan suvni haydash yo'li bilan olib borilganda mahsulotlar unumi: piperidin misolida 80-91 % ni, morfolin misolida esa 75.4-86 % ni tashkil etdi.

Piperidin ishtirokida C usulda boradigan aminonitrillar sintezining taxminiy mexanizmini quyidagicha tasvirlash mumkin. Reaksiya 4 bosqichdan iborat bo'lishi mumkin: birinchi bosqichda kaliy sianid va suvli sirka kislotadan molekula nitril guruhi kiritish uchun kerakli sianid

kislota hosil bo'lishi mumkin, reaksiyaning ikkinchi bosqichida sianid anionining atsetonga nukleofil hujumi natijasida alkoksid anioniga aylanishi mumkin.

Uchinchi bosqichda esa bu anionning sirka kislota ta'sirida protonlanishi natijasida sianlovchi agent – atsetonsiangidrin (ACH) hosil bo'ladi, to'rtinchi bosqichda esa ACH va piperidin o'rtasida nukleofil almashinish reaksiyasi tufayli, degidratatsiya natijasida 91 % unum bilan 2-metil-2-(piperidin-1-il)propannitril (**5**) hosil bo'ladi.

#### Tajriba qismi

Sintez qilingan moddalarning IQ-spektrlari Furiye-spektrometrining 2000 lik modelida (Perkin Elmer) KVg tabletkalarida, mass-spektrlari esa MX-1303 uskunasi, PMR-spektrlari esa JNM-4H-100 Varian Unity 400(+) uskunasi ichki standartlar CD<sub>3</sub>OD va GMDS kimyoviy birikmalari ishtirokida olib borildi.

Reaksiyalarni borishini va reaksiya mahsulotining tozaligini yuqqa qatlamli xromotografiya orqali Silufol UV-254 maxsus plastinkalarida turli xil erituvchi sistemalarida tekshirib borildi va ilmiy adabiyotlardagi ma'lumotlardan foydalanildi [6, 7].

Ko'rsatuvchi kimyoviy birikmalar va jihozlar: yod parlari, UF-nurlari. Olingan moddalarning suyuqlanish harorati Bouets mikroskopida aniqlandi.

**Xulosa va takliflar.** Ilmiy adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlarni o'rganish davomida shu holat aniqlandiki, aminobirikmalarni sianlash reaksiyalarini olib borish va tegishli mahsulotlarni olish ancha yillardan buyon kimyogar olimlarni o'ziga jalb etib kelgan. Olingan natijalar va ushbu birikmalarning biologik faolligini o'rganish shuni ko'rsatdiki, bu birikmalar qatorida turli sintezlarni amalga oshirish hamda ularning reaksiyalarini turli sharoitlarda tadqiq etish orqali qo'yilgan maqsadga erishish mumkinligi aniqlandi.

#### ADABIYOTLAR

1. Vargas Méndez L.Y., Kouznetsov V.V. First Girgensohnine Analogs Prepared Through InCl<sub>3</sub>-catalyzed Strecker Reaction and their Bioprospection. *Curr. // Org. Synth.* -2013; -№10. -P. 969–973.
2. Kushwaha R.N., Haq W., Katti S.B. Discovery of 17 Gliptins in 17-Years of Research for the Treatment of Type 2 Diabetes: A Synthetic Overview. // *Chem Biol Interface.* -2014; -№4. –P. 137–162.
3. Kodirov A.A., Boymurodov B., Eshtemirov E., Primov A. Aromatik aminlarning sianlash reaksiyalarini o'rganish // O'zMU xabarlari - 2022, - №3/2/1, - 370-372 betlar.
4. Кодиров А.А. Изучение реакции цианирования аминов // *Universum: Химия и биология:* - 2022. Часть 3. - № 12 (102), с. 27-30.
5. Chuliyev J.R., Yusupova F.Z., Kodirov A.A., Berdimurodov E.T., Turg'unov K.K. Synthesis, X-Ray Characterization, IR Vibrational Frequencies, NMR Chemical Shiftsand DFT Propertiesof 2, 7-Dimethyl-2, 7-Dicyanide-3, 6-Diazaoctane // *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) Volume-9 Issue-3, January -2020.* -P. 396-404.
6. А. Кодиров ва бошқалар. ЎзМУ Хабарлари. 2021, 3/2. 304-307 бетлар.
7. Беккер Г., Бергер В., Домшке Г. Органикум // *Практикум по органической химии.* Пер с нем. Под. ред. Попова В.М., Пономарева СВ. - М.: Мир., 1979. Т.2. Стр. 353-380.



UDK: 661.182.547.721

Noila KUCHKAROVA,  
Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali dotsenti, PhD  
E-mail: kuchkarovanoila@gmail.com  
Sevara XUDAYBERGANOVA,  
Toshkent davlat texnika universiteti katta o'qituvchisi

O'zMU professori, t.f.d. S.Nurmanov taqrizi asosida

### SORPTION PROPERTIES OF ION EXCHANGE POLYMERS

Annotation

In the research work, the KU-2-8 gel-structured cation-exchange polymer, obtained by copolymerization of divinylbenzene (DVB) and styrene, followed by the introduction of sulfo groups into the copolymer, was chosen. Ion-exchange polymers were obtained by introducing new ionogenic groups based on nitrate, chloride, and sulfate salts of titanium (IV) oxide into the standard KU-2-8 cation exchanger.

**Key words:** KU-2-8, KU-2, DOWEX HCR-S ion-exchange polymers, divinylbenzene, styrene, titanium (IV) oxide, heavy metal ions, sulfuric acid, nitric acid, sorbents.

### СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ИОНООБМЕННЫХ ПОЛИМЕРОВ

Аннотация

В исследовательской работе выбран катионит KU-2-8 с гелевой структурой, полученный методом сополимеризации дивинилбензола (ДВБ) и стирола, с последующим введением сульфогрупп в сополимер. Ионнообменные полимеры получены путем введения новых ионогенных групп на основе нитратных, хлоридных и сульфатных солей оксида титана (IV) в стандартный катионит KU-2-8.

**Ключевые слова:** KU-2-8, KU-2, DOWEX HCR-S ионнообменные полимеры, дивинилбензол, стирол, оксид титана (IV), ионы тяжелых металлов, серная кислота, азотная кислота, сорбенты.

### ION ALMASHINISH POLIMERLARINING SORBSION XUSUSIYATLARI

Аннотация

Tadqiqot ishida divinilbenzol (DVB) va stiroil asosida hosil bo'lgan sopolimerga keyinchalik sulfoguruhlarini kiritish orqali sopolimerizatsiya qilish yo'li bilan olingan KU-2-8 gel strukturali kation almashinish polimeri tanlangan. Ion almashinuvchi polimerlarni standart KU-2-8 kation almashinuvchisi titan (IV) oksidining nitratli, xloridli, sulfatli tuzlari asosida yangi ionogen guruhlarini kiritish orqali olingan.

**Kalit so'zlar:** KU-2-8, KU-2, DOWEX HCR-S ionnoobmennye polimeri, divinilbenzol, stiroil, oksid titana (IV), iony tiazhelyy metallov, sernyaya kislota, azotnyaya kislota, sorbenty.

**Kirish.** Bugungi kunda jahonda ion almashinish polimerlarining sorbsion xususiyatlari yuqoriligi, pH intervalidagi ishchi diapazoni kengligi tufayli kimyo, farmasevtika, to'qimachilik, neft-gaz, energetika, gidrometallurgiya, oziq-ovqat, suv xo'jaligi sohaslarida katta amaliy ahamiyat kasb etmoqda. Ammo, ion almashinish polimerlarini suvni yumshatish, metall ionlarini konsentratsiyalash jarayonlarida qo'llanilishida bir qator o'ziga xos muammolar vujudga keladi. Jumladan, suvlar tarkibidagi metall ionlari bilan to'yinish darajasining ortib borishi, og'ir metall ionlariga nisbatan selektivligini kamayishi natijasida sorbsion xususiyatlarini yo'qotishi kuzatiladi. Sintetik ion almashinish polimerlari asosida modifikatsiyalangan yangi selektiv, ion almashinish xossalari yanada yaxshilangan ionitlar olish texnologiyasini yaratish ustida tadqiqot olib borish dolzarb bo'lib qolmoqda.

Dunyoda KU-2-8, KU-2, DOWEX HCR-S kabi sintetik ion almashinish polimerlarini kimyoviy modifikatsiyalash yo'li bilan og'ir metall ionlariga nisbatan sorbsion, tanlovchanlik xossalari oshirish ustida qator ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada ion almashinish polimerlaridagi funksional guruhlar hisobiga yangi qo'shimcha ionogen guruhlar kiritish hamda ularning sorbsion, kinetik, termodinamik ko'rsatkichlarini takomillashtirish, mexanik mustahkamligi va termokimyoviy barqarorligini oshirishga alohida e'tibor qaratilmoqda. [1]

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Xozirgi zamonaviy sorbsion texnologiyalar mavjud bo'lgan ajratish usullar bilan solishtirilganda, uning asosiy afzalliklari shundaki, sorbentning qattiq fazasining maqsadli komponentlarga bo'lgan to'yinish darajasining yuqoriligi, maqsadli komponentlarning eng kichik konsentratsiyalarini ajratib olish imkonining borligi, yuqori tanlovchanligi shuningdek jarayonlarni uzluksiz ravishda olib borish va avtomatlashtirish imkonining borligidir [2].

Bundan tashqari bu usul sorbsion jarayonda hosil bo'lgan filtratning tozalik darajasining yuqoriligi ta'minlaydi. Bu esa sorbentni kimyoviy reagentning eritmalarini bilan qayta ishlashda ancha yengillik tug'diradi. [3].

Sorbsion texnologiya odatda dinamik sharoitda amalga oshirilib, bir yoki murakkab sxemali uzluksiz ravishda o'tkazish va avtomatlashtirish imkonini ta'minlaydi. Bunday sxemalar asosiy amaliy masalalarni amaliy yechishda, ya'ni keraksiz zarrachalarni minimal konsentratsiyagacha filtratda ushlab qolish va kerakli komponentlarni maksimal miqdorda kolonna qatlamida xajm bo'yicha ajratib olish imkonini beradi [4].

Shunday aniq tarmoqlar, ya'ni issiqlik energetikasi, atom energetika, kimyoviy moddalar ishlab chiqarish sanoati, radioelektronika sohasidagi qator texnologiyalar, shuningdek kerakli moddalarni chuqur tozalovchi ayniqsa energiya tashuvchi sifatida ishlatiladigan toza suv hamda toza erituvchilar olish texnologiyalari ion almashinish usullariga asoslangan.

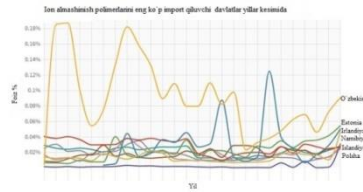
Ion almashinish materiallarining ko'p miqdori asosan suv ta'minoti sohasida ko'p foydalanib kelinmoqda (ishlab chiqarishning umumiy hajmi bo'yicha 60-90%). Shu bilan bir qatorda sorbsion usullar mineral va organik resurslarni qayta ishlash hamda ajratib olish sohalari bo'yicha resurslarni saqlash va himoya qilish texnologiyalarda ishlatish keyingi o'rinni egallaydi. Ionitlarning ma'lum hajmdagi miqdorlari xromatografik jarayonlarida qo'llanib kelinmoqda [5].

Ion almashinish usulini ion, molekula, makromolekula, kolloid sistemadagi ayrim zarrachalarni ( $10^{-6}$  dan  $10^{-2}$  mm gacha bo'lgan o'lchovlar) ajratib olishda foydalanish mumkin.

Katta sig'imga ega bo'lgan, tanlovchanligi yuqori, kimyoviy barqaror va mexanik mustahkam sintetik ionalmashinish materiallaridan foydalanish ko'pgina sanoat tarmoqlarining rivojlanishida hal etuvchi o'rinni egallash bilan bir qatorda texnologik jarayonlarni takomillashtiradi, energiya sarfi va og'ir mehnatni, ishlab chiqarish maxsulotining tannarxini kamaytiradi [6].

Bugungi kunda ion almashinish polimerlarini katta miqdorda ishlab chiqaruvchi kompaniya va davlatlar qatoriga Lewatit (Germaniya), Purolite (Angliya), Dowex (AQSh), Tulsion (Indiya), Granion (Xitoy), Rossiya va Ukrainalar to'g'ri keladi. Jahon statistika ma'lumotlariga ko'ra,

1995-2022 yillar davomida O'zbekistonga import qilingan ion almashinish polimerlari orasida KU-2-8, KU-2, DOWEX HCR-S ionitlari ko'plab miqdorni tashkil etgan. Ushbu grafik egri chiziqlari dunyoning eng ko'p ionalmashinish polimerlarini import qiladigan davlatlarini ko'rsatib turibdi. Ko'rinib turganidek, Estoniya, Irlandiya, Namibiya, Polsha davlatlari orasida O'zbekiston yetakchilik qilib kelgan.



### 1-Rasm. Ion almashinish polimerlarini eng ko'p import qiluvchi davlatlar yillar kesimida.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Jahon integrallashgan savdo palatasi ma'lumotlariga binoan, respublikaga import qilinadigan ionalmashinuvchi polimerlarning 77% Xitoy, 47% Ukraina va 7% Rossiya to'g'ri keladi va ular eng ko'p ulushda import qiluvchi davlatlar hisoblanadi [7].

Suv sifatini yaxshilash uchun eng sodda usul (suvni yumshatish) Na-kationirlashdan foydalanib kelinmoqda. Bu usul asosan suvning qattiqligini kamaytirishdan iborat bo'lib, bunda kalsiy va magniy ionlari natriy ioniga almashinadi. Na-kationirlash jarayonida suvdagi qator toksik moddalar (organik va noorganik tabiatga ega bo'lgan moddalar)dan ham tozalanadi. Bunda sorbent sifatida ko'pincha sulfokationit yoki Na-formali sulfoko'mirdan foydalaniladi, regeneratsiya jarayoni osh tuzi yordamida amalga oshiriladi.

Temir miqdori ko'p bo'lgan suv uchun Na-kationirlash sxemasiga maxsus filtr, marganes tarkibli sorbentlar bilan birga qo'shiladi. Bunda marganes Fe(II) ni Fe(III) gacha oksidlab, mexanik filtrda Fe(OH)<sub>3</sub> ko'rinishida ajratib olinadi [8].

Keraksiz organik chiqindilarni yo'qotishda suvning rangi hamda tamini yaxshilash uchun tozalanayotgan suvga kukun ko'rinishida aktivlangan ko'mir qo'shib, mexanik filtrlanadi. [9].

Yuqori sifatli suv olish uchun H<sup>+</sup>-formali kationirlashdan foydalaniladi. Bunda hamma kationlar yutiladi. Regeneratsiya jarayoni 1-1,5% li H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmasi bilan amalga oshiriladi.

Kuchsiz asosli anionitlar yaxshi sorbsion xususiyatga ega bo'lib, ular kuchsiz asosli fenol, bifenol va organik kislotalarning anionlarini yaxshi yutadi. Suvlarni anionitlar bilan qayta ishlash tabiiy va ustki suvlardagi gumin va fulvokislotalardan tozalashda hamda suvning rangini yaxshilashda foydalaniladi. [10].

Sorbentlar bakteriotsid xususiyatga ega bo'lib, ichimlik suvining asosiy muammosini-bakterial ifloslanish muammosini xal etishda katta amaliy ahamiyatga egadir. Bizga ma'lumki, bakterial toza suv olishda kumush tarkibli sorbentlar qo'llaniladi. Odatda, kumush tarkibli boshlang'ich sorbent olishda kumush tashuvchi sifatida aktivlangan ko'mir, keyinroq kationitlardan foydalanilgan [11,12].

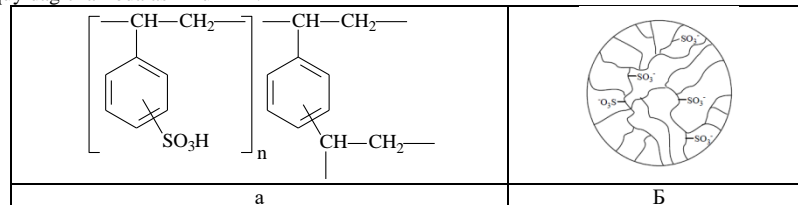
Agar suvning tarkibida ayrim mikroelementlar yetishmay qolgan hollarda ushbu suvni mikroelementlar bilan to'ldirilgan sorbentlardan o'tkazib, suvning ion tarkibini o'zgartirish mumkin, masalan F<sup>-</sup>, J<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup> va boshqalar.

Suv sifatining keng diapazonli talabiga qarab, suvni yumshatishdan to'liq deionizatsiyagacha, ya'ni kation va anionlarni to'liq yo'qotish va elektr qarshiligi yuqori (15-20 Om\*sm) suv olish bo'yicha har xil suv tozalash texnologiyalari mavjuddir [13].

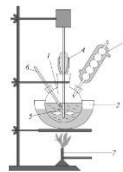
Tuzsizlantirish va kation hamda anionlarni deionizatsiyalash usullari suv sifatining yuqoriligini ta'minlaydi. Suvni tuzsizlantirishda asosan H<sup>+</sup>-formali kationitlardan foydalaniladi, birinchi etapda faqat kationlarning hammasi yutiladi va tozalangan suvda faqat kislotalar bo'ladi. Ikkinchi etapda anioitlar qo'llaniladi. Bunda kislotalar va anionlar ushlab qolinadi, suv deionizatsiyalanadi. [14].

Suv ta'minoti uchun ionit qatlami balandligi 1,5-2,0 metr, diametri 1-4 metr bo'lgan filtrlardan foydalaniladi. Suv bu filtrlardan 10m/s chiziqli tezlikda yuqoridan pastga qarab oqib o'tadi. Suyuq fazaning filtdan oqib o'tish chiziqli tezligi tuz tarkibli eritmaning konsentratsiyasiga qarab belgilanadi. Konsentrlangan eritma uchun tezlikning intervali 3-15m/soat, suyultirilgan eritma uchun 10-100m/soat, kondensat va tuzsiz suv uchun 50-150m/soat qilib belgilangan. [15,16].

**Tahlil va natijalar.** Tadqiqot ishi uchun divinilbenzol (DVB) va stiroil asosida hosil bo'lgan sopolimerga keyinchalik sulfoguruhlarini kiritish orqali sopolimerizatsiya qilish yo'li bilan olingan KU-2-8 gel strukturali kation almashinish polimeri tanlangan. Uning kimyoviy va strukturaviy tuzilishini quyidagicha ifodalash mumkin:



2-rasm. KU-2-8 ion almashinuvchi polimerining kimyoviy (a) va (b) strukturaviy ko'rinishi



### 3-rasm. Standart KU-2-8 ion almashinuvchi polimerini kimyoviy modifikatsiyalash laboratoriya qurilmasi sxemasi:

1- uch og'izli kolba; 2- suv hammomi; 3- teskari sovitgich; 4- glitserinli yopgich;

5- aralashtirgich; 6- termometr; 7- gaz gorelkasi

Tayyor holga kelgan modifikatsiyalangan ion almashinuvchi polimer H-formada olindi va fizik-kimyoviy usullar yordamida tadqiq qilindi. Ion almashinuvchi polimerlarni standart KU-2-8 kation almashinuvchini titan (IV) oksidining nitratli, xloridli, sulfatli tuzlari asosida yangi ionogen guruhlarni kiritish orqali olingan. Uch og'izli kolbaga standart KU-2-8 ion almashinuvchi polimeridan Monotech texnologiyasi bo'yicha elektromagnit datchik bazasida tayyorlangan Aczet-CY-224 markali analitik tarozida (0,0001 aniqlikda) namligi 48-50% li kationitdan 50 g (50 ml) solib 5 gr miqdoridagi titan (IV) oksididan o'lchab qo'shildi. Bir vaqtning o'zida 20%-li HNO<sub>3</sub> kislotasi tayyorlanib, kolba og'izi orqali reaksiya massaga 100 ml miqdorda qo'shildi hamda massa yaxshilab aralashtirildi. Bir vaqtning o'zida kolbani 50-60°C haroratgacha qizdirib, aralashtirish 120 minut davom ettiriladi. Belgilangan vaqt o'tgandan so'ng massa sovutiladi va neytral holga kelguncha distillangan suv bilan yuviladi. Filtrat muhiti universal lakmus qog'ozi bilan tekshirib boriladi. So'ngra vakuum-filtr yordamida filtrlab olindi. Shundan so'ng polimeri forfor idishga solib, qizitish shkafiga avval 20-30°C xaroratda namligi 60% saqlanib qolgunga qadar quritildi.

**Xulosa va takliflar.** KU-2-8 markali kationit suvlarni tuzsizlantirish uchun suv ta'minoti, kimyo va oziq-ovqat sanoati, gidrometallurgiya va qator boshqa ishlab chiqarish soxalarida qo'llanib kelinmoqda. Garchi bu kationitning ion almashinish samaradorligi yuqori bo'lsada, suvlarni

yumshatish jarayonida og'ir metall ionlarining (temir, marganes, mis, rux, qo'rg'oshin va boshqalar) to'yinish xolatlari ko'plab uchrab turadi. Masalan, KU-2-8 kationitning statik almashinish sig'imi pasporti bo'yicha 1,720 mg-ekv/grammni tashkil etgan bo'lsa ham, suvning qattiqligi yuqori bo'lgan tuzli suvlarni tozalashda rangli metallar bo'yicha sig'imi 0,012mg-ekv/gramgacha pasaygan. Bunday muammoni yechishda turli funksional guruhlarni bilan modifikatsiya qilingan kation almashinuvchi sorbentlardan foydalanish mumkin.

#### ADABIYOTLAR

1. Кучкарова Н., Турабджанов С. Титан (IV) оксиди билан модификацияланган КУ-2-8 катионитнинг сорбцион хоссаларини тадқиқ қилиш // *Композитсион материаллар илмий-техникaviy va amaliy jurnal*, 2022. - №3.- Б.232-235.
2. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон “2022-20226 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги фармони
3. Шодиев А.Н., Хамидов С.Б., Туробов Ш.Н. Исследование сорбционной технологии извлечения молибдена и рения из отходов // *Universum: технические науки: электрон. научн. журн.* 2020. 11(80). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10938> (дата обращения: 12.12.2022).
4. Пирматов Э.А. [и др.]. Современное оборудование, применяемое при гидromеталлургической переработке редких металлов // *Universum: технические науки: электрон. научн. журн.* 2019. № 11 (68). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/8307> (дата обращения: 12.12.2022).
5. Milyutin, V. V., Nekrasova, N. A., Kharitonov, O. V., Firsova, L. A., & Kozlitin, E. A. (2019). Сорбционные технологии в современной прикладной радиохимии. Сорбционные и хроматографические процессы, 2016. Т.16. №3., С.313-323
6. Каблов В. Ф., Гончарова Е. В., Хлобжева И. Н., Соколова Н. А., Антропова А. С., Дейнекин М. А. Экономическая эффективность применения в опытно-производстве целлюлозосодержащих материалов в качестве сорбентов для поглощения нефтепродуктов // *Концепт*. 2017. №5. С.29-36.
7. Shokhkimova A.A and at al. Syntheses of cation exchanger with macroporosity and investigating specific properties. *News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Series chemistry and technology. Volume 5, Number 443 (2020), 108 – 115.* <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1491.87>
8. А.В. Нехороших, Р.В. Мягкая, С.П. Финадеев, А.А. Федий. Способ отмывки катионитовых фильтров от продуктов регенерации и соединений железа Патент РФ. RU 2332259. – 2008.
9. М.М. Гусейнов, Б.И. Шапиев, З.М. Алиев, Р.К. Муташев. Регенерация отработанного натрий-катионита термальной водой // *Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки.* – 2009. – № 1. С.17-18.
10. Промтов М. А., Степанов А. Ю., Алешин А. В. Кинетика экстрагирования гуминовых и фульвокислот в роторном импульсном аппарате // *Вестник ТГТУ*. 2017. №2. С.265-273.
11. Goncharova, Irina & Polunina, Irina & Polunin, Konstantin & Buryak, A.. (2018). Синтез и сорбционные свойства металл-углеродного сорбента на основе шунгита, модифицированного серебром. *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2018. Т.18. №5. С.659-667. Doi.10.17308/sorpchrom.2018.18/592.
12. Неведров Н. П., Проценко Е. П., Зубкова Т. А. Новые методологические подходы в исследовании сорбентов в загрязненных тяжелыми металлами почвах // *Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение*. 2019. №3. С.31-36.
13. Некрасова А. А., Привалов Д. М., Двядненко М. В., Привалова Н. М. Исследование сорбционных свойств фильтрующих материалов // *Научный журнал КубГАУ*. 2017. №126. С.309-318.
14. Khudayberganova S.Z., Nurmanov S.E. Ir and chromato-mass spectrum analysis of propanol-2 synthesis // *Scientific Bulletin of NamSU*. - Н.:-2022. -№7. ISSN: 2181-0427 – P.74-78. (02.00.00. № 18).
15. Khudayberganova S.Z., Nurmanov S.E. Synthesis of aliphatic alcohols on the base of ethylene // *Scientific and Technical Journal of NamIET*. -Н.:-2022. -№3. ISSN: 2181-8622 – P.175-182. (05.00.00. № 33).
16. Khudayberganova S.Z., Nurmanov S.E. Synthesis of isopropyl, isoamyl alcohols based on natural gas processing products // *Universum: химия и биология: Россия: -2023. -№ 2 (104). (02.00.00. №2).*





UDK: 547.543.544.5.068.7

*Odinaxon MAVLONOVA,*  
*Guliston davlat universiteti tayanch doktoranti*  
*Ug'lay ABDURAXMANOVA,*  
*Guliston davlat universiteti prof., b.f.d*

*O‘zR FA akad. O.S.Sodiqov nomidagi Biorganik kimyo instituti professori, k.f.d M.Gafurov taqrizi asosida*

### CALENDULAE OFFICINALIS O‘SIMLIGI SUYUQ EKSTRAKTIDAGI BIOLOGIK FAOL BIRIKMALARNI ANIQLASH

Annotatsiya

“Calendulae officinalis” o‘simligi ekstrakti tarkibidagi biologik faol moddalardan fenol birikmalari, jumladan, rutin, salitsil kislotasi, kvartetin va apigenin, shuningdek, vitaminlardan: V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub>, RR, V<sub>6</sub>, V<sub>9</sub>, V<sub>12</sub>, S kabi biologik faol moddalar mavjudligi aniqlandi. Ekstrakt tarkibidan fenol birikmalarini miqdoriy aniqlashning yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YSSX) usuli ishlab chiqildi. Natijada ekstrakt xromatogrammasida rutin, salitsil kislotasi, kvartetin va apigeninlarning standart namunalari saqlanish vaqtiga mos keladigan komponentlari borligi aniqlandi.

**Kalit so‘zlar:** Calendulae officinalis, ekstrakt, kvartetin, vitaminlar, flavonoidlar, YSSX usuli.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЖИДКОМ ЭКСТРАКТЕ РАСТЕНИЯ CALENDULAE OFFICINALIS

Аннотация

Определено, что в экстракте растений “Calendulae officinalis” содержатся такие витамины, как B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, PP, B<sub>6</sub>, B<sub>9</sub>, B<sub>12</sub>, C, а также биологически активные вещества, такие как rutin, салициловая кислота, кверцетин и апигенин. Разработан метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) для количественного определения фенольных соединений в экстракте. В результате установлено, что в хроматограмме экстракта присутствуют компоненты rutin, салициловая кислота, кверцетин и апигенин, соответствующие срокам хранения стандартных образцов.

**Ключевые слова:** календула лекарственная, экстракт, кверцетин, витамины, флавоноиды, метод ВЭЖХ.

### DETERMINATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS IN LIQUID EXTRACT OF "CALENDULA OFFICINALIS"

Annotation

It has been determined that the extract of the plant “Calendulae officinalis” contains vitamins such as V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub>, RR, V<sub>6</sub>, V<sub>9</sub>, V<sub>12</sub>, S as well as biologically active substances such as rutin, salicylic acid, quercetin and apigenin. A method of high-performance liquid chromatography (HPLC) for the quantitative determination of phenolic compounds in the extract has been developed. As a result, it has been established that the chromatogram of the extract contains the components rutin, salicylic acid, quercetin and apigenin, corresponding to the shelf life of standard samples.

**Key words:** Calendulae officinalis, extract, quercetin, flavonoids, vitamins, HPLC method.

**Kirish.** Ko‘pgina dorivor o‘simliklardan ajratib olinadigan biologik faol moddalar xalq tabobati, oziq-ovqat sanoati, farmatsevtika va halq xo‘jaligining boshqa turli tarmoqlarida keng qo‘llaniladi. *Dorivor o‘simliklarning shifobaxshlik xususiyati ularning kimyoviy tarkibi bilan bog‘liq ya‘ni alkaloidlar, flavonoidlar, vitaminlar, uglevodlar va boshqa biologik faol moddalar mavjudligi bilan belgilanadi.* Yuqori biologik faollikka ega bo‘lgan moddalar asosida olingan dori vositalari o‘zining kam zahariligi, ta‘sir doirasi kengligi, organizmga nojuya ta‘sirlarining kamligi va o‘ziga xos boshqa xususiyatlari bilan sintetik usulda olingan dori vositalaridan ajralib turadi. Shu boisdan, bunday yo‘nalishdagi tadqiqotlarni kengaytirish, yangi turdagi dori vositalarini ishlab chiqish, ularning kimyoviy tarkibini o‘rganish, hamda olingan birikmalarning tuzilishlarini zamonaviy fizik-kimyoviy usullar asosida tadqiq qilib, biologik faolligini o‘rganish kimyoning dolzarb masalalalar qatoriga kiradi.

Shularni hisobga olib, “Calendulae officinalis” o‘simligi ekstraktining kimyoviy tarkibini o‘rganish va ularning xossalarini tadqiq qilishga qaratilgan ushbu tadqiqot ishida o‘simlik (guli, bargi va ildiz) ekstraktining ekstrakti tarkibidan vitamin va polifenol birikmalarni ajratib olish, ajratib olingan moddaning fizik-kimyoviy xossalarini aniqlash, xromatografik va IQ -spektroskopik tahlil usullarida tuzilishini tadqiq qilishni maqsad qilib olindi.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Tarkibida dorivor moddalarni saqlagan o‘simlik moddalarini aniqlash, ularni ajratib olishning samarali usullarini yaratilishi hozirda farmatsevtikada va halq tabobatida ham muxim ahamiyatga ega, shunday o‘simliklardan biri “Calendulae officinalis” o‘simligidir.

Ma‘lumki polifenol birikmalari inson salomatligi uchun foydalili xususiyatlari ko‘pligi tufayli hozirgi kunda ilmiy tadqiqotlar sohasida katta qiziqish uyg‘otmoqda [1–2].

Ular, asosan, bir nechta kasalliklarni davolashda qo‘shimcha sifatida ishlatilishidan tashqari, antioksidant faolligi xususiyatiga egaliri tufayli erkain radikallarni bloklash, kuchli stress bilan bog‘liq kasalliklar shuningdek, yurak-qon tomir, oshqozon-ichak kasalliklari, saraton va yallig‘lanish kasalliklarida qo‘llanilishi mumkinligi aniqlangan [3].

“Calendulae officinalis” o‘simligi xomashyosi halq tabobatida shuningdek an‘anaviy tibbiyotda hamda farmatsevtikada ham yuzlab yillar davomida qo‘llanilib kelingan. Bunday dorivor o‘simliklar odatda dori vositalari ishlab chiqarishda asosiy ingredient hisoblanadi [1–3].

Adabiyotlardagi ma‘lumotlarga ko‘ra, tadqiq etilayotgan o‘simlik xom ashyosi tarkibi fenol birikmalari va turli oshlovchi moddalar, vitaminlar hamda polisaxaridlar kabi biologik faol moddalarga, shuningdek, makro- va mikroelementlarga boy [3–4]. O‘simlik ekstraktlari kimyoviy tarkibi efir moylari, vitaminlar, saponinlar (suvda ko‘piklanadigan organik moddalar), flavanoidlar, fermentlardan iborat bo‘lib, barglari va ildizlaridan triterpen saponinlari borligi aniqlangan [4–6].

Ruminiya olimlari tomonidan Calendula officinalis L. gul namunalari matsratsiya usulida ajratib olinib, YuSSX usuli yordamida tadqiq qilingan, aniqlanishicha, antioksidant faollikka ega bo‘lgan fenolik birikmaning eng yuqori miqdori rutinga, eng kam miqdori esa ferul kislotasiga to‘g‘ri kelishi ma‘lum bo‘lgan. Inson salomatligi uchun foydali bo‘lgan bunday fenol birikmalarini oziq-ovqat mahsulotlari uchun qo‘shimchalar sifatida qo‘llanilish mumkin ekanligi tavsiya qilingan [3].

#### Tadqiqot metodologiyasi.

Tadqiqot ishini olib borish uchun quyidagi moddalarning eritmalari: Gall kislotasi (5,2 mg), salitsil kislotasi (5,2 mg), rutin (5 mg), kvartetin (5 mg), apigenin (5 mg), kempferol (5 mg) kabi standartlardan foydalanildi, ertuvchi sifatida 96 % li etanol qo‘llanildi. YSSX darajadagi tozalikdagi (bidistillat) suv, asetonitril, kimyoviy toza markadagi sirka kislotasi va natriy gidroksidi reaktivlaridan foydalanildi.

“Calendulae officinalis” o‘simligi namunalari (bargi, gulto‘pi, ildizi) ultratovushli vannada (GT SONIC-D3 (Xitoy) markali) ekstraksiya qilindi. Aralashmalarni doimiy aralashtirib turish jarayoni (MM-5 TU 25-11834-80 rumli) magnit aralashtirgichda amalga oshirildi. Mini-7 markali (BIOBASE, Xitoy) sentrifugada (7000 ayl./min tezlikda) sentrifugalandi. 0,01 g aniqlikdagi analitik tarozi (OHAUS (AQSH) NV222) lardan foydalanildi.

O‘simlik tarkibidagi polifenollar miqdorini Yaponiyaning Shimadzu kompaniyasida ishlab chiqarilgan LC-40 Nexera Lite yuqori samarali suyuqlik xromatografida amalga oshirildi.

**Tablil va natijalar.** Calendulae officinalis o‘simlik xomashyosidan (guli, bargi va ildizi) aloxida-aloxida ekstrakt tayyorlanib, ular tarkibidagi vitaminlar guruhi va fenol birikmalari YSSX usulida tadqiq qilindi.

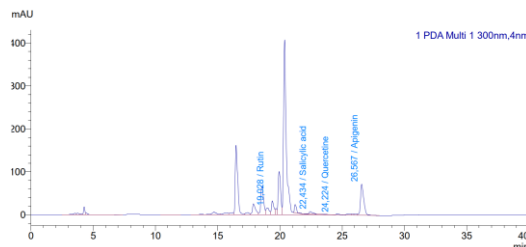
O‘simlik tarkibi 7,6–7,8 mg karotin (karatanoidlarning umumiy miqdori savatchaning tilsimon chetki gullar tarkibida 3% ni tashkil etadi), 0,62–0,4 efir moyi, 0,33– 272 0,88% flavanoidlar (kversetin, izoramnetin, izokversetin va boshqalar) kumarinlar (eskuletin, skopoletin, umbelliferon), 3,44% smolalar, 4% gacha shilliqlik, 10,4–11,2 oshlovchi moddalar, 19% gacha achchiqlik modda kalenden, 6,84% olma, pentadetsid va oz miqdorda salitsilat kislotalar, triterpen diollar (arnidiol va faradiol), triterpen saponin–kalendulozid hamda alkaloidlar bo‘ladi. O‘simlik gullari tarkibidagi karotenoidlar, kalenden, karotin, qatronlar, organik kislotalar, efirmoylari, glikozidlar, taninlar, fitonsidlar miqdori yuqori bo‘lganligi sababli bu o‘simlik dorivorlik xususiyatiga ega.

Tadqiqotlarimizda “Calendula officinalis”ni etanol bilan ekstraksiya qilinib, olingan ekstraktning kimyoviy tarkibi YUSSX usulida tadqiq qilindi.

1-jadval.

Ekstrakt (bargi) tarkibidagi polifenollarning miqdori va ushlanish vaqtlari.

Fenol birikma nomi	Ushlanish vaqti, sek	Konsentratsiya, mg/l	100 g dagi miqdor, mg
Galic acid	Aniqlanmadi	0	0,000
Rutin	19,028	21,425	53,563
Salicylic acid	22,434	4,234	10,585
Quercetine	24,224	0,171	0,428
Apigenin	26,567	27,383	68,458
Kaempferol	Aniqlanmadi	0	0,000

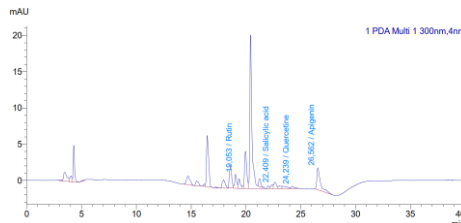


1-rasm. O‘simlik (bargi) ekstrakti tarkibidagi polifenollar xromatogrammasi.

2-jadval.

Ekstrakt (gulto‘pi) tarkibidagi polifenollarning miqdori va ushlanish vaqtlari

Fenol birikma nomi	Ushlanish vaqti, sek	Konsentratsiya, mg/l	100 g namunadagi miqdor, mg
Galic acid	Aniqlanmadi	0	0,000
Rutin	19,053	1,867	4,668
Salicylic acid	22,409	0,297	0,743
Quercetine	24,239	0,194	0,485
Apigenin	26,562	1,438	3,595
Kaempferol	Aniqlanmadi	0	0,000

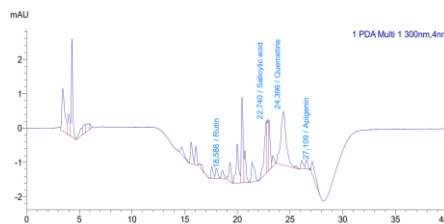


2-rasm. Namuna gulto‘pi ekstrakti tarkibidagi polifenollarni aniqlash xromatogrammasi.

3-jadval.

Ekstraktidagi (ildiz) polifenol birikmalarning miqdori va ushlanish vaqtlari

Fenol birikma nomi	Ushlanish vaqti, sek	Konsentratsiya, mg/l	100 g namunadagi miqdor, mg
Galic acid	Aniqlanmadi	0	0,000
Rutin	18,586	0,312	0,780
Salicylic acid	22,74	0,858	2,145
Quercetine	24,396	1,658	4,145
Apigenin	27,109	0,206	0,515
Kaempferol	Aniqlanmadi	0	0,000



3-rasm. O‘simlik ildizi namunasi ekstrakti tarkibidagi polifenollarni aniqlash xromatogrammasi.

**Xulosa.** O'simlik namunalari (bargi, ildiz va to'pguli) ekstraktlari kimyoviy tarkibi tadqiq qilinganda apigenin, rutin, gall kislotasi, kvvertsetin, kaempferol va salitsil kislotalaridan eng ko'p miqdor apigenin, rutin, salitsil kislotasi va keyingi o'rinda kvvertsetinlarga to'g'ri kelishi aniqlandi.

#### ADABIYOTLAR

1. Mavlonova O.S., Abduraxmanova U.K.0 "*Calendula officinalis*" o'simligi ekstraktiv moddalarining xromatografik tadqiqi / "Kimyo ta'limi, fan va ishlab chiqarish integratsiyasi" Xalqaro ilmiy-amaliy anjumani Qo'qon. -2024. 140-141b.
2. Hernandez-Saavedra D., Perez-Ramirez I.F., Ramos-Gomez M., Medoza-Diaz S., Loarca-Pina G., Reynoso-Camacho R. Phytochemical characterization and effect of *Calendula officinalis*, *Hypericum perforatum*, and *Salvia officinalis* infusions on obesity-associated cardiovascular risk // Med. Chem. Res. 2016. Vol. 25. Pp. 163–172. DOI: 10.1007/s00044-015-1454-1.
3. Frum A. HPLC determination of polyphenols from *Calendula officinalis* L. flowers // Acta Universitatis Cibiniensis Series E: Food technology. 2017. Vol. 2. Pp. 97–101. DOI: 10.1515/aucef-2017-0020.
4. Martins, N., Barros, L. & Ferreira, I.C.F.R. (2016). In vivo antioxidant activity of phenolic compounds: facts and gaps.//Trends in Food Science & Technology, 48, 1-12. DOI: 10.1016/j.tifs.2015.11.008. 11.
5. Sausserde, R. & Kampuss, K. (2014). Calendula (*Calendula officinalis* L.) - Promising Medicinal Plant.// Proceedings of the Scientific and Practical Conference Harmonious Agriculture.- Jelgava, Latvia. -2014. -pp.161-165.
6. Mavlonova O.S., Abduraxmanova U.K., N.X.To'htaboyev "*Calendula officinalis*" o'simligi ekstrakti tarkibidagi biologik faol birikmalarini aniqlash / "Yashil iqtisodiyot"ga o'tishda qayta tiklanuvchi energiya manbalari: muammo va zamonaviy yechimlar Respublika ilmiy-amaliy anjumani Guliston. -2024. 518-521b.



UO‘T: 543.544.33:665.613:626.811/816

Munixon MEYLIYEVA,  
“Gidrogeologiya va injenerlik geologiyasi instituti” DM laboratoriya mudiri  
E-mail: munixon.88@mail.ru

O‘zbekiston Milliy universiteti professori, k.f.d N.Qutlimuratova taqrizi asosida

## RESULTS OF CHEMICAL ANALYSIS OF THE QUANTITY OF PETROLEUM PRODUCTS IN GROUNDWATER USING THE GAS CHROMATOGRAPHIC METHOD (IN THE CASE OF FERGANA REGION)

Annotation

*Origin of the problem:* Petroleum products are the strongest toxic substances on the surface of the earth, and their permissible standards are 0.1 mg/dm<sup>3</sup> in water bodies. However, until now, not enough attention has been paid to determining the amount of oil products in natural and wastewater. The article presents the analysis results of the gas-chromatographic method of determining oil products in underground and surface waters within the framework of the project "State monitoring of underground waters in the territory of Fergana region" of the Fergana hydrogeological station of the state institution "Uzbekhydrogeology". *Purpose.* In order to conduct state monitoring of groundwater in the territory of Fergana region, to study the effect of waste water of man-made objects on groundwater. *Scientific news.* The amount and fraction composition of natural and waste water was analyzed using gas chromatographic method and it was found that the amount of oil products in the natural and waste water taken from the monitoring wells in the territory of Fergana oil refinery exceeded the permissible limit.

*The results obtained.* Natural and waste water taken from monitoring boreholes in the territory of Fergana oil refinery were analyzed using the gas-chromatographic method and the impact on underground and surface water was evaluated.

**Key words:** petroleum products, wastewater, gas chromatography (GX-MS), approved standard.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КОЛИЧЕСТВА НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ (НА ПРИМЕРЕ ФЕРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Аннотация

*Изучение проблемы.* Нефтепродукты являются сильнейшими токсичными веществами на поверхности земли, их допустимая норма составляет 0,1 мг/дм<sup>3</sup> в водоемах. Однако до сих пор недостаточно внимания уделяется определению количества нефтепродуктов в природных и сточных водах. В статье представлены результаты анализа газохроматографического метода определения нефтепродуктов в подземных и поверхностных водах в рамках проекта «Государственный мониторинг подземных вод на территории Ферганской области» Ферганской гидрогеологической станции государственного учреждения «Ферганская гидрогеологическая станция» Узбекгидрогеология». *Цель.* В целях проведения государственного мониторинга подземных вод на территории Ферганской области изучить влияние сточных вод техногенных объектов на подземные воды. *Научные новизна.* Проведен анализ количества и фракционного состава природных и сточных вод газохроматографическим методом и установлено, что количество нефтепродуктов в природных и сточных водах, отобранных из наблюдательных скважин на территории Ферганского нефтеперерабатывающего завода, превышало допустимый лимит. *Полученные результаты.* Природные и сточные воды, отобранные из мониторинговых скважин на территории Ферганского нефтеперерабатывающего завода, проанализированы газохроматографическим методом и оценено воздействие на подземные и поверхностные воды.

**Ключевые слова:** нефтепродукты, сточные воды, газовая хроматография (GX-MS), предельно допустимая концентрация.

## YER OSTI SUVLARI TARKIBIDA NEFT MAHSULOTLARI MIQDORINI GAZ-XROMATOGRAFIK USUL YORDAMIDA KIMYOVIY TAHLIL QILISH NATIJALARI (FARG‘ONA VILOYATI MISOLIDA)

Annotsatsiya

*Muammoning kelib chiqishi:* Neft mahsulotlari yer yuzasida eng kuchli zaharli moddalar bo‘lib, ularning ruxsat etilgan me‘yorlari suv obyektlarida 0.1 mg/dm<sup>3</sup> tashkil qiladi. Shunday bo‘lsada hozirgacha tabiiy va oqava suvlarda neft mahsulotlari miqdorini aniqlashda yetarlicha e‘tibor berilmagan. Maqolada, “O‘zbekgidrogeologiya” davlat muassasasi Farg‘ona gidrogeologiya stansiyasining «Farg‘ona viloyati hududidagi yer osti suvlarini davlat monitoringini yuritish» mavzusidagi loyiha doirasida yer osti va yer usti suvlari tarkibida neft mahsulotlarini aniqlashning gaz-xromatografik usulining tahlil natijalari keltirilgan. *Maqsad.* Farg‘ona viloyati hududidagi yer osti suvlarini davlat monitoringini yuritish maqsadida texnogen obyektlar chiqindi suvlarini yer osti suvlariga ta‘sirini o‘rganish. *Ilmiy yangiligi.* Tabiiy va oqava suvlar tarkibida neft mahsulotlari miqdori va fraksiya tarkibi gaz-xromatografik usul yordamida tahlil qilindi hamda Farg‘ona neftni qayta ishlash zavodi hududidagi kuzatuv burg‘u quduqlaridan olingan tabiiy va oqava suvlar tarkibida neft mahsulotlarining miqdori ruxsat etilgan me‘yordan oshganligi aniqlandi. *Olingan natijalar.* Farg‘ona neftni qayta ishlash zavodi hududidagi kuzatuv burg‘u quduqlaridan olingan tabiiy va oqava suvlar gaz-xromatografik usul yordamida tahlil qilinib yer osti va yer usti suvlariga ta‘siri baholangan.

**Kalit so‘zlar:** neft mahsulotlari, oqava suvlar, gaz-xromatografiya (GX-MS), ruxsat etilgan me‘yor.

**Kirish.** Dunyoda yengil va og‘ir sanoat tarmoqlarini jadal rivojlanishi, uglevodorodlarni qidirib topish, resurslarini oshirish, samarali qazib olish va qayta ishlashga bo‘lgan ehtiyojni kun sayin oshib borishiga sabab bo‘lmoqda. Uglevodorodlarni qazib olish va qayta ishlash jarayonlarida neft mahsulotlarini geoekologik muhit, jumladan suv resurslari va tuproqlarni ifloslanishiga ko‘rsatayotgan ta‘sir turli geoekologik muammolarni keltirib chiqarmoqda [1]. Mazkur muammolarni yechimida, ayniqsa suv resurslari va tuproqlardagi neft mahsulotlari miqdorini samarali aniqlashda qo‘llaniladigan aniqligi yuqori, selektiv, tezkor va arzon tahlil usullarini ishlab chiqish, takomillashtirish amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi.

Neft mahsulotlari atrof-muhitga katta salbiy ta‘sir ko‘rsatadi, shuning uchun atrof-muhit havosi tarkibidagi neft mahsulotlari miqdorini doimiy nazorat qilib turish lozim. Neft qazib olish va qayta ishlash chiqindilarining yer ustki qatlamlarida ochiq qolib ketishi natijasida atrof muhitga salbiy ta‘sirlari qo‘yidagilardan iborat:

-vaqt o‘tishi bilan kechadigan tabiiy jarayonlar ta‘sirida tarkibda ro‘y beradigan ta‘sirlar;

-doimiy rivojlanish va o‘zgarishlar jarayonlari ta‘sirida bo‘lgan ekotizimning murakkabligi;

-ekotizimga ta‘sir qiluvchi tashqi ta‘sirlar (harorat, namlik, bosim va boshqalar)ning ko‘p xilligi va o‘zgaruvchanligi [1-3].

Neft mahsulotlari kanserogen va mutagen xususiyatlarga ega bo‘lganligi sababli ularni turli xil atrof-muhit obyektlarida tarkibi standartlashtirilgan. Inson organizmiga suv, tuproq va havo orqali to‘g‘ridan to‘g‘ri ta‘sir qiladi.

**Adabiyotlar tahlili.** Jahon miqyosida soha olimlari tomonidan suv resurslari va tuproqlarni neft mahsulotlari bilan ifloslanishini baholash hamda ular tarkibida neft mahsulotlari miqdorini aniqlash bo'yicha keng ko'lamli ilmiy-tadqiqotlar amalga oshirilmog'ida. Jumladan, geoeologik muhitni ifloslanish uchoqlarini aniqlash va o'z vaqtida tegishli tezkor qarorlar qabul qilishga alohida e'tibor qaratilmog'ida. Ushbu tadqiqotlar natijalari, o'z navbatida, suv resurslari va tuproqlarni ifloslanishini baholash va ularni muhofazalash hamda oqilona foydalanish bo'yicha muayyan chora-tadbirlarni amalga oshirishga imkon yaratadi.

Korxonalar suv havzalariga neft mahsulotlarini oqizishga ruhsat etilgan me'yordlardan ortiq tashlashi, tozalash inshootlarining eskirganligi sababli, oqava suvlarni tozalashda noto'g'ri usullardan foydalanish natijasida atrof-muhit obyektlarini neft mahsulotlari bilan ifloslanishi oshib bormog'ida. Atrof-muhit obyektlariga tashlanadigan oqava suv va chiqindilarni nazorat qilish maqsadida, O'zbekiston Respublikasi Davlat ekologiya vazirligi va Sog'likni saqlash vazirligi tomonidan odamlar uchun ekologik omillarning xavfsizligi yoki zararsizligi mezonlarini belgilaydigan sanitariya va gigiyena normalari hujjatlari ishlab chiqilgan [4-6]. Tuproq va havodan farqli o'laroq suv ifloslantiruvchi moddalarni tashuvchi eng muhim obyekt bo'lganligi sababli, suvlarda ifloslantiruvchi moddalarni tartibga solish alohida qiziqish uyg'otadi [7,8]. 1-jadvalda suv obyektlarida uglevodorodlarning ruhsat etilgan me'yorlari keltirilgan.

**1-jadval. Suv obyektlarida uglevodorodlarning ruhsat etilgan me'yorlari.**

Neft mahsulotlari	Ичимлик суви, мг/дм <sup>3</sup>	Maishiy, ichimlik va madaniy suvlar, mg/dm <sup>3</sup>	Baliqchilik sanoati suvlari, mg/dm <sup>3</sup>
Xujjat raqami	O'z DST 950-2011	O'z DST 540-2010	TSh 00124-2020
Umumiy neft mahsulotlari	0,1	0,1	0,05
Fenol	0,001	0,001	0,0001
Naftalin	0,01	0,01	0,004
Benzo(a)piren	0,01	0,001	-
Benzol	10	1,0	0,1
Poliakrilamid	2,0	-	-
Formaldegid	0,05	-	-

Atrof-muhitga ta'sir nuqta'i nazaridan uglevodorodlarning butun sinfi ifloslantiruvchi moddalar hisoblanadi. Shu bilan birga uglevodorodlarning alohida guruhlarning salbiy ta'sir darajasi sezilarli darajada farqlanadi. Shunday ekan, hozirgi kunda atrof-muhit obyektlarida neft mahsulotlarini doimiy nazorat qilish talab etiladi.

*Farg'ona neftni qayta ishlash zavodi (FNQZ)* – neftni qayta ishlash sanoati korxonasi. Farg'ona neftni qayta ishlash zavodi 1960-1961 yillarda qurilgan bo'lib, bosh korxonada tarkibiga Oltiariq neftni qayta ishlash zavodi, Pop va Angren neft bazalari kiradi. Zavod yuqori oktanli benzen, aviotexnik kerosin, dizel yoqilg'isi, kokos, turli xil motor moylari va dizel moylari, parafin, motor moylariga qo'shimchalar, bitum, mazut kabi 50 dan ortiq turli neft mahsulotlarini ishlab chiqaradi [9]. Neft-gaz sanoati rivojlanishi ushbu sanoat korxonalarini chiqindilari va atrof muhit obyektlariga ta'sirini o'rganishni talab etadi. Shunga ko'ra ekologiya va atrof-muhitni himoya qilish vazirligi hamda "GIDROINGEO instituti" davlat muassasasi davlat dasturlari asosida yillik kuzatuv monitoringlarini olib boriladi. Farg'ona neftni qayta ishlash (Oltiariq hududi) zavodida "GIDROINGEO instituti" DM hamda "O'zbekgidrogeologiya" DUK shartnoma asosida yillik kuzatuv monitoring ishlarini olib boradi [9]. Monitoring doirasida neft baza hududidan va atrofidan olingan suv va tuproq namunalari har chorakda kimyoviy tahlil qilinadi.

**Tahlil natijalari. Model eritma tayyorlash.** Model eritma tayyorlash uchun Germaniyaning "LGC Labor GmbH" kompaniyasining ISO 17034 sertifikatiga ega laboratoriyada ishlab chiqarilgan, asosiy komponent tarkibikamida 95% dan yuqori bo'lgan, n-dekan (C<sub>10</sub>H<sub>12</sub>), eykozan (C<sub>20</sub>H<sub>42</sub>), n-oktan (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>) va tetrakontan (C<sub>40</sub>H<sub>82</sub>) standart namunalari ishlatildi. Model eritma tayyorlash uchun 100 sm<sup>3</sup> li o'lchov kolbasiga normal uglevodorodlar aralashmasidan 4 mg dan o'lchab olindi va hajmi 100 sm<sup>3</sup> bo'lguncha ekstragent bilan to'ldirildi. Model eritmalarda uglevodorodlarning konsentratsiya miqdori 20-50 mg/dm<sup>3</sup> tashkil etadi. Foydalanilgan standart namunalarni komponent tarkibini bilish maqsadida xromatografik tahlillari bajarildi. 2-jadvalda standart namunalarni sifat pasportida keltirilgan komponent tarkibi hamda real tahlil natijalari keltirilgan.

**2-jadval. Standart namunalarni sifat pasportida keltirilgan komponent tarkibi hamda real tahlil natijalari.**

T/r	Standart namuna nomi	Standart namunining registratsiya nomeri	Chiqish vaqti, min	Standart namunining sifat pasportida ko'rsatilgan komponent tarkibi, %	Tahlil natijalari, %
1.	n-oktan (C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> )	Cas № 111-65-9	1.030	>80,00	82,35
2.	n-dekan (C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> )	Cas № 124-18-5	1.47	>96,20	97,80
3.	eykozan (C <sub>20</sub> H <sub>42</sub> )	Cas № 112-95-8	11.41	>99,30	99,80
4.	tetrakontan (C <sub>40</sub> H <sub>82</sub> )	Cas № 4181-95-7	20.045	>87,00	87,08

*Kolonkani ishga tayyorlash.* Diametri 07-1,0 mm, uzunligi 6-10 sm standart teshikli va pistonli, og'zi shlif bilan yopilgan ajratuvchi kolonkani xloroform bilan yuvib olindi, ekstrakt bilan yuvilgan shisha kolonkaga steklovata quyilib, ustiga 110°C da 4 soat davomida quritilib o'zgarmas massaga keltirilgan alyuminiy oksiddan 0,2-2,0 g solindi. va kolonka og'zi mahkam yopildi hamda tayyor xromatografik kolonkani shtativga mahkamlandi.

*Namunani ekstraksiya qilish.* Tahlil uchun tarkibida neft mahsulotlari miqdori 1,0, 5,0 va 10,0 mg/dm<sup>3</sup> konsentratsiyali suv namunalardan o'lchab olindi va pH muhiti kislotali (pH=2) bo'lguncha 1 M sulfat kislotadan 1-2 ml qo'yildi, ustiga 20 ml organik erituvchi solib, 500 sm<sup>3</sup> ajratuvchi voronka yordamida 5-8 daqiqa davomida aralashtirildi. Aralashmani 5 daqiqa organik qatlam suv qatlamdan ajralishi uchun qoldirildi. Hosil bo'lgan organik qatlamni ajratuvchi voronkada ajratib olindi. Elyuatni suvsizlantirish maqsadida, elyuat solingan buyuksga natriy sulfat tuzidan (140°C da 4 soat davomida quritilib o'zgarmas massaga keltirilgan) 1-2 g solindi va yuqorida tayyorlangan xromatografik kolonkadan o'tkazilib organik elyuat 50 sm<sup>3</sup> buyuksga yig'ib olindi. Yig'ib olingan elyuat gaz-xromatografik tahlili o'tkazildi. Tahlil uchun Farg'ona neftni qayta ishlash zavodi hududidan olib kelingan 10 ta suv namunasi kimyoviy tahlil qilindi. 3-jadvalda tahlil natijalari keltirilgan.

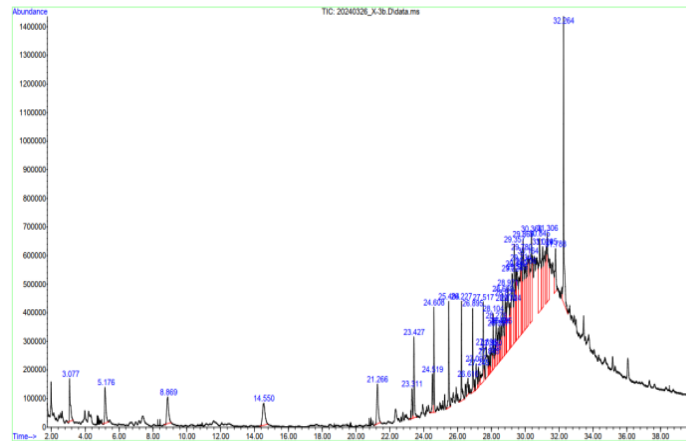
**3-jadval. Neft mahsulotlarining alanga-ionizatsion detektorli gaz-xromatografik aniqlash natijalari.**

T/r	Namuna shifri	Neft mahsulotlari miqdori, mg/dm <sup>3</sup>	S	S <sub>r</sub>
	O'z DST 950:2011	PЭM=0,1 мг/дм <sup>3</sup>		
1	Namuna -1	0,05	0,003	0,060
2	Namuna -2	0,04	0,001	0,023
3	Namuna -3	0,05	0,003	0,067
4	Namuna -4	0,08	0,003	0,038
5	Namuna -5	0,02	0,003	0,136
6	Namuna -6	<b>0,13</b>	<b>0,010</b>	<b>0,077</b>
7	Namuna -7	0,08	0,003	0,037
8	Namuna -8	0,04	0,003	0,062
9	Namuna -9	<b>0,15</b>	<b>0,010</b>	<b>0,070</b>
10	Namuna -10	0,06	0,004	0,063

Neft mahsulotlarini aniqlash Agilent Technologies 6850 markali mass-spekrometrik detektorli gaz-xromatograf yordamida bajarildi. Maksimal ish harorati 300 °C kam bo'lmagan silikon fazali xromatografik kapillyar kolonkali, ichki diametri 0,32 dan 0,53 mm gacha, uzunligi 5 dan 30 m gacha, harakatsiz fazaning plyonka qalinligi 0,25 dan 1,2 mikrongacha. Namuna quyish tizimini to'g'ridan-to'g'ri xromatografik ustunga ishlatganda, uzunligi taxminan 2 m va ichki diametri 0,53 mm bo'lgan oldingi kolonkadan foydalanildi.

1-rasmda namunalarni ajratib olingan hamda GX-MS usuli yordamida aniqlangan neft mahsulotlari fraksiyalarini xromatogrammasi keltirilgan.





**1-rasm. Namunalarning mass-spektrometrik detektorli gaz-xromatografik usulda identifikatsiya qilingan neft mahsulotlari fraksiyalari.**

Tahlil natijalariga asosan, namunalar tarkibida zavod xomashyo uglevodorodlari hisoblangan politsiklik aromatik uglevodorodlar, alifatik uglevodorodlar, parafinli uglevodorodlar, naftenlilar va boshqa turdagi uglevodorodlar borligini ko'rish mumkin.

**Xulosalar.** Yangi qo'llanilgan mass-spektrometrik detektorli gaz-xromatografik usul yordamida birinchi marta Farg'ona neftni qayta ishlash zavodi hududidagi va monitoring quduqlaridagi suv namunalari tarkibidagi neft mahsulotlari fraksiyalari identifikatsiya qilindi.

1. Zavod yuqori oktanli benzen, aviotexnik kerosin, dizel yoqilg'isi, kokos, turli xil motor moylari va dizel moylari, parafin, motor moylariga qo'shimchalar, bitum, mazut va boshqalar kabi neft mahsulotlarini ishlab chiqaradi. Shuningdek, tahlil natijalariga asosan, namunalar tarkibida zavod xomashyo uglevodorodlari hisoblangan politsiklik aromatik uglevodorodlar, alifatik uglevodorodlar, parafinli uglevodorodlar, naftenlilar va boshqa turdagi uglevodorodlar borligini aniqlandi.

2. Farg'ona neftni qayta ishlash zavodi hududidagi va monitoring quduqlaridagi suv namunalari tarkibidagi neft mahsulotlari miqdoriy tahlil natijalariga asosan namuna-6 va namuna-9 kuzatuv burg'u quduqlarida neft mahsulotlari miqdori ruxsat etilgan me'yorlardan oshganligi aniqlandi.

3. Yangi qo'llanilgan gaz-xromatografik usul geoeologik va ekologik monitoring ishlarini bajarishda atrof-muhitni ifloslanishini baholashda qo'llash mumkin. Shuningdek, usul barcha turdagi suv namunalarini tahlil qilish, quyi aniqlash chegarasining pastligi ( $0,02 \text{ mg/dm}^3$ ), bir namuna tayyorlash sharoitida miqdoriy va fraksiya tarkibini aniqlash imkonini mavjudligi bilan boshqa usullardan afzal hisoblanadi.

#### ADABIYOTLAR

- Каюкова Г.П., Киямова А.М., Нигмедзянова Л.З., Рахманкулов Ш.М., Шарипова Н.С., Смелков В.М. // Нефтехимия. 2007. Т. 47. №5. - С. 349–361.
- Майстренко В.Н. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей: учеб. пособие/В.Н. Майстренко, Н.А. Клоев. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - С. 323.
- Марталов А.С. // Нефтепереработка и нефтехимия. 2006. №12. - С. 39–40.
- Николаевич В.П., Назаров В.Д. «Очистка сточных вод нефтехимического комплекса электрохимическими методами»//Диссертация – 2014.
- Жумагулов Б.Т. Экологические проблемы нефтегазовой отрасли // Нефть и газ. – 2005. - № 6. - С.40-45.
- Занозина И.И., Полищук Н.В., Григорьев В.В., Шабалина О.Е., Бабинцева М.В., Хлопцев М.А., Занозин И.Ю. // Нефтепереработка и нефтехимия. 2006. №4. - С. 41–43.
- О'z DSt 540-2010 Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые, столовые. Технические условия. Утвержден и введен постановлением Агентства «Узстандарт» за № 05-388 от 08.06.2012г.
- О'z DSt 950-2011 Вода питьевая. Техническая условия. Утвержден и введен постановлением Агентства «Узстандарт» за № 05-273 от 02.02.2011г.
- Farg'ona viloyati gidrogeologik stansiyasi tomonidan tayyorlangan hisobot materiallaridan foydalanildi.



UDK:547.472.3; 67.02:06

**Baxtiniso MUZAFFAROVA**,  
Samarqand davlat universiteti tayanch doktoranti  
E-mail: muzaffarobaxtiniso1996@gmail.com;  
**Sanjar TILLAYEV**,  
Samarqand davlat universiteti dotsenti

Samarqand davlat tibbiyot universiteti tibbiy kimyo kafedrasini mudiri, t.f.d., professor D.Xolmurodova taqrizi ostida

### BIOMEDICAL MATERIALS BASED ON POLYLACTIDE AND HYDROXYAPATITE: PREPARATION, PHYSICO-CHEMICAL AND MECHANICAL PROPERTIES

Annotation

The paper presents the results of studies on obtaining resorbable biomedical materials based on polylactide/calcium hydroxyapatite and various inorganic modifiers. The physicochemical properties of the materials were studied by modern methods: ERF, XRD, FTIR, TGA, DSC, and the mechanical hardness was studied by the Vickers method.

**Key words:** polylactide, hydroxyapatite, modifier, biomedical materials, resorption, biodegradation.

### БИОМЕДИЦИНСКИЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИЛАКТИДА И ГИДРОКСИАПАТИТА: ПОЛУЧЕНИЕ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Аннотация

В работе представлены результаты исследований по получению резорбируемые биомедицинские материалы на основе полилактида / гидроксиапатита кальция и различных неорганических модификаторов. Изучены физико-химические свойства материалов современными методами: ERF, XRD, FTIR, TGA, DSC, а механическую твердость изучен методом Виккерса.

**Ключевые слова:** полилактид, гидроксиапатит, модификатор, биомедицинские материалы, резорбция, биодеградация.

### POLILAKTID VA GIDROKSIAPATIT ASOSIDA BIOTIBBIY MATERIALLAR: OLINISHI, FIZIK-KIMYOVIY VA MEKANIK XOSSALARI

Аннотация

Mazkur ishda polilaktid/kalsiy gidroksiapatit hamda turli noorganik modifikatorlar asosida suyak o'rmini bosuvchi, rezorbtsiyalanish xususiyatiga ega biotibbiy materiallar olish borasidagi tadqiqotlar natijalari keltirilgan. Materiallarning fizik-kimyoviy xossalari zamonaviy usullar: ERF, XRD, FTIR, TGA, DSC vositasida, mexanik qattiqligi esa Vickers usulida tadqiq etildi.

**Kalit so'zlar:** polilaktid, gidroksiapatit, modifikator, biotibbiy materiallar, rezorbsiya, biodegradatsiya.

**Kirish.** So'nggi yillarda tirik hujayralar bilan muvofiqdagi yuqori bo'lgan, turli shikastlanishlar oqibatini yaxshilashga imkon beruvchi, shuningdek, xossalari oldindan ma'lum bo'lgan biotibbiy materiallar sintez qilish va amaliyotga joriy etish dolzarb vazifalardan biriga aylandi. Masalan, singan va shikastlangan suyaklarni fiksatsiyasi uchun qo'llaniladigan inert hamda rezorbtsiyalanuvchan plastinkalar hamda fiksatorlarga bo'lgan dunyo bo'yicha yillik ehtiyoj ikki milliondan ko'proqni tashkil etadi [1]. Bunday materiallarning eng ko'p tadqiq etilgani tabiiy suyakning tarkibiy qismi bo'lgan – kollagen hamda mineral komponent – kalsiy gidroksiapatit asosida olingan [2, 3]. Yana bir muhim komponentlardan biri – polilaktid bo'lib, uning mineral komponent – gidroksiapatit bilan hosil qilgan kompozit materiallari ham keng tadqiq etilgan materiallar sirasiga kiradi [4, 5]. Shuningdek, kollagen/xitozan [6], nanokristallik selluloza/polilaktid [7], polifosfazen/gidroksiapatit [8], poli-e-kaprolakton/kalsiy fosfat [9], agaroz/gidroksiapatit [10] va boshqa qator materiallar asosida suyakning zararlangan qismlarini o'rmini bosuvchi, rezorbtsiyalanish xususiyatiga ega kompozit materiallar olingan va xossalari tadqiq etilgan. Bu boradagi so'nggi yillarning asosiy tadqiqot yo'nalishi – suyaklarni zamonaviy "to'qima muhandisligi" usullari vositasida tiklash bo'yicha rivojlanib bormoqda [11, 12]. To'qima muhandisligida bir qator yutuqlarga erishilganligiga qaramasdan, biologik muvofiqdagi yuqori, arzon, olinishi qulay bo'lgan, barcha talablarga javob beruvchi, rezorbtsiyalanuvchan biotibbiy materiallar olishga bo'lgan talab yuqorilgicha qolmoqda.

Mazkur ishda Samarqand davlat universitetida polilaktid/gidroksiapatit asosida biologik jihatdan to'qimalar bilan muvofiqdagi yuqori bo'lgan, rezorbtsiyalanuvchan xossalarga ega biotibbiy materiallar olish va xossalarni o'rganish borasida olib borilayotgan tadqiqotlar natijalari keltirilgan.

**Materiallar.** PLA (Mw=80 kDa), kalsiy gidroksiapatit (HA, zarrachalar o'lchami – 80 um), MgF<sub>2</sub>, CaF<sub>2</sub>, Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, limon kislotasi, xloroform hamda tadqiqot uchun zarur bo'lgan reaktivlarning barchasi Xitoyning "Jinan Future Chemical Co." LTD dan sotib olindi. Shuningdek, dastlabki xom ashyodan to'qima muhandisligi bo'lgan barcha bosqichlarni o'z ichiga olgan, sintez usuli ishlab chiqilgan [13] va ushbu usul vositasida olingan polilaktiddan ham foydalanildi. Kalsiy gidroksiapatit: tijoriy olingan hamda sintez qilingan namunalardan foydalanildi [14].

**Metodlar.** Materiallar sintezida "erituvchi ishtirokida quyish" hamda ekstruziya usulidan foydalanildi, materiallar xossalarni tadqiq etishda IQ spektroskopiya, energodispersion rentgen fluoretsent, kukun rentgen diffraksiyasi, termik usullar, mexanik xossalarni aniqlashda Vickers bo'yicha qattiqligi singari usullardan foydalanildi.

**Tajribiy qism. PLA-HA asosidagi materiallarni olish.** Kompozit materiallar olish uchun erituvchi yordamida quyish (solvent casting method) usuli qo'llanildi. Buning uchun ma'lum miqdordagi polilaktid hamda kalsiy gidroksiapatit xloroformdagi eritmalaridan foydalanildi. Xloroformga massa jihatdan 10% miqdorda polilaktid 4 soat davomida doimiy aralastirilib turgan holda eritildi. Shundan so'ng, yuqoridan aralastirib turgan holda ustiga asta-sekin kalsiy gidroksiapatit hamda ma'lum miqdordagi turli modifikatorlar – MgF<sub>2</sub>, CaF<sub>2</sub>, Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> va limon kislotasi qo'shib, 2 soat aralastirildi. Modifikatorlar PLA/GA namunasiga nisbatan massa jihatdan 5%, 10% va 20% miqdorda qo'shildi. Qo'shiladigan kalsiy gidroksiapatit hamda modifikatorlar o'lchamlari 0,075 μm bo'lgan elakdan o'tkazilgan namunalari qo'llanildi. Shundan so'ng aralashma ma'lum qoliplarda quyilib, xona haroratida 3-5 sutka davomida qoldirildi. Materiallarga shakl berish uchun keyingi bosqichda ekstruziyadan foydalanildi. Buning uchun olingan material polilaktidning suyuqlanish temperaturasi – 140±5 °C da qizdirilgan holda, ekstruziya qilinib, shakl berildi.

**Materiallarning fizik-kimyoviy xossalarni tadqiq etish**

*Energodispersion rentgen fluorescent analiz.* Namunalarning element tarkibini aniqlash uchun energodispersion rentgen fluorescent analizdan foydalanildi (NexDe, Rigaku, Yaponiya).

**IQ-spektroskopiya.** Namunalarning IQ-spektrlari FT-IR spektrometrdagi (IRAffinity-1S, Shimadzu, Yaponiya) olindi. Namunalarning IQ-spektrlarini qayd etish uchun namunalar dastlab quritildi, maydalandi. ATR rejimida olingan IQ-spektrlari maxsus dastur orqali qayta ishlandi.

**Kukun rentgen difraksiyasi.** Namunalarning fazaviy holatlari, kristallik darajasi singari parametrlari kukun rentgen difraksiyasi usulida tadqiq etildi (Maxima, XRD-7000, Shimadzu, Yaponiya). Jarayon parametrlari: Cu K $\alpha$  elektromagnit nurlanish manbai ( $\lambda=0.1544$  nm), kuchlanish – 30 kV, tok kuchi – 30 mA, 2 $\theta$  skanerlash 10° dan 70° gacha, skanerlash qadami – 0.02°, tezligi – 2°\*min<sup>-1</sup>, tirqish kengligi – 0.3 nm.

**Namunalarning termik analizi.** Materiallarning kompleks termik analizi (TG-60H, Shimadzu Corporation, Japan) qurilmasida o'tkazildi. Tajribalar temperaturasi 50 dan to 600 °C gacha, tezligi 20 °C\*min<sup>-1</sup>, azot atmosferasida olib borildi. Olingan natijalar "Origin2024bSr0No\_H" dasturiy vositasi yordamida tahlil qilindi.

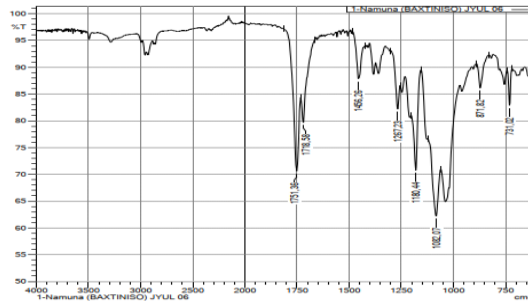
**Differensial skanerlovchi kalorimetriya tahlili.** Kompozit materiallarning 8-16 mg namunasi DSC analizi differensial skanerlovchi kalorimetrida (DSC-60H, Shimadzu Corporation, Japan) azot atmosferasida, 10 °C\*min<sup>-1</sup> tezlikda olib borildi. DSC analizi asosida namunalarning shishaga o'tish harorati aniqlandi.

**Mexanik xossalari: namunalarning qattiqligini Vickers bo'yicha aniqlash.** Namunalarning mexanik xossalari, xususan qattiqligi Vickers usulida aniqlandi (KASON-59-HVS, Xitoy). Vickers usulida namunalarning qattiqligini aniqlashda tekshirilayotgan material namunasi to'rt burchakli piramida shaklidagi olmos bilan 136° burchak ostida 980,7 N (100 kgs) gacha yuklama (R) beriladi va 10-15 sekund tutib turiladi. Ushbu tajribalarda namunalarga 2kg yuklama berilib, 20 sekund davomida tutib turildi. Hisoblashlar tegishli formula bo'yicha olib borildi.

#### Olingan natijalar va ularning muhokamasi

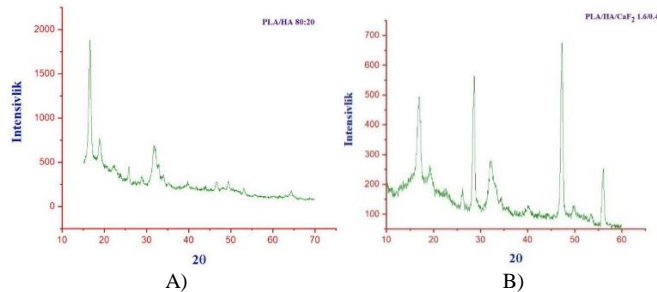
**1. Element analizi.** Qo'llanilgan kalsiy gidroksiapatit namunalari ikki xil variantda bo'ldi: biri – tijoriy olingan namunalar, ikkinchisi – laboratoriyada sintez qilingan namunalar. Sintez qilingan namunalarning element analizi natijalaridan ularning tarkibidagi CaO/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ning mol nisbatlari 2.3:1 dan 6.6:1 gacha ekanligi aniqlandi.

**2. IQ-spektroskopiya.** ~1030-1040 va 1082,07 sm<sup>-1</sup> dagi kuchli polosalar fosfat guruhining apatit panjarasi tebranishlariga xos (1-rasm). Odatda, 1024 sm<sup>-1</sup> sohada sof fosfat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) guruhining valent tebranishlari ko'rinadi, ushbu namunalarda esa uning ~1030-1040 sm<sup>-1</sup> soha atrofida ko'ringanligi polimer matritsa hamda kalsiy gidroksiapatit o'rtasida ta'sirlar yuzaga kelganligini ko'rsatadi. C–O valent tebranishlariga xos bo'lgan polosalarning 1182,36 gacha siljiganligi, shuningdek, fosfat guruhining apatit panjarasi tebranishlariga xos polosalarning 1031,92 va 1083,99 sm<sup>-1</sup> ga qadar siljiganligi polimer matritsa hamda kalsiy gidroksiapatit orasida ta'sirlar yuz berganligi to'g'risida xulosa qilishga imkon beradi.



1-rasm. PLA/HA massa jihatdan 80:20 tarkibli materialning IQ-spektri

**3. Kukun rentgen difraksiyasi.** Quyidagi rasmda olingan namunalarning rentgen difraktogrammalari keltirilgan (2-rasm). Olingan natijalardan ko'rishimiz mumkinki, 2 $\theta=15-20^\circ$  diapazondagi signallar PLA ning yuqori kristallik sohasining  $\alpha$ -fazasi (psevdoortorombik,  $a=1,06$  nm) ga tegishli [7].



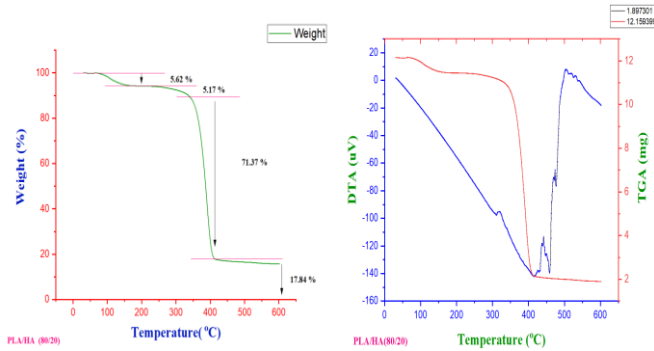
2-rasm. PLA/HA komponentlar nisbati 80:20 bo'lgan (A) namuna hamda +20% CaF<sub>2</sub> modifikator qo'shilgan (B) kompozit materiallarning rentgen difraktogrammasi

PLA/HA nisbati 80:20 bo'lgan namunalarga modifikator sifatida turli noorganik hamda organik tabiatli moddalarning qo'shilishi kristallik darajasining o'zgarishiga olib kelishi kuzatildi. Shu bilan birga, cho'qqilarning yoyilib ketganligi namunada amorf tuzilishning ulishi katta ekanligidan dalolat. 2 $\theta=25-50^\circ$  sohalardagi cho'qqilar kalsiy gidroksiapatitga tegishli bo'lib, qo'shilgan modifikatorning tabiatiga ko'ra ularning intensivliklari o'zgarishini ko'rish mumkin. Namunalarga modifikator sifatida 20% CaF<sub>2</sub> qo'shilgan materiallarning rentgen difraktogrammasidan 2 $\theta=15-20^\circ$  diapazondagi cho'qqilarning intensivligi kamayganligi, binobarin kristallik pasayganligi, lekin shu bilan birga 2 $\theta=30-60^\circ$  diapazonda esa yangi kristallik cho'qqilarning hosil bo'lganligini ko'rish mumkin.

Olingan difraktogrammalar asosida namunalarning kristallik darajasi hisoblab topildi. Unga ko'ra PLA/HA – 58,4%; PLA/HA+MgF<sub>2</sub> – 60,6%; PLA/HA+CaF<sub>2</sub> – 48,4%; PLA/HA+Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> – 53,2% va PLA/HA+Limon kislotasi – 53,7% ekanligi aniqlandi. Olingan natijalardan magniy ftorid modifikator sifatida qo'llanilgan namunalarning kristallik darajasi (60,6%) yuqori ekanligini ko'rish mumkin.

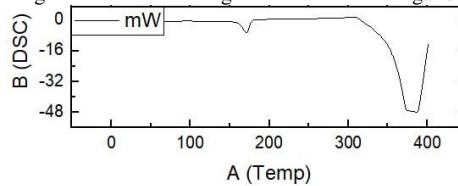
**Termik analiz natijalari tahlili.** Polilaktid va kalsiy gidroksiapatitning optimal tanlangan nisbati 80:20 bo'lgan namunalar hamda ularga 5%, 10% va 20% miqdorlarda MgF<sub>2</sub>, CaF<sub>2</sub>, Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> va limon kislotalari modifikator sifatida qo'shilgan namunalar termik usullarda sinovlardan o'tkazildi. Olingan natijalar "Origin2024bSr0No\_H" dasturiy vositasi yordamida vizuallashtirildi hamda tahlil qilindi. Namunalar maxsus maydalagich yordamida tuyildi va mayda holatga keltirildi va analiz uchun 9-16 mg massada namunalar ishlatildi.

PLA/HA massa nisbati 80:20 tarkibli kompozitning asosiy parchalanish 360 °C dan boshlangan. Temperatura 410 °C ga yetganda namunaning 77.23 % i parchalangan va qoldiq kul miqdori 13.22 % ni tashkil etdi (7-rasm). Bunga mos ravishda 290 va 410 °C larda endo- hamda 410, 470, 500 va 515 °C larda ekzo- effektlar kuzatildi. 100 – 200 °C oraliqda namunalar adsorbsion suv hisobiga 3.95% massa yo'qotish kuzatildi. 200 °C dan boshlab to 360 °C oraliqida namuna tarkibidagi oson uchuvchan komponentlar – oligomerlar, erituvchi qoldiqlari hamda boshqa birikmalar hisobiga 5,32% massa kamayishini kuzatildi. Birikmaning 70-80 % qismi parchalanishi uchun zarur temperatura 360 °C ni tashkil etib, bu aynan shu temperaturada birikma tarkibidagi polilaktid, gidroksiapatit va to'ldiruvchilarning parchalanishi yuz berishini isbotlaydi. To'ldiruvchi sifatida Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> va limon kislotasi qo'shilgan parchalanishda keskin farqni ko'rish mumkin. Birikma tarkibiga Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> ni qo'shilishi parchalanish temperaturasini keskin, 260 °C gacha pasayishiga olib kelgan. Limon kislotaning qo'shilishi natijasida asosiy parchalanish miqdorini 83.1 % ga ortganligini ko'rish mumkin.



7-rasm. PLA/HA 80:20 tarkibli material namunasining termik analiz natijalari

DSC analizi tahlili. DSC analizi natijalaridan ko'rishimiz mumkinki (8-rasm), olingan kompozit materiallarning shishalanish temperaturalari  $165 \pm 3$  °C orasida bo'ldi. Qo'shilgan modifikatorlarning ta'sirida sezilarli o'zgarish bo'lmaganligini ko'rish mumkin.



8-rasm. Materiallarning shishalanish temperaturasi aniqlash

Materiallarning mikroqattiqqligini Vickers usulida tekshirish. Namunalarning mikroqattiqqligini aniqlashda ikki turdagi namunalardan foydalanildi. Dastlab, eritmalardan bug'latish yo'li bilan olingan materiallarning qattiqqligi o'rganildi. Bunda, olingan materiallarning mikroqattiqqligi 13.0 – 15.7 HV orasida bo'lganligi kuzatildi. Bu qiymat odamning yoshiga, suyakning turiga bog'liq ravishda o'zgarib turuvchi qattiqlik diapazoni 28-50 HV ga nisbatan ancha pastligini ko'rish mumkin. Shu sababli namunalarning kristallik darajasini, binobarin, qattiqqligini oshirish, shuningdek, ularga shakl berish jarayonini amalga oshirish uchun ekstruziya qilindi. Ekstruziya natijasida namunalarning mikroqattiqqligi 27-34 HV gacha oshganligini ko'rish mumkin. Eng qattiq namunalar - PLA/HA asosidagi kompozit tarkibiga  $MgF_2 + CaF_2 + Mg_3(PO_4)_2$  larning har biridan 5% dan qo'shilgan namunalarning ekanligi aniqlandi.

**Xulosalar.** Oksikislota – sut kislotaning polikondensatsiya mahsuloti – polilaktid hamda kalsiy gidroksiapatit, shuningdek, turli noorganik modifikatorlar asosida suyak o'rni bosuvchi, rezorbtisyalanish xususiyatiga ega biotibbiy materiallar olindi. Materiallarning fizik-kimyoviy xossalari zamonaviy usullar: ERF, XRD, FTIR, TGA, DSC vositasida, mexanik qattiqqligi esa Vickers usulida tadqiq etildi. "Solvent casting method" – erituvchi yordamida quyish usulida kompozit materiallar sintez qilindi. Sintez qilingan materiallar ekstruziyadan so'ng Vickers bo'yicha qattiqqligi 27-34 HV orasida bo'lib, tabiiy suyakning minimal qattiqqligiga mosligi aniqlandi. Qo'shilgan modifikatorning turiga ko'ra namunalarning fizik-kimyoviy xossalardagi o'zgarishlar ko'rsatildi.

#### ADABIYOTLAR

1. V. Campana, G. Milano, E. Pagano, M. Barba, C. Cicione, G. Salonna, W. Lattanzi, G. Logroscino. Bone substitutes in orthopaedic surgery: from basic science to clinical practice // Journal of Materials Science: Materials in Medicine, 25. 2014, pp. 2445-2461
2. Y.D. Chai, M. Okuda, Y. Otsuka, K. Ohnuma, M. Tagaya, Comparison of two fabrication processes for biomimetic collagen/hydroxyapatite hybrids, Adv. Powder Technol. 30 (7) 2019 1419–1423, <https://doi.org/10.1016/j.appt.2019.04.012>
3. V. Irawan, D. Kajiwaru, Y. Nakagawa, T. Ikoma, Fabrication of mechanically robust bilayer membranes of hydroxyapatite/collagen composites, Mater. Lett. 291. 2021, 129514, <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2021.129514>
4. Talip Çelik, Büşra Saraçoğlu, Arif Özkan, Yasin İlhan. Biodegradable Pla/Ha Composite Material Production and Mechanical Characterization for Temporary Implant Applications // International Journal of Pioneering Technology and Engineering. Vol, 02, No.02, pp. 188-192 December. 2023. <https://doi.org/10.56158/jpte.2023.59.2.02>
5. Patiguli Aihemaiti, Houfeng Jiang, Wurikaixi Aiyiti, Jing Wang, Lanlan Dong, Cijun Shuai. Mechanical properties enhancement of 3D-printed HA-PLA composites using ultrasonic vibration assistance // Virtual and physical prototyping. 2024, vol. 19, NO. 1, <https://doi.org/10.1080/17452759.2024.2346271>
6. M. Li, W.B. Jia, X.L. Zhang, H.J. Weng, G.F. Gu, Z.G. Chen, Hyaluronic acid oligosaccharides modified mineralized collagen and chitosan with enhanced osteoinductive properties for bone tissue engineering // Carbohydrate Polymers. 260. 2021, <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.117780>
7. W.H. Luo and others. Preparation, characterization and evaluation of cellulose nanocrystal/poly(lactic acid) in situ nanocomposite scaffolds for tissue engineering, International Journal of Biological Macromolecules. 134. 2019. 469–479, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.05.052>
8. P. Nukavarapu, S.G. Kumbar, J.L. Brown, N.R. Krogman, A.L. Weikel, M. D. Hindenlang, L.S. Nair, H.R. Allcock, C.T. Laurencin, Polyphosphazene/nanohydroxyapatite composite microsphere scaffolds for bone tissue engineering // Biomacromolecules 9 (7) 2008. 1818, <https://doi.org/10.1021/bm800031t>
9. F. Shiralipour, S.S. Shafiei, Y. Nikakhtar, Three-dimensional porous poly( $\epsilon$ -caprolactone)/beta-tricalcium phosphate microsphere-aggregated scaffold for bone tissue engineering // Int. J. Appl. Ceram. Technol. 18 (5) 2021. 1442–1456, <https://doi.org/10.1111/ijac.13770>
10. I.P. Khosalim, Y.Y. Zhang, C.K.Y. Yiu, H.M. Wong, Synthesis of a graphene oxide / agarose / hydroxyapatite biomaterial with the evaluation of antibacterial activity and initial cell attachment // Sci. Rep. 12 (1) 2022. 1971, <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06020-1>
11. Tuğrul Mert Serim, Gülin Amasya, Tuğba Eren-Böncü, Ceyda Tuba Şengel-Türk, Ayşe Nurten Özdemir. Electrospun nanofibers: building blocks for the repair of bone tissue // Beilstein Journal of Nanotechnology. 2024, 15, 941–953. <https://doi.org/10.3762/bjnano.15.77>
12. Hee Sook Hwang, Chung-Sung Lee. Nanoclay-Composite Hydrogels for Bone Tissue Engineering // Gels 2024, 10, 513. <https://doi.org/10.3390/gels10080513>
13. Muzaffarova B.B., Xudaynazarov J.O., Mahkamov A.M., Tillayev S.U. Mahalliy xom ashyolar asosida polilaktid olish imkoniyatlari // NamDU Ilmiy Axborotnomasi 2024-7-son. 71-74 betlar.
14. Muzaffarova B.B., Xudaynazarov J.O., Erkinov M.Sh., Qo'chqorova D.B., Sayfullayev Q.A., Tillaev S.U. Oksikislotalar asosida rezorbtisyalanuvchan biotibbiy materiallar olish // SamDU Ilmiy axborotnomasi. 1-son | 143/1 | Mart 2024. 111-116 betlar.



UDK: 543.251:541.25:541.13:541.8

**Maxsuda NAZAROVA,**  
Toshkent davlat texnika universiteti tayanch doktoranti  
E-mail: maxsudaqaxramonovna@gmail.com  
**Dilshod ZIYAYEV,**  
O'zbekiston Milliy universiteti dotsenti, PhD

Toshkent farmatsevtika instituti dotsenti, f.f.n. B.Muxamedova taqrizi asosida

## HEAVY AND TOXIC METAL IONS INDUSTRIAL WASTEWATER IMPORTANCE OF DETERMINATION FROM COMPOSITION

Аннотация

In our research work, the presence of copper(II) and zinc(II) ions in the composition of the industrial wastewater leaking from the gold mining "Kuchbulok mine" belonging to the Angren mining department of the Almalyk mining and metallurgical combine was studied through qualitative reactions of the corresponding ions. The pH environment of the water was determined. Based on qualitative reactions, inversion-voltammetric and X-ray-fluorescence quantitative analyzes were carried out.

**Key words:** trace element, industry, waste water, mine, metal ions, Cu(II), Zn(II), background electrolyte, buffer mixture, inversion voltammetry, electrochemical sensor.

## ИОНЫ ТЯЖЕЛЫХ И ТОКСИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ ПРОМЫШЛЕННЫЕ СТОЧНЫЕ ВОДЫ ВАЖНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗ СОСТАВА

Аннотация

В нашей исследовательской работе изучено наличие ионов меди(II) и цинка(II) в составе промышленных сточных вод, вытекающих из золотодобывающего предприятия «Кучбулокский рудник», принадлежащего Ангреному горнорудному управлению Алмалыкского горно-металлургического комбината, посредством качественные реакции соответствующих ионов. Определяли pH среды воды. На основании качественных реакций проведены инверсионно-вольтамперометрический и рентгенофлуоресцентный количественный анализы.

**Ключевые слова:** микроэлемент, промышленность, сточные воды, шахта, ионы металлов, Cu(II), Zn(II), фоновый электролит, буферная смесь, инверсионная вольтамперометрия, электрохимический сенсор.

## OG'IR VA ZAHARLI METALL IONLARINI SANOAT OQAVA SUV TARKIBIDAN ANIQLASHNING AHAMIYATI

Аннотация

Tadqiqot ishimizda Olmaliq tog'-metallurgiya kombinati Angren kon boshqarmasiga qarashli, oltin qazib oluvchi "Kuchbulok shaxtasi" dan sizib chiqayotgan sanoat oqava suv tarkibidan mis(II) va rux(II) ionlarini mavjudligi tegishli ionlarning sifat reaksiyalari orqali o'rganildi. Suvning pH muhiti aniqlandi. Sifat reaksiyalariga asoslangan holda inversion-voltamperometrik va rentgen-fluorescent miqdor analizlari o'tkazildi.

**Kalit so'zlar:** mikroelement, sanoat, oqava suv, kon, metall ionlari, Cu(II), Zn(II), fon elektroliti, bufer aralashma, inversion-voltamperometriya, elektrokimyoviy sensor.

**Kirish.** Suv sifati iste'molchilar uchun eng muhim omil hisoblanadi, chunki uning sifati undan foydalanuvchilarning sog'lig'iga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Suv sifatini kuzatish va nazorat qilish kimyogarlar uchun alohida ahamiyatga ega.

Tahlilning inversion-voltamperometrik uslublari yuqori sezuvchanligi, kichik xatolar va aniqlash natijalarining yaxshi takrorlanishi, o'lchash tezligi, shuningdek, uskunaning nisbatan arzon narxi va uni ishlatish qulayligi tufayli zamonaviy analitik kimyoning eng istiqbolli usullaridan biridir. Usul orqali sanoatda tuzli eritmalarining konsentratsiyasini tahliliy nazorat qilishda, yerusti va yerosti suvlarning tarkibi, suvning sifati va tozalashni nazorat qilish, oqava suvlarning ifloslanganligini baholashda keng ko'lamda foydalanilishi mumkin.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** O'sib borayotgan talab va joriy taklif o'rtasidagi ziddiyat sanoatning sog'lom rivojlanishiga juda katta ta'sir ko'rsatadi. Sanoatda suvdan foydalanishning o'zgarishining asosiy ta'sir etuvchi omillarini o'rganish suv resurslarini boshqarishda muhim amaliy ahamiyatga ega. Sanoat rivojlanishi sanoat suvidan foydalanishning o'zgarishiga eng katta hissa qo'shadi va taxlillar davrida ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Texnologik taraqqiyot sanoat suvidan foydalanishni qisqartirishda katta rol o'ynaydi, ammo vaqt o'tishi bilan salbiy ta'sir vaqti-vaqti bilan o'zgarib boradi. Atrof-muhitni muhofaza qilish ham erta taxlillar davrida ijobiy ta'sir ko'rsatadi va keyinchalik vaqt o'tishi bilan aks ta'sir ko'rsatadi. Ushbu tadqiqot natijalari tegishli organlarga sanoatni rivojlantirishni rejalashtirish va suvni tejash siyosatini ishlab chiqishda va sanoat suviga bo'lgan talabni oqilona nazorat qilishda yordam berishi mumkin [1]. Tabiiy resurslar insoniyat hayoti va rivojlanishi uchun alohida ahamiyatga ega bo'lgan barcha moddiy ne'matlarning asosidir. Shuning uchun tabiiy resurslarni barqaror boshqarish zamonaviy jamiyat uchun katta ahamiyatga ega. Tuproqdagi og'ir metallarning konsentratsiyasi (Cu, Fe, Cd, Mn, Pb va Zn) ekinlarning ifloslanishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Inson faoliyati ekologik barqarorlik tamoyillari asosida rivojlanishi kerak. Inson faoliyati bilan ifloslangan atrof-muhitni yaxshilash uchun iqtisodiy va ijtimoiy farovonlik va atrof-muhitni muhofaza qilish, tabiiy resurslarni saqlash va qayta tiklash kerak. Bundan tashqari, atrof-muhitning farovonligini boshqarish va kelajakda atrof-muhit musaffoligini saqlash xavfsiz oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarish imkonini beradi. Yaxshi sifatli suv resurslarini saqlash xavfsizlik va tuproq sifatini yaratadi. So'nggi paytlarda tabiiy resurslar, ayniqsa, suv sifati, tuproqni saqlash va ularning hayotimiz uchun ahamiyati to'g'risida xabardorlik sezilarli darajada oshdi. Tadqiqot turli metodologiyalar, sifat, miqdoriy tahlil va statistika o'z ichiga olgan [2].

O'zbekiston rangdor metallurgiyasining eng ahamiyatli tarmoqlaridan biri oltin sanoatidir. Shujumladan Kuchbulok oltin koni - Angren shahridan 15 km janubda, Qurama tizmasining shimoliy yon bag'ridagi kon. 1959-yilda topilgan. 1966-yildan o'zlashtirilmoqda. Rudalarning tarkibida ko'proq kvars va kamroq miqdorda karbonat, seritsitlardan tashqari, turli sulfidlar va kam darajada sulfa tuzlar, telluridlar, oksidlar, tug'ma elementlar mavjud. Turli ruda tanalarida rudali minerallarning miqdori har xil. Konda oltin-sulfid-telluridli assotsiatsiya asosiy oltin mahsulotli hisoblanadi. Burg'ulash ma'lumotlariga ko'ra rudalarni ko'lamli 1500 metr chuqurlikgacha boradi. Kondan hozirgi vaqtga keng ko'lamda foydalanilmoqda. Chuqur gorizontlari va chekka qismlari yaxshi o'rganilmagan.

Olmaliq tog'-metallurgiya kombinati, Angren kon boshqarmasiga qarashli, oltin qazib oluvchi "Kuchbulok shaxtasi" dan sizib chiqayotgan oqava suv 200 metr chuqurlikdan sizib chiqadi. Sizib chiqayotgan oqava suv maxsus nasoslar bilan tepaga chiqariladi, tozalash inshootiga suvni oqizib etkaziladi. Loyqa holatdagi oqava suv so'ndirilgan oxak bilan loyqa hovuzlarga cho'ktiriladi. Tozalangan oqava suv soyga oqizib yuboriladi, 1 oy mobaynida 600 ming tonna suv sizib chiqadi.



**Tadqiqot metodologiyasi.** Tadqiqot ishimizda shaxtadan sizib chiqayotgan oqava suvning pH muhiti Shvetsariyada ishlab chiqarilgan pH metr pH/Mv/TEMP m FiveEasy F20 va magnitli aralashtirgich MS-H280-Pro qurilmalaridan foydalanib o'rganildi. Texnik suv kislotali, ya'ni pH 1,12 ekanligi aniqlandi.

Tahlil natijalari grafit asosidagi elektrokimyoviy sensor, to'yingan kaliy xloridli solishtirma elektrod, hamda katta yuza sathiga ega yordamchi grafit elektrodidan tuzilgan elektrolizyor, kompyuter bilan ta'minlangan ABC-1.1 qurilmasi yordamida qayd qilindi[3].

**Tahlil va natijalar.** Tadqiqot ishi oqava suv namunasini analizga tayyorlashdan boshlandi. Buning uchun namunadan 10 ml olinib, bug'latildi va fon eritmasi ishtirokida filtdan o'tkazildi, hamda o'lchashlar amalga oshirildi. Fon elektroliti sifatida bir qancha turli miqdor va tabiatiga ega bo'lgan fon elektrolitlaridan foydalandik. Fon elektrolit sifatida ishlatilayotgan ushbu eritmalar tegishli tuzlarni bidistillangan suvda eritish orqali va bufer eritmalarini analitik kimyo qo'llanmasidan foydalanib tayyorlandi[4]. Olingan natijalar 1, 2-jadvallarda va 1-rasmda keltirilgan.

1-jadval

**Cu(II) va Zn(II) ionlarini aniqlashda fon elektrolitlari va bufer aralashmalarining ta'siri**  
(t.k.=2,5 mkA; t= 120 s; C<sub>Cu</sub>= 10 mkg/dm<sup>3</sup>; C<sub>Zn</sub>= 10 mkg/dm<sup>3</sup>)

№	Fon elektrolit tabiati, kons. E <sub>m</sub>	Cu(II)		Zn(II)	
		E <sub>m</sub> , mV	I <sub>d</sub> , mkA	E <sub>m</sub> , mV	I <sub>d</sub> , mkA
1	0,2 M KCl	-160	2,6	-410	3,2
2	0,2 M KBr	-190	2,7	-430	3,3
3	0,2 M HCl	-180	2,5	-440	1,4
4	0,2 M H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	-	-	-450	3,5
5	0,2 M KI	-240	2,7	-460	3,7
6	0,2 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-160	2,6	-440	3,6
7	0,2 M HCOOH	-170	2,4	-470	3,6
8	0,2 M CH <sub>3</sub> COOH	-160	2,6	-460	3,6
9	Universal bufer	-180	3,0	-480	4,2
10	Britten-Robinson buferi	-220	2,6	-	-

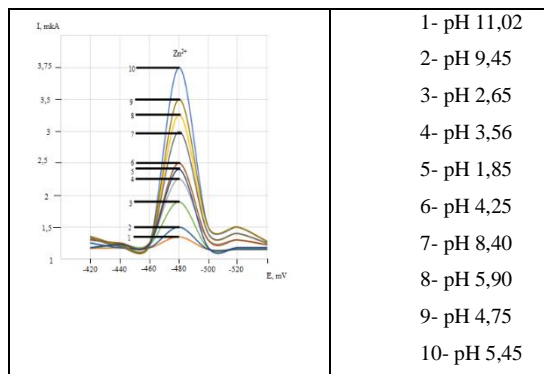
2-jadval

**Universal buferning turli xil pH qiymatlarini Cu(II) va Zn(II) ionlarini analitik signaliga ta'siri**

(t.k.=2,5 mkA; t= 120 s; C<sub>Cu</sub> = 10 mkg/dm<sup>3</sup>; C<sub>Zn</sub> = 10 mkg/dm<sup>3</sup>)

Topildi Cu(II), Zn(II) (P=0,95; n=3)			
№	pH	I <sub>d</sub> , mm. Cu(II)	I <sub>d</sub> , mm. Zn(II)
1	1,85	4,04	3,20
2	2,65	4,58	3,00
3	3,56	5,03	3,15
4	4,25	5,90	3,30
5	4,75	6,20	3,55
6	5,45	5,80	3,75
7	5,90	4,75	3,50
8	8,40	4,50	3,40
9	9,45	3,80	3,00
10	11,02	2,90	2,20

1-rasm





**1-rasm. Universal buferning turli xil pH qiymatlarini Zn(II) ionini analitik signaliga ta'siri**  
(t.k.=2,5 mkA; t= 120 s; C<sub>Zn</sub>= 10 mkg/dm<sup>3</sup>)

Olingan natijalardan ko'rinib turibdiki, Cu(II) va Zn(II) ionlarini aniqlashda eng maqbul fon elektroliti universal bufer aralashma ekan. Biz keyingi ishlarimizda aynan pH 4-6 oraliqdagi qiymatlarga ega universal bufer aralashma fon elektrolitidan foydalandik. Sanoat oqava suv tarkibidan mis(II) va rux(II) ionlarini inversion-voltamperometrik analiz qilinganda olingan natijalar 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

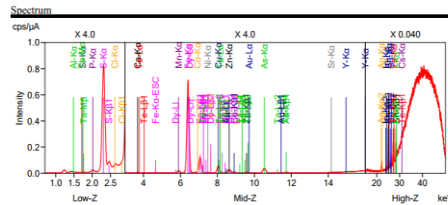
**Olmalik tog'-metallurgiya kombinati Angren kon boshqarmasiga qarashli, oltin qazib oluvchi "Kuchbuloq shaxtasi" dan sizib chiqayotgan sanoat oqava suv tarkibidan Cu(II) va Zn(II) ionlarini inversion-voltamperometrik analiz natijalari**

Element	%	mg/sm <sup>3</sup>
	4,15	36,72

	1,42	12,56
---	------	-------

Rentgen-fluorescent spektrometrlarining doimiy takomillashtirilishi va rivojlanishi tufayli metallurgiya, geologiya, minerallar, neft, kimyo, biologik, tibbiy, jinoiy qidiruv, arxeologiya va boshqalar kabi ko'plab bo'lim va sohalarda keng qo'llanilmoqda. Nafaqat kimyoviy elementlarni, fizik fazalarni, kimyoviy stereo tuzilmalarni, ashyoviy dalil materiallarini sinash, mahsulot va material sifatini buzilmaydigan tekshirish, inson tanasini tibbiy ko'rikdan o'tkazish, mikrosxemalar fotolitografik ekspertizasi va boshqalarni sinash uchun muhim tahliliy vositaga aylangan.

Rentgen-fluorescent tahlili element tahlili sifatida foydalanilib, bunda rentgen nurlarining tahlil qilinadigan modda bilan o'zaro ta'siriga asoslangan rentgen spektrini tahlil qilish usullaridan biridir. Hozirgi kunda muhim analitik analiz usulidir. Shularni inobatga holda Olmaliq tog'-metallurgiya kombinati Angren kon boshqarmasiga qarashli, oltin qazib oluvchi "Kuchbuloq shaxtasi" dan sizib chiqayotgan sanoat oqava suv tarkibini rentgen-fluorescent tahlil natijalari olindi va natijalari 2-rasmida keltirilgan.



2-rasm

2-rasm. Olmaliq tog'-metallurgiya kombinati Angren kon boshqarmasiga qarashli, oltin qazib oluvchi "Kuchbuloq shaxtasi" dan sizib chiqayotgan sanoat oqava suv tarkibini rentgen-fluorescent tahlil natijalari

No.	Component	Result	Unit	Element line	Intensity(cps/μA)
1	Total	98.5	mg/g		
2	Mg	ND	mass%		
3	Al	7.28	mass%	L-Al-Kα	0.14474
4	Si	0.971	mass%	L-Si-Kα	0.00101
5	S	2.4	mass%	L-S-Kα	0.20426
6	Cl	0.150	mass%	L-Cl-Kα	0.17315
7	K	ND	mass%		
8	Ca	1.11	mass%	M-Ca-Kα	0.05281
9	V	ND	mass%		
10	Cr	ND	mass%		
11	Mn	1.85	mass%	M-Mn-Kα	0.65457
12	Fe	51.2	mass%	M-Fe-Kα	27.65806
13	Ni	0.445	mass%	M-Ni-Kα	0.18877
14	Cu	4.15	mass%	M-Cu-Kα	2.28860
15	Zn	14.2	mass%	M-Zn-Kα	1.22592
16	As	1.0	mass%	M-As-Kα	1.79278
17	Br	ND	mass%		
18	Rb	ND	mass%		
19	Sr	ND	mass%		
20	Pd	ND	mass%		
21	Ag	0.0508	mass%	H-Ag-Kα	0.04929
22	Cd	ND	mass%		
23	Sn	0.414	mass%	H-Sn-Kα	0.48931
24	Sb	0.0317	mass%	H-Sb-Kα	0.03800
25	Bi	ND	mass%		
26	La	ND	mass%		
27	Ce	ND	mass%		
28	Pr	ND	mass%		
29	Nd	ND	mass%		
30	Pu	ND	mass%		
31	Au	ND	mass%	M-Au-Lα	0.00000
32	Hg	ND	mass%		
33	Pb	ND	mass%		
34	Tl	ND	mass%		
35	U	ND	mass%		
36	Th	ND	mass%		
37	Pa	0.141	mass%	M-Pa-Kα	0.13673
38	Co	ND	mass%		
39	Mo	ND	mass%		
40	Sr	ND	mass%		
41	Ba	ND	mass%		
42	Ra	ND	mass%		

**Xulosa va takliflar.** Inversion-voltamperometrik usul tahlil natijalariga ko'ra Olmaliq tog'-metallurgiya kombinati Angren kon boshqarmasiga qarashli, oltin qazib oluvchi "Kuchbuloq shaxtasi" dan sizib chiqayotgan sanoat oqava suv tarkibida  $36,72 \text{ mg/sm}^3$  mis va  $12,56 \text{ mg/sm}^3$  rux ionlari mavjudligi aniqlandi. Biz ishlab chiqqan zamonaviy inversion-voltamperometrik tahlil uslubida moddalar konsentratsiyasini keng intervalda (1 dan  $1 \cdot 10^{-9}$  mol/l gacha) aniqlash imkoniyatini berishi, juda ham osonlik bilan avtomatlashtirilishi oziq-ovqat mahsulotlari va suv sifatini nazorat qilishda qo'llanilishi mumkin.

#### ADABIYOTLAR

- Bingxuan Wang., Xiaojun Wang., Xu Zhang. An Empirical Research on Influence Factors of Industrial Water Use // Water. 2019. №11(11). -P: 2267. DOI: <https://doi.org/10.3390/w11112267>
- Adem Dreshaj., Albona Shala., Mimoza Hyseni., Bedri Millaku., Arian Gashi. Analysis of the Impact of Industrial Waste on River Water Quality Towards the Dynamics of Land Quality // J.Ecol.Eng. 2022. №23(4). -P. 191-196. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/146676>
- Nazarova M.Q., Ziyayev D.A., Sayfiyev M.N., Mamajanov M.M. Qo'rg'oshin va mis(II) ionlarini inversion-voltamperometrik usulda kosmetik vositalar tarkibidan aniqlash // O'zMU xabarлари. 2022. № 3/2/1. -B. 418-421.
- Люре Ю.Ю. Справочник по аналитической химии – Москва "Химия"-1989 г. -С. 446.
- Зияев Д.А., Сайфиёв М.Н., Хўжакулов Д.А., Назарова М.Қ. Разработка инверсионно-вольтамперометрических определение меди с использованием графитсодержащим модифицированными электродами // O'zMU xabarлари. 2021. № 3/2/1. -B. 221-225.
- Nazarova M.Q., Sayfiyev M.H., Ziyayev D.A. Og'ir va zaharli metall ionlarini kosmetik vositalar tarkibidan inversion-voltamperometrik usulda aniqlashning ahamiyati // O'zMU. "Analitik kimyoning dolzarb muammolari". Toshkent. 2023.11-12-may. -B. 131-132.
- Nazarova M.Q. Kosmetik vositalar tarkibidan qo'rg'oshin(II) va kadmii(II) ionlarini aniqlash // INTER EDUCATION & GLOBAL STUDY. ISSN 2992-9024 (online) Buxoro. 2024. №2. -B. 53-61. DOI:10.24412/2992-9024-2024-2-53-61
- Sayfiyev M.H., Nazarova M.Q., Boqiyev Q.S., Gofurov A.A., Ziyayev D.A. Determination of Zinc Ion by Inversion Voltammetric Method from the Composition of Wastewater Using an Electrochemical Sensor // International Journal of Materials and Chemistry. 2024. №14(2). -P. 19-23. DOI: 10.5923/j.ijmc.20241402.02
- Nazarova M.Q., Sayfiyev M. N., Boqiyev Q.S., Rustamov E.M., Ziyayev D.A. Kadmii ionini inversion voltamperometrik usulda oqava suvlar tarkibidan elektrokimyoviy sensor yordamida aniqlash // O'zMU. Funktsional polimerlarning fundamental va amaliy jihatları. Toshkent. 2023. 17-18-mart. -B. 937-940.
- Nazarova M.Q., Сайфиёв М.Н., Боқиев Қ.С., Мамажанов М., Зияев Д.А. Мис ионини қўрғошин ва рux ионлари билан биргаликда оқава сувлар таркибидан инверсион-вольтамперометрик усулда аниқлашнинг аҳамияти // O'zMU. "Analitik kimyoning dolzarb muammolari". Toshkent. 2023. 11-12-may. -B. 101-102.

UO'K :543.422.3-74+543.33+ 546.74

**Shohjohon NAZIROV,**  
Termiz davlat universiteti analitik kimyo kafedrasi tayanch doktoranti, PhD  
**Xayit TURAYEV,**  
Termiz davlat universiteti kimyo fakulteti dekani, professor, k.f.d

O'zMU professori N.Turabov taqrizi asosida

### BNOKS-S,S-3,6 REAGENTI VA UNING Ni<sup>2+</sup> IONI BILAN HOSIL QILGAN KOMPLEKS BIRIKMASI TADQIQOTI

Аннотация

BNOKS-S,S-3,6 (7-brom-2-nitrozo-1-oksinaftalin-3,6-disulfokislotalasi) reagentining turli fizik-kimyoviy parametrlari Gaussian 09 dasturiy paketi yordami bilan kvant kimyoviy tahlil qilindi. Hisoblashlar uch parametrli gibridli almashinish Bekke funksionalli va Li-Yanga-Parra korrelyasiya funksionalli (RB3LYP) va 6-311G(d, 2p) bazislari bilan DFT metodida amalga oshirildi. Model tizimlarni yaratish va vizualizatsiyalash maqsadida Avogadro, GaussView dasturlaridan foydanildi. BNOKS-S,S-3,6 reagenti va uning Ni<sup>2+</sup> ionini bilan hosil qilgan kompleks birikmaning IQ spektroskopiyasi yordamida o'rganildi.

**Kalit so'zlar:** nikel, BNOKS-S,S-3,6, HOMO, LUMO, ESP, IQ spektroskopiyasi.

### ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАГЕНТА БНОКС-С,С-3,6 И ЕГО КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ИОНОМ Ni<sup>2+</sup>

Аннотация

Физико-химические параметры реагента БНОКС-С,С-3,6 (7-бром-2-нитрозо-1-оксинафталин-3,6-дисульфокислоты) были исследованы методом квантово-химического анализа с использованием программного пакета Gaussian 09. Расчёты проводились методом DFT с использованием трёхпараметрического гибридного функционала обмена Беке и корреляционного функционала Ли-Янга-Парра (RB3LYP) с базисными наборами 6-311G(d, 2p). Для создания и визуализации модельных систем использовались программы Avogadro и GaussView. ИК-спектроскопия использовалась для исследования реагента БНОКС-С,С-3,6 и его комплексов с ионом Ni<sup>2+</sup>.

**Ключевые слова:** никель, BNOKS-S,S-3,6, HOMO, LUMO, ESP, ИК-спектроскопия.

### INVESTIGATION OF THE BNOKS-S,S-3,6 REAGENT AND ITS COMPLEX FORMATION WITH Ni<sup>2+</sup> ION

Annotation

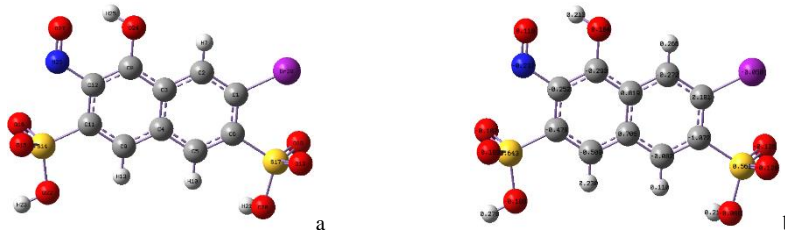
The physicochemical parameters of the BNOKS-S,S-3,6 (7-bromo-2-nitroso-1-oxinephthalene-3,6-disulfonic acid) reagent were analyzed using quantum chemical methods with the Gaussian 09 software package. Calculations were performed using the DFT method with the three-parameter hybrid Becke exchange functional and the Lee-Yang-Parr correlation functional (RB3LYP), along with the 6-311G(d, 2p) basis sets. The Avogadro and GaussView programs were used for system modeling and visualization. The IR spectroscopy was employed to study the BNOKS-S,S-3,6 reagent and its complexes with the Ni<sup>2+</sup> ion.

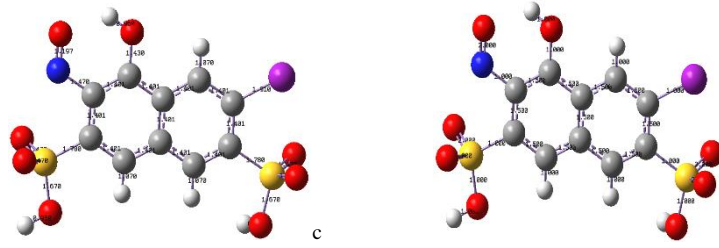
**Key words:** Nickel, BNOKS-S,S-3,6, HOMO, LUMO, ESP, IR Spectroscopy.

**Kirish.** Ma'lumki, hozirgi kimyo sohasida jadal rivojlanayotgan bir vaqtda kvant kimyosi ko'plab hisoblashlar natijalari bilan organik analitik reagentlarning[1,2] reaksiyon faolligini aniqlash masalalarini yechishda yaxshi eksperimental ma'lumotlari va chuqur yondoshuvlari bilan keng qamrovli metod hisoblanib kelinmoqda[3]. Bundan tashqari, HOMO va LUMO tahlillari[4,5], Mullikenning zaryad tahlillari[6] va bir qancha termodinamik xususiyatlar hisoblab chiqish imkoniyatiga ega[7]. Bu esa reagent metall ionlari bilan qanday nisatda kimyoviy reaksiyaga kirish imkoniyatiga ega ekanligini nazariy jihatdan aniqlashga imkonini beradi[8]. Hosil bo'lgan moddaning kimyoviy tuzilishini IQ-spektroskopiya usuli yordamida ham aniqlash mumkin[9,10]. Bu usul modda tarkibidagi bog'larning tebranish chastotalarini o'rganishga asoslangan. Reagent va metall hosil qilgan kompleks birikmaning tebranish chastotalari o'zgarishlarini tahlil qilish natijasida moddaning tuzilishini aniqlash mumkin. BNOKS-S,S-3,6 reagentining kvant-kimyoviy va IQ-spektroskopiyaga usullari yordamida tahlil qilindi hamda Ni<sup>2+</sup> ionini bilan hosil qilgan kompleks birikmasining tuzilishi taklif etildi.

BNOKS-S,S-3,6 reagentining turli fizik-kimyoviy parametrlari Gaussian 09 dasturiy paketi yordami bilan kvant kimyoviy tahlil qilindi. Hisoblashlar uch parametrli gibridli almashinish Bekke funksionalli va Li-Yanga-Parra korrelyasiya funksionalli (RB3LYP) va 6-311G(d, 2p) bazislari bilan DFT metodida amalga oshirildi[11]. Tanlangan ushbu metod o'ziga nisbatan kam hisoblashlar talab qilishi bilan birga nisbatan yuqori aniqligi uning avfzalligidir. Model tizimlarni yaratish va vizualizatsiyalash maqsadida Avogadro, GaussView dasturlaridan foydanildi.

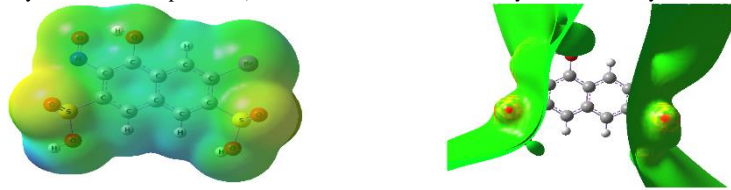
BNOKS-S,S-3,6 reagentining reaksiyon qobilyatda molekula tarkibidagi atomlarning zaryad taqsimotlari juda muhim ro'l o'ynaydi, ya'ni ular molekulaning elektrofil va nukleofil markazlarini bashorat qilishda muhim ahamiyatga ega. Bu ma'lumotlarni e'tiborga olgan holda, zaryad hisoblashning eng keng tarqalgan usuli – Mulliken usuli bo'yicha BNOKS-S,S-3,6 reagentining molekulasini atomlarining umumiy zaryadlari hisoblandi(1-rasm)[12]. Hisoblash natijalari BNOKS-S,S-3,6 reagentining molekulasining kislorod atomlarida eng katta manfiy zaryadning lokallashishini ko'rsatadi.





1-rasm. BNOKS-S,S-3,6 reagentining optimizatsiyalangan strukturasi(a), Malliken zaryadlarining taqsimoti(b), bog' uzunliklari(c) va bog' tartiblari(d)

3-rasmda BNOKS-S,S-3,6 molekulasining to'liq funksiyalarini hisoblash orqali aniqlangan elektrostatik potensial (ESP) tasvirlangan. ESP elektron zichligi bilan bog'liq bo'lib, kimyoviy reaksiyalarda elektrofil va nukleofil hujumlar tabiatini aniqlashga xizmat qiladi [13,14]. Agarda musbat zaryad molekulaga yaqinlashayotganda u musbat sohalarini chetlab o'tib, manfiy sohalarini avfzal ko'radi. ESP dipol momentga bog'liq bo'lib, u molekulaning nisbiy qutblanuvchanligini shu bilan birgalikda lokal musbat hamda lokal manfiy sohalarini vizual ko'rsatib berishga yordam beradi. Elektrostatik kuchlar birinchi navbatda molekullararo uzoq ta'sirlarga (nokovalent, elektrostatik, Van-der-Vaals) javobgardir [15,16]. Ma'lumki, elektrostatik potensial sathi molekulaning elektronodonor va elektronoakseptor qismlarini aniqlash uchun ishlatiladi. Qizil, ko'k va yashil rangdagi MEP (molekulyar elektrostatik potensial) sxemalari mos ravishda manfiy, musbat va neytral elektrostatik potensiallardir.



3-rasm. BNOKS-S,S-3,6 molekulasining ESP

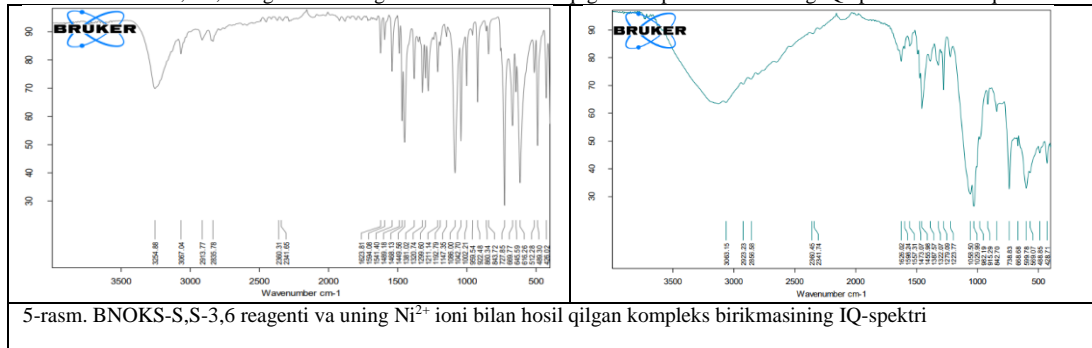
3-rasmda tasvirlangan BNOKS-S,S-3,6 molekulasining ESP qizil ranglar elektrostatik potensialning minimal qiymatlariga mos keladi shu bilan birga bu sohalar elektrofil hujumga, masalan, anionlar – kislota qoldiqlariga moyil bo'ladi. Yashil rang esa elektrostatik potensialning yuqoriligidan darak beradi. Bu sohalar nukleofil hujumga (metall kationlari ta'siriga) moyil bo'ladi. Ushbu xulosalar Malliken zaryadlarining taqsimoti borasidagi natijalarga mos keladi.

Tadqiqot davomida o'tkazilgan kvant-kimyoviy izlanishlar natijasida BNOKS-S,S-3,6 molekulasidagi elektronodonor markaz -N=O orqali  $Ni^{2+}$  bilan  $Me:R=1:2$  nisbatdagi kompleks birikmalar hosil qilishi mumkinligi xulosa qilindi.

BNOKS-S,S-3,6 molekulasidagi O-H, N=O, CH, S=O,  $SO_3H$  va C-Br funksional guruhlar xarakterli ahamiyatga ega bo'lib, IQ-spektrida muhim valent va deformatsion tebranishlarni namoyon etadi

BNOKS-S,S-3,6 reagenti va uning  $Ni^{2+}$  ion bilan hosil qilgan kompleks birikmaning tuzilishi IQ spektroskopiyasi yordamida o'rganildi. Spektir analizi "BRUKER" texnika vositasida olindi. Analiz uchun olingan namuna qattiq va kaliy bromid yordamida tabletkaga holiga keltirildi. Analiz natijalari  $400-4000\text{ cm}^{-1}$  da olindi [17].

5-rasmda BNOKS-S,S-3,6 reagenti va uning  $Ni^{2+}$  ion bilan hosil qilgan kompleks birikmaning IQ-spektrlari tahlil qilindi.



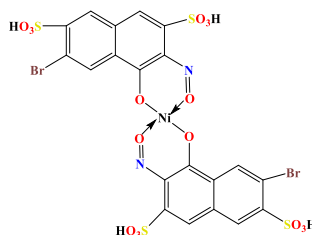
5-rasm. BNOKS-S,S-3,6 reagenti va uning  $Ni^{2+}$  ion bilan hosil qilgan kompleks birikmasining IQ-spektri

1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, BNOKS-S,S-3,6 reagentining IQ-(BRUKER) spektrida gidroksil v(OH) guruhining kuchsiz vodorod bog'lanishga ega valent simmetrik  $\nu_s$  va deformatsion  $\delta$  tebranishlari chastotalari yo'qolganligi hamda O-Ni bog'iga tegishli yangi cho'qqi hosil bo'lganligi kuzatildi. Shu bilan birgalikda, (N=O) guruhining valent tebranish chastotasiga tegishli bo'lgan cho'qqilarning jiljish natijalaridan shunday xulosa qilish mumkin, 1-jadval

1-jadval BNOKS-S,S-3,6 va uning  $Ni^{2+}$  ion bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining IQ-(BRUKER)spektrlaridagi yutilish chastotalari

Tebranish tasniflari	$\nu(OH)$	$\delta(OH)$	$\nu(N=O)$	$\nu_s(C-N)$	$\nu_{as}(C-N)$	$\nu(C-H)$	$\nu_s(C-H)$	$\delta(C-H)$	$\nu_{as}(C-H)$	$\nu(S=O)$	$\nu(S-O)$	$\nu(SO_3H)$	$\nu(C-Br)$	Naftalin haqqasi	Oberon tebranish	O-Me
BNOKS-S,S-3,6	3254,9	1211,1	1623,8	1086	860,34	3067	2913,8	1381,02	2835,8	959,54	843,72	1299,6	645,59	727,85	2360,31	2341,7
BNOKS-S,S-3,6- $Ni^{2+}$	-	-	1626	1058,5	915,29	3065,2	2923,2	1322,1	2856,6	982,19	842,7	1223,8	668,68	738,83	2360,45	2341,7

$Ni^{2+}$  ion BNOKS-S,S-3,6 reagentining gidroksil v(OH) guruhidagi vodorod atomi bilan almashinish hisobiga oddiy bog' va nitrozo (N=O) guruhi bilan donor-akseptor bog'lanish hosil qilib  $Ni:R=1:2$  nisbatdagi kompleks birikmalar hosil qilishi mumkinligi xulosa qilindi hamda tuzulish formulasi taklif etildi.



**Xulosa.** Tadqiqot davomida olib borilgan kvant-kimyoviy hisoblashlar va IQ spektroskopiya tahlil natijalariga asosan  $\text{Ni}^{2+}$  ionining BNOKS-S,S-3,6 reagenti bilan hosil qilgan kompleks birikmada  $\text{Ni}:\text{R}=1:2$  nisbatdagi kompleks birikmalar hosil qilishi o'rganildi shu bilan birgalikda tuzulish formulasi taklif etildi.

#### ADABIYOTLAR

- Nazirov Sh.S., Turaev Kh.Kh., Kasimov Sh.A., Normurodov B.A., Jumaeva Z.E., Nomozov A.K., Alimnazarov B.Kh. Spectrophotometric determination of copper(II) ion with 7-bromo-2-nitroso-1-oxinaphthalene-3, 6-disulphocid //Indian Journal of Chemistry. – 2024. – T. 63. – P. 500-505.
- Nazirov Sh.S., Turaev Kh.Kh., Kasimov Sh.A., Tillaev Kh.R., Alimnazarov B.Sh., Abdullaeva B.B. Spectrophotometric Determination of Ni(II) Ion with 7Bromo-2-Nitroso-1-Oxinaphthalene-3,6-Disulphocid //IJETT Journal. -2024. – T. 72. –C. 57-63.
- Noureddine O. et al. Quantum chemical calculations, spectroscopic properties and molecular docking studies of a novel piperazine derivative //Journal of King Saud University-Science. – 2021. – T. 33. – №. 2. – C. 101283.
- Shalya D. et al. Molecular geometry, homo-lumo analysis and mulliken charge distribution of 2, 6-dichloro-4-fluoro phenol using DFT and HF method //East European Journal of Physics. – 2023. – №. 1. – C. 205-209.
- Shivaleela B., Shivraj G. G., Hanagodimath S. M. Estimation of dipole moments by Solvatochromic shift method, spectroscopic analysis of UV-Visible, HOMO-LUMO, ESP map, Mulliken atomic charges, NBO and NLO properties of benzofuran derivative //Results in Chemistry. – 2023. – T. 6. – C. 101046.
- Mumit M. A. et al. DFT studies on vibrational and electronic spectra, HOMO-LUMO, MEP, HOMA, NBO and molecular docking analysis of benzyl-3-N-(2, 4, 5-trimethoxyphenylmethylene) hydrazinecarbodithioate //Journal of molecular structure. – 2020. – T. 1220. – C. 128715.
- Kontogeorgis G. M. et al. Industrial requirements for thermodynamic and transport properties: 2020 //Industrial & engineering chemistry research. – 2021. – T. 60. – №. 13. – C. 4987-5013.
- Chen J. The interaction of flotation reagents with metal ions in mineral surfaces: A perspective from coordination chemistry //Minerals Engineering. – 2021. – T. 171. – C. 107067.
- Hong T. et al. Applications of infrared spectroscopy in polysaccharide structural analysis: Progress, challenge and perspective //Food chemistry: X. – 2021. – T. 12. – C. 100168.
- Sabale P. et al. Chemical and Pharmacological Assessment of Substituted 1, 2, 4-Triazole Fused Pyrimidines as Anti-microbial Agent //Indian journal of pharmaceutical education and research. – 2024. – T. 58. – №. 1. – C. S73-S79.
- Mohammed B. A. et al. the electronic structure and physicochemical characteristics of chlorohydroquinone compounds using density functional theory and hartree-Fock techniques //S. Afr. J. Chem. – 2024. – T. 78. – C. 85-94.
- Alimnazarov B. K. et al. Synthesis, Crystal structure, Hirshfeld surface, Thermal analysis and DFT Calculations of Zn (II) complex of mixed ligand from 2, 4-dichlorophenoxy acid (2, 4-D) and ethylenediamine (en) //Chemical Data Collections. – 2024. – C. 101156.
- Narmanova F. S. et al. The structure and Hirshfeld surface analysis of the 4-amino 3-nitrobenzoic acid triclinic polymorph //Structural Chemistry. – 2024. – T. 35. – №. 3. – C. 953-960.
- Mumit M. A. et al. DFT studies on vibrational and electronic spectra, HOMO-LUMO, MEP, HOMA, NBO and molecular docking analysis of benzyl-3-N-(2, 4, 5-trimethoxyphenylmethylene) hydrazinecarbodithioate //Journal of molecular structure. – 2020. – T. 1220. – C. 128715.
- Suyunov J.R., Turaev Kh.Kh., Alimnazarov B.Kh., Nazarov Y.E., Mengnorov I.J., Ibragimov B.T., Ashurov J.M. Synthesis, crystal structure and Hirshfeld surface analysis of diaquabis(o-phenylenediamine-k2N,N)- nickel(II) naphthalene-1,5-disulfonate // Crystallographic communication. Acta Cryst. 2023. E79, 1083-1087 Li R. et al. A computational framework for neural network-based variational Monte Carlo with Forward Laplacian //Nature Machine Intelligence. – 2024. – T. 6. – №. 2. – C. 209-219.
- Primpke S. et al. Toward the systematic identification of microplastics in the environment: evaluation of a new independent software tool (siMPle) for spectroscopic analysis //Applied Spectroscopy. – 2020. – T. 74. – №. 9. – C. 1127-1138.





УДК: 543,543.4,546.49

Юлдуз НАРЗУЛЛАЕВА,

Магистрантка кафедры аналитической химии химического факультета НУУз

E-mail: narzullayeva2401@icloud.com

Уткир МАДАТОВ,

Старший преподаватель кафедры аналитической химии химического факультета НУУз

Дилфуза ГОФУРОВА,

Профессор кафедры химии полимеров химического факультета НУУз, д.х.н

Зулайхо СМАНОВА,

Заведующая кафедрой аналитической химии химического факультета НУУз, д.х.н., профессор

E-mail: zulayho1670@gmail.com

На основании отзыва заведующего кафедрой химии узбекско-Финляндского педагогического института, PhD Бобожонова Джамишда Шерматовича

### СОРБЦИОННО-СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ РТУТИ

Аннотация

С целью разработки методов твердофазного спектрофотометрического определения ионов ртути в искусственных смесях, аналогичных природным объектам, были изучены оптимальные условия комплексообразования ионов ртути с катионом ИРЕА, иммобилизованным на волокне СМА-1. Катион ИРЕА, иммобилизованный на сорбенте СМА-1, его полученные комплексы со ртутью проанализированы методами отражательной и абсорбционной спектроскопии.

**Ключевые слова:** иммобилизация, комплексообразование, сорбционная спектроскопия, ртуть.

### SORPTION-SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF MERCURY IONS

Annotation

In order to develop methods for solid-state spectrophotometric determination of mercury ion in artificial mixtures similar to natural objects, the optimal conditions for complex formation of mercury ion with cation IREA immobilized on SMA-1 fiber were studied. The cation IREA immobilized on the SMA-1 sorbent and the resulting complex compounds were analyzed by reflection and absorption spectroscopic analysis.

**Key words:** immobilization, complex formation, sorption spectroscopy, mercury

### SIMOB IONINI SORBSION-SPEKTROFOTOMETRIK ANIQLASH

Annotatsiya

Tabiiy ob'ektlarga o'xshash sun'iy aralashmalarda simobni ionini qattiq holatdagi spektrofotometrik aniqlash usullarini ishlab chiqish uchun simob ionini SMA-1 tolasiga immobillangan kation IREA bilan kompleks hosil bo'lishining optimal sharoitlari o'rganildi. SMA-1 sorbentiga immobillangan kation IREA va hosil bo'lgan kompleks birikmalar nur qaytarish va nur yutish spektroskopik tahlillari amalga oshirildi.

**Kalit so'zlar:** immobilizatsiya, kompleks hosil bo'lish, sorbsion-spektroskopiya, simob, kation IREA.

**Введение.** Из всех элементов, присутствующих в современной химии, ртуть используется очень широко, так как является одним из самых токсичных веществ. Необходимость быстрого и точного определения ртути обусловлена тем, что она проявляет очень сильную токсичность. Ртуть обычно содержится в окружающей среде, она более токсична, чем другие металлы, и обладает высокой способностью к биоаккумуляции и миграции в окружающей среде. Ртуть – относительно редкий металл по сравнению с другими. Среднее содержание ртути в земной коре составляет около 0,08 ппм, но в рудных месторождениях концентрация ртути в десятки тысяч раз больше: самая богатая фракция, содержащая 2,5%, уже называется самой низкой - 0,1% руды. Присутствие ртутных руд в вулканических породах и лавах, улучшение методов обнаружения ртути в лекарствах, пероральное обнаружение ртути обычно всегда сопровождается добавлением органических и неорганических форм, содержащих соединения ртути, с последующим анализом.

**Обзор литературы по теме.** В число особо опасных, токсичных веществ, попадающих в окружающую среду, входят тяжелые металлы. Одним из наиболее опасных металлов является ртуть. В результате природных биохимических процессов в окружающую среду поступило около  $1,6 \times 10^6$  т ртути. Около 0,1% этого количества осталось в океанах в растворенном виде. Ртуть до настоящего времени накапливается в атмосфере в результате выветривания земной коры. Количество ртути, поступившее в окружающую среду в XX столетии в результате человеческой деятельности, почти в 10 раз превышает расчетное природное поступление [1-4]. Биологическая активность химических веществ зависит от формы их нахождения в исследуемых объектах [5-7]. Если формы биологически неактивны, то вреда они не наносят. Определение биологически активных форм токсикантов не обеспечивается физико-химическими методами анализа.

Обобщенным показателем эффективности действия исследуемого вещества на индикаторный организм является или его выживание, или летальный исход [8-9]. Количественное определение возможно, если установлена связь между интенсивностью ответного сигнала организма и содержанием исследуемого вещества.

**Методология исследования.** Для получения результатов определяют ионы ртути по катиону IREA, сорбированному в специальный сорбент SMA-1. Применяется ряд аналитических подходов, таких как измерение концентрации обнаруженного иона ртути спектрофотометрическим методом, а также статистическая обработка полученных данных. Основное внимание уделяется изучению сорбционных свойств катиона ИРЕА, а также его влияния на ионы ртути для последующего анализа содержания ртути в различных образцах.

К числу экспериментальных исследований относятся:

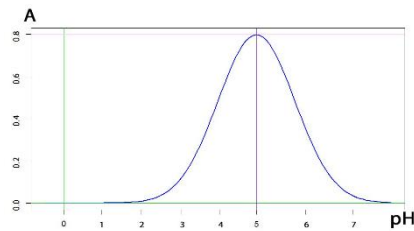
- Приготовление стандартного раствора органического реагента катиона IREA.
- Активация сорбента SMA-1 в 0,1N растворе HCl

Иммобилизация путем добавления стандартного раствора катиона IREA к активированному сорбенту.

Нахождение оптимальных условий получения комплекса с иммобилизованным катионом IREA и ионом ртути.

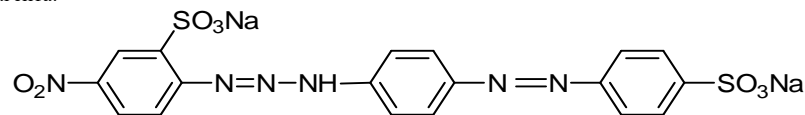
Получение комплекса с ионом ртути (II) иммобилизованным реагентом катион IREA

**Методы обнаружения ионов ртути:** Мы провели исследование стабильности комплекса ртути с кадионом в течение определенного периода времени. Поэтому с интервалом каждые 10 минут проводился анализ спектра поглощения раствора ртутного комплекса, приготовленного с кадионом. Оптическая плотность исследуемого раствора ( $4 \times 10^{-6}$  М) сохраняется непрерывно в течение часа. Этого времени достаточно для проведения эксперимента. Оптическая плотность цветного комплекса, помимо длины волны, зависит от других факторов, в первую очередь от pH. Чтобы учесть этот фактор, было проведено исследование влияния раствора на pH кривой поглощения света. При анализе влияния pH на тип спектра поглощения и состоянии максимальной оптической плотности оптимальный pH=5



**Рис 1.** График зависимости оптической плотности комплекса ртути от pH среды

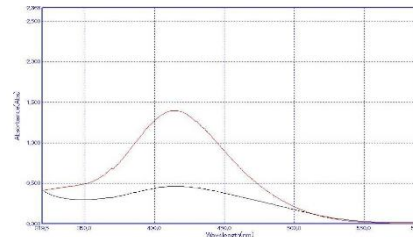
**Способ получения иммобилизованных реагентов:** Были опробованы несколько волокнистых полимерных сорбентов, и из отобранных волокнистых сорбентов сначала 0,2 г волокнистого носителя измеряли с точностью 0,0001 г на аналитических весах и помещали в стакан, в который помещали  $20 \text{ см}^3$  0,1 м раствора соляной кислоты в течение 24 часов. Сорбенты, активированные в HCl, промывали бидистиллированной водой 3 раза до нейтральных условий. Для получения иммобилизованного сорбента в 0,2 г сорбента, извлеченного и активированного HCl, вливали 20 мл 0,001 м литрового раствора. Оптические плотности раствора до и после иммобилизации измеряли на спектрофотометре EMC-30pc-UV-1800 при  $\lambda=413$  Нм, с помощью которого определяли количество иммобилизованного реагента.



**Рис. 1.** Структурная формула кадиона IREA

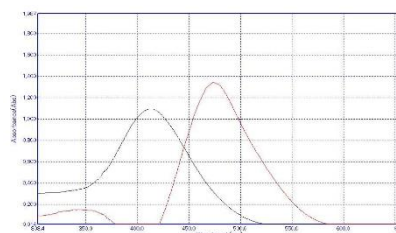
**Определение области максимального поглощения света реагентами.**

**Полученные результаты и их обсуждение. Порядок проведения эксперимента.** 0,2 г волокна помещали в стандартный раствор 0,001 м органического реагента и измеряли оптические плотности растворов по сравнению с аналогичным раствором до и после иммобилизации. Полученные результаты представлена на рисунке 2



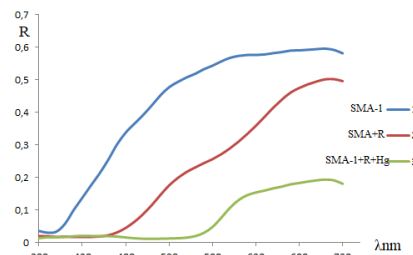
**Рис. 2.** Спектры поглощения света реагента (1) до и после иммобилизации (2)

Как мы можем видеть на рисунке 2, самая высокая разница между оптическими плотностями наблюдалась при длине волны 413 нм для кадиона IREA.



**Рис. 3.** Спектры поглощения кадиона IREA (1) и его комплекса с ионами ртути (2).

Тот факт, что комплекс, образованный кадионом IREA с Ионом  $\text{Hg}^{2+}$ , имеет наибольшую длину волны поглощения света при 475 нм, а также более высокий контраст ( $\lambda=62$  нм) между ним и реагентом кадиона, свидетельствует о большей стабильности образовавшегося комплексного соединения и о том, что использование именно этого реагента при обнаружении иона ртути дает эффективный результат.



**4-рис.** Спектры отражения света кадиона IREA, иммобилизованного в волокно SMA-I, и его комплекса, образованного ионом ртути

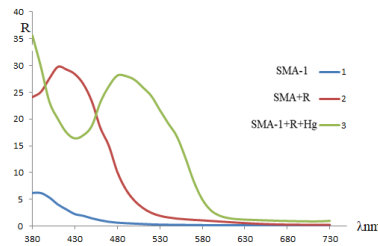


Рис.5. функция Кубелки Мунка для иммобилизованного на волокне SMA-1 катиона IREA и его комплекса с ионами ртути

Как видно из результатов анализа, катион был определен как лучший сорбент-носитель сорбента SMA-1 для катиона IREA. В последующих работах использовалось волокно SMA-1. Максимумы светоотражения (R), полученные при иммобилизации реагента в сорбента SMA-1, относительно высоки. В качестве сорбента для дальнейших исследований был выбран SMA-1.

Можно заметить, что результаты были одинаковыми при сравнении спектров поглощения света органическими реагентами в растворе и отражения света, измеренных после иммобилизации в твердолокнистом сорбента.

**Метод исследования:** Для построения градуировочной зависимости готовили серию растворов соли ртути с концентрациями от  $5 \times 10^{-7}$  М до  $7,5 \times 10^{-6}$  М. В колбу на 25 мл помещали 6 мл раствора соли, 4,55 мл изопропилового спирта, 1,5 мл 0,1% раствора катиона и 12 мл дистиллированной воды. Перемешивали и фотометрировали при длине волны 515 нм.

#### Спектральные характеристики обнаружения ионов ртути

( $l = 1,0$  см,  $C_{Hg^{2+}} = 60$  мкг)

Цвет комплекса	pH	$\lambda$ , HR нм	$\lambda$ , MeR	$\Delta\lambda$	$C_{Hg^{2+}}$ мкг	$S_{Hg^{2+}}$ , моль/л	$\bar{A}$	Чувствительность по Сенделю, мкг/см <sup>2</sup>
Красный	5,0	413	475	62	60	$5 \times 10^{-7}$	1,34	0,0018

Показатель чувствительности по Сенделю разработанного метода мкг/см<sup>2</sup> поглощения света в единицах 0,001 рассчитывался по формуле:

$$S. b. s = \frac{60 \cdot 1,0 \cdot 0,001}{1,34 \cdot 25} = 0,0018 \text{ мкг/см}^2$$

Установлено, что чувствительность по Сенделю равна 0,0018 мкг/см<sup>2</sup>.

Как видно из результатов приведенного выше анализа, реакция имеет большую контрастность ( $\lambda = 106$  нм) и хорошую чувствительность ( $S. b. s = 0,0018$  мкг/см<sup>2</sup>).

**Выводы и предложения.** Сорбционно-спектрофотометрические методы обнаружения ионов ртути являются одним из наиболее перспективных направлений развития современной аналитической химии. Сочетание этих двух аналитических методов позволяет добиться высокой чувствительности и селективности анализа, что очень важно при определении концентрации токсичных ионов ртути в окружающей среде или биологических матрицах. В ходе исследования были изучены наиболее распространенные методы обнаружения ионов ртути, различных типов субстратов и потенциального использования катиона IREA в процедурах анализа ртути. Применение катиона IREA сорбционно-спектрофотометрическим методом открывает новые направления аналитической химии. Этот параметр позволяет готовить дополнительные сложные пробы и разрабатывать аналитические методы, не требующие специального оборудования, что делает их доступными для большинства современных лабораторий и учреждений, особенно для мониторинга окружающей среды, проверки качества воды и воздуха, промышленного и биологического анализа.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Хенкенс М.Л., Дриессен П.П. Запасы молибдена: их истощение и сохранение для будущих поколений// Домашняя страница журнала "Ресурсы, охрана окружающей среды и переработка отходов": [www.elsevier.com/locate/resconrec](http://www.elsevier.com/locate/resconrec) 2018.
- Новотный Ж.А. Молибден необходим для питания человека.// Кафедра питания и физиологии физических упражнений, Университет Миссури, Колумбия, MO Alt Med 2011;163:164 - 8 <https://academic.oup.com/advances/article/9/3/272>
- Никонов Н.В. Молибден. Свойства, применение, производство, продукция// М.: ООО «Метотехника», 2014. – 34с.: 7ил.
- Мотыляев А.// Молибден// «Journal of Biomedical Materials Research A» 2017 год
- Ибрагимова Ш.А., Залов А.З., Вердизаде Н.А., Гаджиева А.Б. Аналитическое применение ионных ассоциатов молибдена и вольфрама с 2-гидрокси-5-бромтиофенолом и гидрофобными аминами/ Azərbaycan kimya jurnalı № 4/ 2017. – 9 с.
- Аль Хайлани Хассан Исмаил Дамбос. Влияние условий формирования на особенности атомного строения и оптических свойств широкозонных микро и наноструктур MoO<sub>3</sub> и MoS<sub>2</sub>// Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук Воронеж – 2019. – 111 с.
- Смирнов В.Н., Ахмадов У.С. Кинетика реакции атомов молибдена с молекулами NO, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O и CO<sub>2</sub> в ударных волнах// Химическая Физика, 2010, том 29, № 10, с. 26-31
- А.А.Туманов. Рений, Вольфрам, Молибден.//Научные исследования, технологические разработки, промышленное применение: Сб. материалов международной научно-практической конференции 24-25 марта 2016 г. – М.: ОАО «ИНСТИТУТ ГИИЦВЕТМЕТ», 2016. – 210 с.



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. Подобраны 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 kadion *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 kadion *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/m<sup>3</sup> 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 tahlil uchun 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.

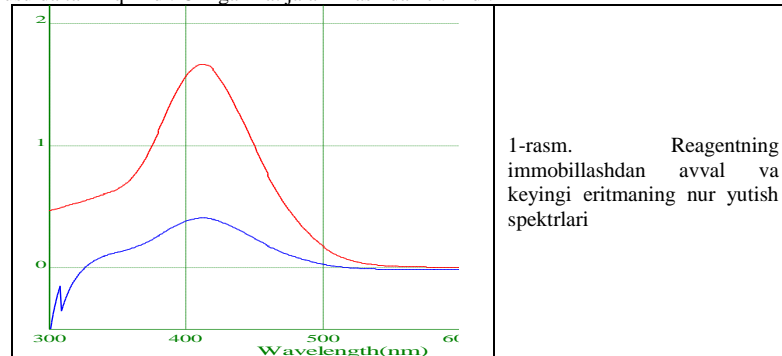
**Tadqiqot metodologiyasi.** Kadmiyning aniqlash usuli: Kadmiyning standart eritmasi.  $1 \cdot 10^{-2}$  M kadmiyning standart eritmasini tayyorlash uchun,  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (a.u.t.) (DST 4459-75) markali tuzidan (0,025 g) analitik tarozida tortib olinib, 1 l o'lchov 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 obsorbsion-spektroskopik usulda tahlil qilindi. Olingan natijalar 1-rasmda keltirildi.



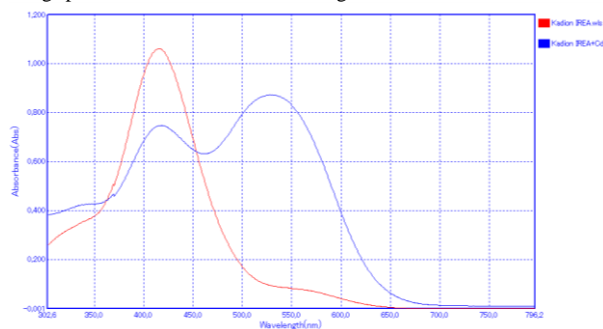
1-rasm. Reagentning immobillashdan avval va keyingi eritmaning nur yutish spektrlari

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  $\lambda_R=410$  nm da kuzatildi ( $\Delta\lambda=120$  nm). Hosil bo'lgan kompleks birikmaning yuqori optik zichligi qiymatidan foydalanib  $\epsilon_k$  molyar so'ndirish koeffitsientini ( $\epsilon$ ) quyidagi formula orqali aniqlandi:

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

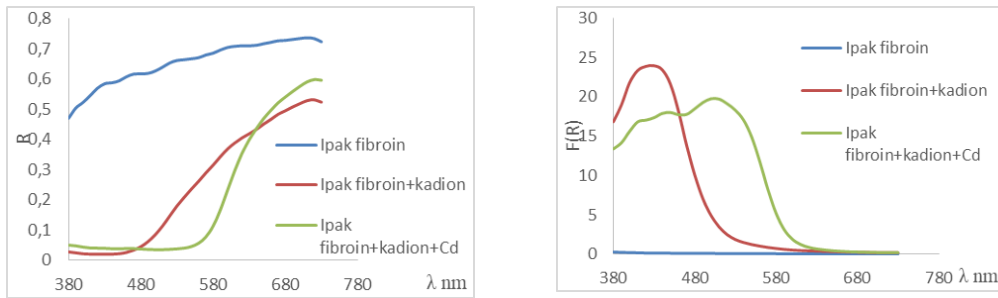
Kompleks birikma va reagentning spektral tavsifi 2- rasmda keltirilgan.



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) ioni 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	$\lambda$ , HR nm	$\lambda$ , MeR	$\Delta\lambda$	$\epsilon_k$	Sendel bo'yicha sezgirlik, mkg/sm <sup>2</sup>
Qizil	9,4	410	530	120	$2,2 \cdot 10^4$	0,00282

Ishlab chiqilgan usulning Sendel bo'yicha sezgirlik ko'rsatkichi mkg/sm<sup>2</sup> 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 sezgirliги 0,00282 mkg/sm<sup>2</sup> 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 автомобильнодорожного 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>

Go'zal RASULOVA,  
Qarshi davlat universiteti tayanch doktoranti  
Baxtiyor BO'RIXONOV,  
Qarshi davlat universiteti dotsenti, PhD  
Gulnoza KAMOLIDDINOVA,  
Qarshi davlat universiteti magsitranti  
Tursinali XOLIQOV,  
O'zMU kimyo fakulteti dotsenti, k.f.d

O'zMU professori, k.f.d A.Abdushukurov taqrizi asosida

### BIOLOGICAL ACTIVITY OF QUATERNARY AMMONIUM SALTS.

Annotation

In the synthesis of quaternary ammonium salts, tertiary amines such as pyridine, morpholine, dimethylaniline were selected, and quaternary ammonium salts were synthesized under the influence of monochloroacetic acid esters. The synthesized quaternary ammonium salts were analyzed using physical-chemical (IR-spectrum, PMR) methods. The biological activities of the obtained compounds were studied. As a result, the studied compounds achieved superior results as plant growth regulators and stimulators compared to the compared compounds.

**Key words:** Pyridine, morpholine, quaternary ammonium salts, dimethylaniline, monochloroacetic acid esters, carboxybenzylmethyl pyridinium chloride, N-(2,5-dimethylbenzyl) pyridinium chloride, N-butyl-N-carboxy, iso-pentyl morpholinium chloride.

### ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ ЭТИЛОВОГО ЭФИРА И АМИДА МОНОХЛОРУКУСНОЙ КИСЛОТЫ С ТРЕТИЧНЫМИ АМИНАМИ

Аннотация

При синтезе солей четвертичного аммония были выбраны третичные амины, такие как пиридин, морфолин, диметиланилин, а соли четвертичного аммония синтезированы под влиянием эфиров монохлоруксусной кислоты. Синтезированные четвертичные аммониевые соли анализировали физико-химическими (ИК-спектр, ПМР) методами. Изучена биологическая активность полученных соединений. В результате изученные соединения достигли превосходных результатов в качестве регуляторов и стимуляторов роста растений по сравнению с сравниваемыми соединениями.

**Ключевые слова:** Пиридин, морфолин, соли четвертичного аммония, диметиланилин, сложные эфиры монохлоруксусной кислоты, хлорид карбоксибензилметилпиридиния, хлорид N-(2,5-диметилбензил)пиридиния, N-бутил-N-карбоксо, хлорид изо-пентилморфолиния.

### TO‘RTLAMCHI AMMONIY TUZLARINING BIOLOGIK FAOLLIGI

Annotatsiya

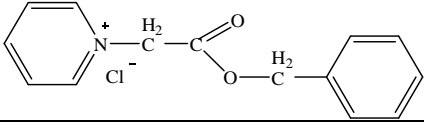
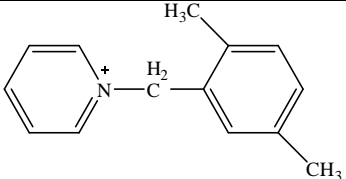
To'rtlamchi ammoniy tuzlarini sintez qilishda uchlamchi ammoniy tuzlari Piridin, morfolin, dimetilaniлин kabi uchlamchi aminlar tanlab olindi va monoxlorsirka kislotasini efirlari ta'sir ettirib to'rtlamchi ammoniy tuzlari sintez qilindi. Sintez qilingan to'rtlamchi ammoniy tuzlarini fizik – kimyoviy (IQ-spektr, PMR) usullari yordamida tahlil qilindi. Olingan birikmalarni biologik foalliklari o'rganildi. Natijada o'rganilgan birikmalar o'simliklarni o'sishini boshqaruvchi va stimulyatorlar sifatida etalon sifatida taqqoslangan birikmalarga nisbatan yuqori natijalarga erishildi.

**Kalit so'zlar:** Piridin, morfolin, to'rtlamchi ammoniy tuzlari, dimetilaniлин, monoxlorsirka kislotasi efirlari, Karboksibenzilmetil piridiniy xlorid, N-(2,5-dimetilbenzil) piridiniy xlorid, N-butil-N-karboksi, izo-pentil morfoliniy xlorid

**Kirish.** Olingan to'rtlamchi ammoniy tuzlari *Staphylococcus* va *Escherichia coli* bakteriyalariga qarshi [1.], *Staphylococcus aureus* grammusbat va *Pseudomonas aeruginosa* grammanfiy bakteriyalariga qarshi [2.] va to'qimachilik matolarining antimikroblik xususiyatlarini oshirish maqsadida [3] qo'llanilgan.

Rossiyalik olimlar tomonidan bitta yoki ikkita sikloasetal guruhi tutgan to'rtlamchi ammoniy tuzlari sintez qilingan va ularning turli zamburug'larga qarshi faolligi o'rganilgan [17].

**Tajriba qism:** To'rtlamchi ammoniy tuzlarining biologik faolligini o'rganish uchun sintez qilingan birikmalarni shartli belgilar bilan belgilandi.

№	Moddalarning shartli belgisi		Tuzilishi
1	A-1	Karboksibenzilmetil piridiniy xlorid	
2	A-2	N-(2,5-dimetilbenzil) piridiniy xlorid	

3	A-3	N-butil-N-karboksi, izo-pentil morfolinii xlorid.	
4	T-2	N-fenil-N,N-dimetil-N-karbaminometil xlorid	
5	T-3	N-fenil-N,N-dietyl-N-karbaminometil xlorid	
6	T-6	Karboksinimetil piridini xlorid	

Ushbu birikmalarning biologik faolligi O'zR FA O'simlik moddalar kimyosi institutining organik sintez va o'simliklarni himoya qilish laboratoriyasi xodimlari tomonidan o'rganildi.

To'rtlamchi ammoniy tuzlarining o'sishni faollashtiruvchi xossasi 0,001% - 0,0001% konsratsiyalarda, gerbitsidligi esa 0,1% konsratsiyada aniqlandi. Etalon sifatida o'sishni boshqaruvchi Floroksan va Fyuzilad super va Stomp gerbitsidlari ishlatildi. Tajribalarda bir qator talablarga javob beradigan bug'doy doni (Tatyana navi) va bodring urug'lari (Orzu navi) ishlatildi. Chunki bu urug'lar birgalikda unib chiqadi va bir-biriga yaqin o'simtalar hosil qiladi. O'simtalar sinalayotgan moddalarga nisbatan juda sezgir bo'lib, kimyoviy birikmalarning solishtiriladigan konsratsiyalarida o'simtalarning bo'yiga qarab aniq farqlarni kuzatish mumkin. Yetarlicha aniqlikda sinalayotgan birikmaning fiziologik faolligi aniqlanadi.

Jadval ma'lumotlaridan shunday xulosa qilish mumkin: bug'doyda «A-1» birikmasining barcha konsratsiyalari yuqori o'sishni stimullovchi faollik ko'rsatadi. «A-1» birikmasining 0,1% konsratsiyasida ildiz uzunligi 8,44 sm, 0,001% - 9,08 sm va 0,0001% - 9,71 sm ni tashkil etadi. Birikmaning 0,1% konsratsiyasida nazoratga nisbatan - 12,3%, 0,001% - 20,9% va 0,0001% - 29,2% o'sish kuzatiladi. Birikmaning 0,1% konsratsiyasida poya o'sishi nazoratga nisbatan 5,0 %, 0,001% da 7,2% va 0,0001% konsratsiyada 12,5% ni tashkil etadi. Floroksan etalonida ildiz uzunligi nazorat varinatidan 34,8% yuqori bo'lib, poyada bu ko'rsatgich 20,4% ni tashkil etadi.

Jadvaldan ko'rinadiki, bodring urug'larida (ikki pallali) quyidagi birikmalar yuqori faollik ko'rsatgan: T-2 0,0001% konsratsiyada; T-6 0,0001% konsratsiyada; A-1 barcha sinovdan zo'tkazilgan konsratsiyalarida va A-2 0,0001% konsratsiyasida. T-2 qo'llanilganida ildiz uzunligi nazoratga nisbatan 8,17 sm (16%), poya uzunligi 4,98 sm (20,2%) ortishi kuzatilgan. A-1 birikmaning 0,0001% konsratsiyasi ildiz o'sishini nazoratga nisbatan 26,1% ga, poya uzunligini esa 21,2% ga oshirgan. Etalonida bu ko'rsatgichlar mos ravishda 30,9% - ildiz uzunligi, 35,5% - poya uzunligini tashkil etadi. T-6 birikma 0,0001% konsratsiyada, A-1 0,1% va 0,001% konsratsiyalarida kuchsiz o'sishni stimullovchi faollik namoyon qilgan.

1-jadval

**Shartli T-2, T-3, T-6, A-1, A-2, A-3 tarzda belgilangan to'rtlamchi ammoniy tuzlarining bug'doy va bodring urug'larida o'sishni faollashtirish faolligi (urug'larning o'sishi)**

Tajriba varianti	Sarflanish meyorlari, %	Ko'chatlar o'lgangan qismlarining hajmi			
		ildiz uzunligi, sm		Poya balandligi, sm	%
<b>Bug'doy nihollari</b>					
Nazorat	6/o	7,51		6,91	
Etalon Floroksan	0,00001	10,13	34,8	8,31	20,4
T-2	0,1	0	-	0	-
	0,001	5,36	-	4,82	-
	0,0001	7,88	4,9	6,68	-
T-3	0,1	0	-	0	-
	0,001	6,05	-	4,97	-
	0,0001	7,96	5,9	6,03	-
T-6	0,1	3,52	-	4,76	-
	0,001	4,72	-	5,08	-
	0,0001	6,51	-	5,51	-
A-1	0,1	8,44	12,3	7,26	5,0
	0,001	9,08	20,9	7,41	7,2
	0,0001	9,71	29,2	7,78	12,5
A-2	0,1	0	-	0,37	-
	0,001	5,67	-	4,28	-
	0,0001	7,4	-	6,81	-
A-3	0,1	0,44	-	1,81	-
	0,001	1,22	-	2,2	-
	0,0001	6,34	-	6,8	-
<b>Bodring nihollari</b>					
Nazorat	6/o	7,04		4,14	
Etalon Floroksan	0,00001	9,22	30,9	5,61	35,5
T-2	0,1	2,25	-	2,56	-
	0,001	6,34	-	4,32	4,3
	0,0001	8,17	16,0	4,98	20,2
T-3	0,1	0,57	-	2,44	-
	0,001	6,81	-	4,34	4,8
	0,0001	6,52	-	4,46	7,7
T-6	0,1	6,12	-	3,85	-
	0,001	7,13	-	4,05	-
	0,0001	7,56	7,03	4,71	13,7
A-1	0,1	7,14	1,4	4,33	4,5
	0,001	7,23	2,6	4,74	14,4
	0,0001	8,88	26,1	5,02	21,2

A-2	0,1	0,71	-	1,42	-
	0,001	5,73	-	4,1	-
	0,0001	7,95	12,9	4,49	8,4
A-3	0,1	0,82	-	1,43	-
	0,001	1,83	-	2,81	-
	0,0001	5,73	-	3,4	-

Keyingi jadvalda birikmalarning bug'doy doni va bodring urug'laridagi gerbitsidlik faolligini o'rganish natijalari keltirilgan. Shartli T-2 belgi ostidagi birikmaning 0,1% konsentratsiyasi bug'doy doni o'sishini butunlay to'xtatgan. T-2 ning 0,001% konsentratsiyasi esa ildiz o'sishini 28,7%ga, poyani 30,9%ga qiyqartirgan. T-3 birikma 0,1% konsentratsiyada uruh unishini butunlay to'xtatadi, 0,001% konsentratsiyada esa nazoratga nisbatan ildiz uzunligini 19,5% va poyada 28,1% ga qisqartiradi. Uning 0,0001% konsentratsiyasida ildiz o'sishining ingibirlanishi 5,9% va poyada 12,8%ni tashkil etadi. T-6 birikma uchchala konsentratsiyasida ham gerbitsidlik faolligini namoyon qildi. Bunda ildiz o'sishidagi ingibirlanish 0,1% konsentratsiyada 53,2%; 0,001% - 37,2%; 0,0001% - 13,4%. Bug'doy poyasining ingibirlanishi nazoratga nisbatan 0,1% konsentratsiyada 31,2%; 0,001% da 26,5% va 0,0001% da 20,3%ni tashkil etdi. A-2 birikma qo'llanilganida ildiz ingibirlanishi 0,1% konsentratsiyada - 100%; 0,001% - 23,4%, poyaning ingibirlanishi esa 0,1% konsentratsiyada 94,6%; 0,001% - 38,1%ni tashkil etdi. A-3 birikmasi 0,1%-li konsentratsiyasida gerbitsidlik faolligini namoyon qildi. Bunda ildiz ingibirlanishi 94,1% va poyada bu ko'rsatgich 93% ni tashkil qildi; 0,001% konsentratsiyada bu qiymatlar mos ravishda 83,8% va 68,2%. Etalon sifatida olingan Fyuzilad super bug'doy doni unishini to'liq to'xtatdi.

Bodring urug'larining unushida T-2 birikmasining gerbitsidlik faolligi namoyon bo'ldi. Uning 0,1% konsentratsiyasida ildiz ingibirlanishi 68,1% va poyada bu ko'rsatgich 38,2%ni tashkil etdi. T-3 birikmasi 0,1% konsentratsiyada ildiz uzunligini nazoratga nisbatan 91,9%ga, poyanikini esa 42,0% ga ingibirladi. Etalon variantda bu qiymatlar mos ravishda 98,2% va 100%. A-2 birikmasi ham 0,1% konsentratsiyada gerbitsidlik faolligini namoyon qildi, bunda ildiz o'sishi 90,0% va poya 65,8% ingibirlangan. A-3 birikma bilan ishlov berilgan bodringda 0,1% konsentratsiyada ildiz ingibirlanishi 88,0%; 0,001% konsentratsiyada 74,1% va 0,0001% - 18,7%ni tashkil etgan bo'lsa, poyada bu ko'rsatgichlar mos ravishda 65,5%, 32,2% va 17,9%ni tashkil etdi.

#### ADABIYOTLAR

1. Worley B. V., Slomberg D. L., Schoenfisch M. H. Nitric oxide-releasing quaternary ammonium-modified poly (amidoamine) dendrimers as dual action antibacterial agents //Bioconjugate chemistry. – 2014. – T. 25. – №. 5. – С. 918-927.
2. Ghosh S. et al. A study of antimicrobial property of textile fabric treated with modified dendrimers //Journal of Applied Polymer Science. – 2010. – T. 115. – №. 2. – С. 716-722.
3. Фефелов А. А. Синтез азотсодержащих циклических ацеталей на основе 4-хлорметил-1, 3-диоксолана и оценка их биологической активности. – 2005.



UO'T: 547.563.4:547.322:

To'tiniso REYMBAYEVA,  
O'zMU magistranti  
Suroj SAPARBAYEV,  
O'zMU tayanch doktoranti  
E-mail: surojsaparbayev70@gmail.com  
Muhabbat YULDASHEVA,  
O'zMU professori  
Jahongir DJABBOROV,  
O'zMU talabasi  
Nasiba ABDUMANNOPOVA,  
O'zMU talabasi

O'zMU professori D.Gafurova taqrizi asosida

### P-NITROFENOLNI BENZIL XLORID BILAN ALKILLASH

Annotatsiya

Ushbu maqolada p-nitro fenolni nanokatalizatorlar ishtirokida alkilash reaksiyalarini o'rganishga qaratilgan. Alkilash reaksiyalarida C-alkil va O-alkil mahsulotlar hosil bo'lishi kuzatilgan va isomer tarkibi aniqlangan. Reaksiyalar uchun eng yaxshi alkillovchi agent sifatida benzil xlorid tanlab olingan va yumshoq sharoitda alkilashda asosan O-benzil mahsulot olishga erishiladi. Katalizator sifatida  $TiO_2 \cdot SiO_2 / FeCl_3$  katalizator, polivinil xloridga (PVC) shimdirilgan  $FeCl_3$  nanokatalizatori qo'llanilgan va selektivligi ortganligi aniqlangani

**Kalit so'zlar:** p-nitrofenol, benzilxlorid, PVC asosidagi  $FeCl_3$  nanokatalizatori, nano tuzilishli  $TiO_2 \cdot SiO_2 / FeCl_3$  katalizator.

### АЛКИЛИРОВАНИЕ П-НИТРОФЕНОЛА БЕНЗИЛХЛОРИДОМ

Аннотация

Данная статья посвящена изучению реакций алкилирования п-нитрофенола в присутствии нанокатализаторов. В реакциях алкилирования обнаружено образование С-алкильных и О-алкильных продуктов и определен состав изомеров. В качестве лучшего алкилирующего агента для реакций был выбран бензилхлорид, при этом алкилирование в мягких условиях дает преимущественно О-бензиловые продукты. В качестве катализатора использовали катализатор  $TiO_2 \cdot SiO_2 / FeCl_3$ , нанокатализатор  $FeCl_3$ , пропитанный поливинилхлоридом (ПВХ), и было обнаружено, что селективность увеличивается.

**Ключевые слова:** п-нитрофенол, бензилхлорид, нанокатализатор  $FeCl_3$  на основе ПВХ, наноструктурированный катализатор  $TiO_2 \cdot SiO_2 / FeCl_3$ .

### ALKYLIROVANIE P-NITROPHENOLA BENZYLCHLORIDOM

Annotation

This article focuses on the study of alkylation reactions of p-nitrophenol in the presence of nanocatalysts. The formation of C-alkyl and O-alkyl products was observed in alkylation reactions and the composition of isomers was determined. Benzyl chloride was selected as the best alkylating agent for the reactions, and alkylation under mild conditions gives mainly O-benzyl products. As a catalyst,  $TiO_2 \cdot SiO_2 / FeCl_3$  catalyst,  $FeCl_3$  nanocatalyst soaked in polyvinyl chloride (PVC) was used and it was found that the selectivity increased.

**Key words:** p-nitrophenol, benzyl chloride, PVC-based  $FeCl_3$  nanocatalyst, nanostructured  $TiO_2 \cdot SiO_2 / FeCl_3$  catalyst.

**Kirish.** Hozirgi vaqtda fenol tutgan birikmalar sanoatning turli sohalarida (polimer, kauchuk, farmatsevtika, kosmetika), shuningdek, tibbiyot amaliyotida keng qo'llaniladi. Eng muhim ishlatiladigan sohalardan biri fenollardan antioksidantlarni ishlab chiqarishdir [1]. Fenol tutgan antioksidantlarni qo'llashning eng an'anaviy va o'rganilgan sohasi polimer sanoatidir. Kam zahariligi tufayli ular birinchi navbatda insonlar tomonidan keng qo'llaniladigan materiallarda, tibbiy asbob-uskunalarda, oziq-ovqat qadoqlarida, bolalar o'yinchoqlarida, shuningdek oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishda qo'llaniladi [2].

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili** So'nggi paytlarda vazn yo'qotuvchi sifatida 2,4-dinitrofenol dori vositasi ko'plab ishlatib kelinmoqda. 2,4-dinitrofenol dori vositasining nojo'ya ta'sirlari organizmning zaharlanishiga sabab bo'lmoqda. O'rtacha 60 kg vaznli insonlar uchun 2,4-dinitrofenolning bir martalik zaharlash do'zasi 1 g ni tashkil qiladi. 2,4-dinitrofenol kuchli toksik ta'sirga ega, xususan, bosh aylanishi, bosh og'rig'i, bel og'rig'i, ko'ngil aynishi va qusish, gipergidroz, qo'rquv keltirib chiqaradi. Tajribalar davomida preparatni qabul qilishning ikkinchi kunida paresteziya, ongning sayozlashishi, hayratda qoldiradigan tushkunlik, dizartriya, yurak tezligining oshishi, qon bosimi ortishi, nafas olish tezligining oshishi, isitma oshishi kabi holatlar tajribalarda aniqlangan [3].

Fenollarning ko'p qismi press kukunlari, laminantlar, laklar, yopishtiruvchi qatronlar uchun xom ashyo bo'lgan fenol-formaldegid smolalarini ishlab chiqarishga sarflanadi. Fenollar sirt faol moddalar, stabilizatorlar olish uchun ishlatiladigan yuqori alkilfenollar sintezida asosiy xom ashyolardan hisoblanadi. Fenollarning bu kabi birikmalarini olishda elektrofil almashinish reaksiyalaridan foydalaniladi. Hozirgi davrda elektrofil reagentlarni shartli ravishda uch turga bo'lish mumkin: Kuchli elektrofillar, o'rtacha kuchli elektrofillar, kuchsiz elektrofillar. Fenollarning eng muhim va asosiy reaksiyalaridan biri elektrofil almashinish reaksiyasi bo'lib, mexanizm nuqta nazardan mufassal va chuqur o'rganilgan va organik sintezda keng qo'llaniladi.

Kuchli elektrofillarga nitroniy kationi  $N^+ O_2$ ,  $Cl_2$  va Br ning Lyuis kislotalari –  $FeCl_3$ ,  $FeBr_3$ ,  $AlCl_3$ ,  $SbCl_5$  va boshqalar bilan hosil qilgan komplekslari kiradi.

O'rtacha kuchli elektrofillarga alkilgalogenidlar va asilgalogenidlarning Lyuis kislotalari  $RCI \cdot AlCl_3$ ,  $RBr \cdot GaBr_3$ ,  $RCOCl \cdot AlCl_3$  va spirtlarni kuchli Lyuis, Brensted kislotalari bilan komplekslari  $ROH \cdot BF_3$ ,  $ROH \cdot H_3PO_4$ ,  $ROH \cdot HF$  kiradi.

Kuchli elektrofillar elektronodonor, elektronoakseptor o'rinbosarlar tutgan benzol qatori birikmalari bilan reaksiyaga oson kirishadi. O'rtacha kuchli elektrofillar benzol va uning faollashtiruvchi elektronodonor o'rinbosarlar, galogen atomi tutgan gamologlari bilan reaksiyaga kirishadi.

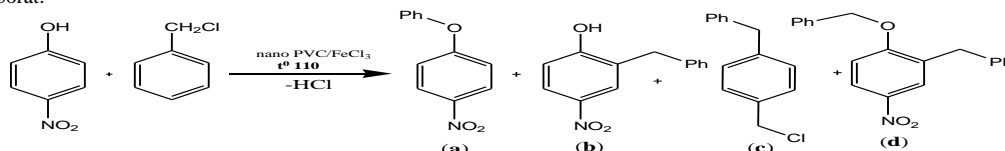
Alil va benzil galogenidlar to'yingan radikal tutgan alkilgalogenidlarga nisbatan kuchli elektrofillar xisoblanadi. Alil va benzil galogenidlar erituvchilar yoki katalizator ta'sirida osonlik bilan karbokation hosil qila oladi va faol reaksiyaga kirishadi.



**Tadqiqot metodologiyasi** Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> katalizatori ishtirokida 4-xloro-3-metil fenol va 1-yodo-4-nitrobenzolning 130 °C da reaksiyasi o'rganilgan. Vaqt, erituvchi asos, va katalizator miqdorining reaksiyaga ta'sir doirasi o'rganilgan. 4-xloro-3-metilfenolning O-arillanishida Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanokatalizatoridan foydalanilgan va o-aril mahsulot olingan [4]. Fenollarni alkilashda katalizatoridan foydalanganda ular alkilfenollar mahsulotlar olinadi va mahsulotlar(C-alkil va O-alkil) umumiy hosil bo'lish unumi 60% gacha bo'lishi aniqlangan [5,6]. Almashingan fenollarning alkilash reaksiyalari, nano katalizatorlarning reaksiya jarayonlariga ta'siri, fenollarning alkenlar bilan H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>-katalizlangan alkilanihi oson, samarali va selektiv tarzda amalga oshiriladi. Reaksiya benzol halqasini alkilash jarayonini ko'rsatadi va orto-, meta- yoki para-alkillangan fenol hosilalari sintezi amalga oshirilgan [7].

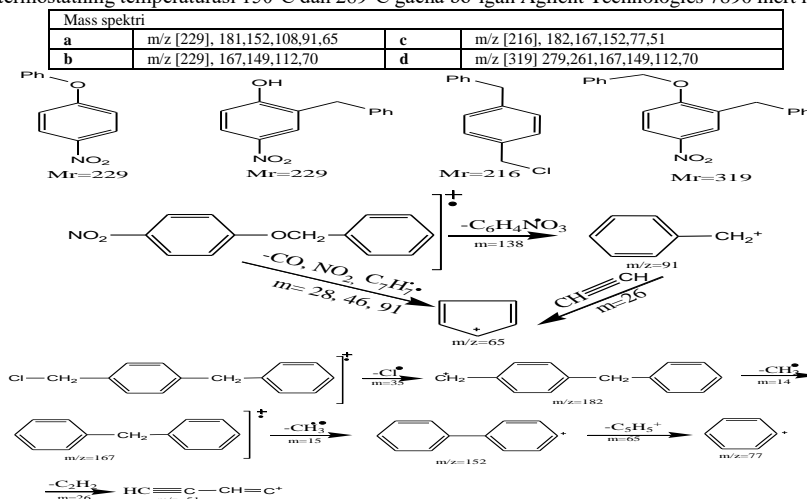
Fenol, 1-naftol, 2-naftol, 2-naftilmetil efiri, anizol, veratrollar va rezorsinning dimetil efirining turli allilovchi agentlar bilan allillash reaksiyalari natijasida yuqori unum bilan O- va C-allil mahsulotlar olingan; fenollar va naftollarni allillash reaksiyalarida para-almashingan mahsulotlar olishda temir(III)xlorid kristallogidrat katalizatori, orto-almashingan allil hosilalarini olishda nano tuzilishli TiO<sub>2</sub>·SiO<sub>2</sub>/FeCl<sub>3</sub> qo'llanilgan; biologik faolligi yuqori bo'lgan o-almashingan hosilalar sintezida ishlatilgan nano tuzilishli TiO<sub>2</sub>·SiO<sub>2</sub>/FeCl<sub>3</sub> katalizatorini allillash reaksiyalari uchun qo'llash ancha samarali ekanligi aniqlangan [8].

**Tahil va natijalar** p-nitrofenol va benzil xlorid ishtirokida O-alkil va C-alkil mahsulotlar sinteziga bag'ishlangan. Ushbu reaksiyalar uchun dastlab p-nitrofenol va benzil xlorid 1:5 nisbatda olindi va yuqori haroratda reaksiya jarayoni 9 soat davomida olib borildi. Erituvchi sifatida benzil xlorididan foydalanganda reaksiya 4 soat davomida harorat 110°C da olib borildi. Katalizator sifatida PVC asosidagi nano FeCl<sub>3</sub> katalizatoridan foydalanildi. Reaksiya natijasida O- va C-alkil mahsulotlar aralashmasi hosil bo'ladi. Mahsulot aralashmasi tarkibi 4-nitrofenolning benzil efiri, 2-benzil 4-nitrofenol, 2-benzil 4-nitrofenolning benzil efiri, bis benzil almashgan 4-nitrofenol va benzil xloridning parabenil hosilidan iborat:



Reaksiya mahsuloti tarkibi xromato-mass-spektroskopiyasi orqali aniqlanganda quyidagicha 4-nitrofenolning benzil efiri, 2-benzil 4-nitrofenol, 2-benzil 4-nitrofenolning benzil efiri, bis benzil almashgan 4-nitrofenol, 4-benzil benzilxloridga mos bo'lgan molekulyar va bo'lakli ionlar borligi aniqlandi.

Xromato-mass-spektri "Agilent Technologies 7890 N GC system" nomli firmaning mass selektiv detektorli "5977 A MSD" DRUGS\_SKAN.A1 M metod orqali ichki yuzasi 5% li fenilmetilsiloksan bilan qoplangan uzunligi 30 m. kapillyar kolonka ishlatilib, injektorining 280°C temperaturasi, termostatning temperaturasi 150°C dan 289°C gacha bo'lgan Agilent Technologies 7890 inert mass-spektrlari bilan olindi.



**Xulosa.** Aromatik halqada II tur o'rinbosar tutgan p-nitrofenolning benzil xlorid reaksiyasi nano polimer katalizator va benzol erituvchisida olib borilganda o-alkil mahsulot 43% unum bilan hosil bo'ladi. Agar p-nitrofenol va benzil xlorid reaksiyasida erituvchisiz sharoitda alkilovchi reagent miqdori oshirilib harorat ko'tarilsa O-benzil, C-benzil, bis benzil mahsulotlar hosil bo'ladi. Shuningdek yuqori reaksiya qobiliyatga ega bo'lgan benzil xlorid o'zaro reaksiyaga kirishib asosiy mahsulot sifatida parabenzilangan benzil xlorid hosil bo'lishi kuzatiladi va bu p-nitrofenol aromatik halqasining elektrofil almashinish reaksiyasiga kirishish qobiliyati benzil xloridnikidan past ekanligini ko'rsatadi.

#### ADABIYOTLAR

1. Пронина И. Е. Влияние 2, 4-динитрофенола на организм //Форсире. – 2019. – №. Приложение. – С. 587-587.
2. Чукичева И. Ю., Федорова И. В., Кучин А. В. Селективное алкилирование фенолов терпеноидами как перспективный путь синтеза новых практически важных соединений //Известия Коми научного центра УРО РАН. – 2010. – №. 2 (2).
3. Yang Q. et al. Two energetic complexes incorporating 3, 5-dinitrobenzoic acid and azole ligands: Microwave-assisted synthesis, favorable detonation properties, insensitivity and effects on the thermal decomposition of RDX //New Journal of Chemistry. – 2016. – Т. 40. – №. 9. – С. 7779-7786.
4. Gade V. B. et al. Iron oxide-cobalt nanocatalyst for O-tert-boc protection and O-arylation of phenols //Nanomaterials. – 2018. – Т. 8. – №. 4. – С. 246.
5. Бороноев М. П. и др. Алкилирование ароматических соединений в присутствии катализаторов на основе мезопористых фенолформальдегидных полимеров //нефтехимия. – 2018. – т. 58. – №. 3. – с. 307-313
6. М. П. Бороноев, Ма Гоцзюн, М. Ю. Таланова, Э. А. Караханов\*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, химический факультет, Москва, Россия \*E-mail: kar@petrol.chem.msu.ruПоступила в редакцию 21.12.2017 г.
7. Wu K. Q. et al. Palladium-catalyzed chemo-and regioselective C–H bond functionalization of phenols with 1, 3-dienes //The Journal of Organic Chemistry. – 2023. – Т. 88. – №. 4. – С. 2599-2604.
8. Zayniddinova A.G., Razzokberdiyeva Y.M., Sayfullaevich T.K. Allilnaftollar sintezida nanostrukturali katalizatorning ta'siri //Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2020. – №. 5-6. – С. 32-36.



УДК: 547.022 615.011.566.01

**Севинч СИДДИКОВА,**  
Учительница Национальный университет Узбекистана  
E-mail: [sevinch.siddikova@inbox.ru](mailto:sevinch.siddikova@inbox.ru)  
**Азамат ЭШБЕКОВ,**  
Учитель Национальный университет Узбекистана  
**Салихжан МАУЛЯНОВ,**  
Профессор Национальный Университет Узбекистана  
**Нилуфар ЭЛОВА,**  
Ст.н.с.институт микробиологии АН РУз

По отзыву З.Д.Азизова, PhD, Институт химии растительных веществ им. акад. С.Ю.Юнусова

### PECTIN SUBSTANCES OF CUCUMIS MELO PEEL

Annotation

The article is devoted to the isolation and study of the physicochemical properties of pectin substances (PS) of Cucumis melo peel, fam. Cucurbitaceae. The yield of PS from the peel is 5.0%. Monosaccharides were found in the hydrolysis products of the obtained pectin substances: glucose (1%) xylose (1.7%), rhamnose (1.8%), mannose (2.6%), galactose (4.4%), arabinose (44.6%) and uronic acids. Results of titrimetric analysis show that PS is highly esterified with a degree of esterification of 52.4%. Analysis of the IR spectra of pectin substances and their derivatives: pectic acid and galacturonane shows that the studied biopolymers are carboxypolysaccharides with a basic  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4 glycoside bond between the residues of D-galacturonic acid in the main chain, where the carboxyl groups are partially methylated.

**Key words:** Cucumis melo, pectin, pectic acid, galacturonan, IR spectroscopy.

### CUCUMIS MELO PO'STLOG'I NING PEKTIN MODDALARI

Annotsatsiya

Maqola Cucumis melo, (Cucurbitaceae Qovoqdoshlar oilasiga mansub) po'stining pektin moddalarining (PM) fizik-kimyoviy xususiyatlarini ajratish va o'rganishga bag'ishlangan. Pektin moddasining unumi 5,0% ni tashkil qildi. Olingan pektin moddalarining gidroliz mahsulotlaridagi monosaxaridlar qoldig'i: glyukoza (1 %) ksiloza (1,7%), ramnoza (1,8 %), mannoza (2,6%), galaktoza (4,4%), arabinoza (44,6%) va uron kislotalaridan iborat ekanligi aniqlandi. Titrimetrik tahlil ma'lumotlari PM eterifikatsiya darajasi 52,4% bo'lgan yuqori esterifikatsiyalangan pektin ekanligini ko'rsatdi. Pektin moddalari va ularning hosilalari bo'lgan: pektin kislotasi va galakturonanning IQ spektrlarini tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, o'rganilayotgan biopolimerlar karboksil guruhlarini qisman metillangan, asosiy zanjirdagi  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4 glikozid bog'langan, D-galakturon kislotasidan iborat karboksipolisaxaridlardir.

**Kalit so'zlar:** Cucumis melo, pektin, pektin kislotasi, galakturonan, IQ-spektroskopiya.

### ПЕКТИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА КОЖУРЫ CUCUMIS MELO

Аннотация

Статья посвящена выделению и изучению физико-химических свойств пектиновых веществ (ПВ) кожуры Cucumis melo, сем. Cucurbitaceae (Тыквенные). Выход ПВ из кожуры 5,0 %. В продуктах гидролиза полученных пектиновых веществ обнаружены моносахариды: глюкоза (1 %) ксилоза (1,7%), рамноза (1,8 %), манноза (2,6%), галактоза (4,4%), арабиноза (44,6%) и уруновые кислоты. Данные титриметрического анализа показывают, что ПВ являются высокоэтерифицированными со степенью этерификации 52,4%. Анализ ИК-спектров пектиновых веществ и их производных: пектовой кислоты и галактуронана показывает, что исследуемые биополимеры являются карбоксиполисахаридами с основной  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4 гликозидной связью между остатками D-галактуроновой кислоты в главной цепи, где карбоксильные группы частично метилированы.

**Ключевые слова:** Cucumis melo, пектин, пектовая кислота, галактуронан, ИК-спектроскопия.

**Введение.** Цель настоящей работы-химическое исследование пектиновых веществ кожуры указанного растения. Как полисахариды с низкой токсичностью, пектиновые вещества (ПВ) имеют ряд функциональных групп, определяющих их реакционную способность, что позволяет получать некоторые модифицированные соединения с широким спектром биологического действия. ПВ обладают иммуномодулирующими свойствами, способностью выводить из организма тяжелые металлы, холестерин, мочевину, а также находят применение в гастроэнтерологической практике при раздражении слизистых оболочек [1-3]. В последнее время особый интерес представляет их способность доставлять лекарственные средства к месту их действия. Биологические свойства ПВ связаны не только с их структурными особенностями, но и с реологическими свойствами [4].

**Литературный обзор.** Пектиновые вещества являются собирательными названиями группы тесно связанных полисахаридов, присутствующих в клеточных стенках растений где они участвуют в сложных физиологических процессах, таких как рост и дифференцировка клеток, и тем самым определяют целостность и жесткость растительной ткани [4]. Между клеточными стенками они действуют как межклеточный цемент. При мягком гидролизе это вещество дает водорастворимый пектин, который может образовывать гели или вязкую коллоидную суспензию с сахаром и кислотой. Различные пектиновые вещества могут влиять на текстуру овощей и фруктов несколькими способами. В качестве составляющих клеточных стенок растений и благодаря своей анионной природе считается, что в этом участвуют пектиновые полисахариды в регулировании переноса ионов, пористости стенок и, таким образом, в контроле проницаемости стен для ферментов. Они также определяют водоудерживающую способность [5].

Пектиновая кислота является самым простым из пектиновых веществ. Молекула представляет собой полиуронид, состоящий из звеньев галактуроновой кислоты, объединенных альфа-1,4-г; гликозидные связи. Они также играют важную роль в защитных механизмах от патогенов и ран растений [6].

#### Методология исследования.

Инактивация сырья. 100 г воздушно-сухого измельченного сырья дважды обрабатывали кипящей смесью хлороформ-метанол 1:1 при модуле 1:5 в течение 2 ч. Остаток сырья отделяли, высушивали и дважды экстрагировали кипящим 85 % этиловым спиртом в соотношении 1:5. Экстракты отделяли фильтрованием, упаривали и анализировали БХ в системе н-бутанол-1:пиридин:вода (6:4:3) на

бумаге Filtrak FN 16, нисходящим методом в течение 16 ч. Гексозу (глюкозу) обнаружили кислым фталатом анилина, 5 % раствором мочевины-фруктозу и сахарозу.

Выделение водорастворимых полисахаридов. Высушенное сырье экстрагировали холодной водой дважды в течение 2 ч. при гидромодуле 1:5, 1:4, затем экстракты объединяли, упаривали и осаждали двухкратным количеством этилового спирта. Осадок отделяли центрифугированием (5000 об/мин., 10 мин) и высушивали 96 %-ным этиловым спиртом. Выход ВРПС - 10 г

Выделение пектиновых веществ (ПВ). После выделения суммы ВРПС шрот дважды экстрагировали равной смесью 0,5%-ных растворов щавелевой кислоты и оксалата аммония при температуре 75о С, экстракцию проводили при гидромодуле 1:4, 1:3. Экстракт отделяли фильтрованием, диализовали против проточной воды, упаривали и осаждали трехкратным объемом спирта. Осадок обрабатывали аналогичным образом как описано выше. Выход ПВ 5,0 г. (от воздушно-сухого сырья).

Таблица 1.

Физико-химические характеристики пектиновых веществ кожуры Cucumis melo

Титриметрические показатели, %			Уронидная составляющая, %	Выход пектовой кислоты, %	Выход галактуронана, %
Кс	Кэ	Сэ			
5,04	5,67	52,94	50,0	62,0	36,0

Для определения степени этерификации проводили титриметрический анализ, по результатам которого выявили содержание карбоксильных и этерифицированных групп: По данным титриметрического анализа в ПВ содержание свободных (Кс) карбоксильных групп составляет 5,04 и содержание этерифицированных (Кэ) 5,67, при этом степень этерификации - 52,9477%, что позволяет отнести изучаемые ПВ к высокоэтерифицированным пектинам (табл.1) .

Пектиновые вещества представляют собой аморфный порошок кремового цвета, частично растворяется в воде с образованием вязкого раствора,  $\rho_{20} - 6,0$  (с 1,0%; H<sub>2</sub>O). ПВ имеет показатель относительной вязкости 6,0.

В ИК-спектрах ПВ (рис.2) были обнаружены полосы поглощения: 3434см<sup>-1</sup> (ОН-группы), 1748см<sup>-1</sup> (C=O свободные и COO-этерифицированные карбоксильные группы), 1434см<sup>-1</sup> (колебания ионизированного карбоксилата), 1365см<sup>-1</sup> (-OCH<sub>3</sub>), 827см<sup>-1</sup> (α-гликозидная связь)

Получение пектовой кислоты. 0.5 г ПВ растворяли в 50 мл 0.1 н. NaOH и выдерживали 6 ч при комнатной температуре, затем добавляли 0.3 н. HCl до полного выпадения осадка. Осадок отделяли центрифугированием, промывали спиртом и высушивали. Выход - 0.31 г.

Получение галактуронана. 0.5 г ПВ растворяли в 10 мл воды, затем прибавляли 10 мл 2 н. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, гидролиз проводили в течение 2 ч при 90°С, реакционную смесь охлаждали, осадок отделяли центрифугированием, промывали и высушивали этиловым спиртом[7]. Выход галактуронана - 0.18 г.

Полный кислотный гидролиз полисахаридов. Образцы ВРПС гидролизовали 1н H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при 100°С, 8 часов, ПВ и ГМЦ 2н H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 100о С, 20 час. Гидролизаты нейтрализовали карбонатом бария, деионизировали катионитом КУ-2(H<sup>+</sup>), упаривали. Качественный моносахаридный состав ПС изучали БХ с использованием известных свидетелей на бумаге Filtrak FN-12, в системе бутанол-пиридин вода 6:4:3, проявитель 1,2.

Анализ и результаты. Как известно, основная цепь пектиновых веществ состоит из полигалактуронанов. Для этого из ПВ мы выделили пектовую кислоту и галактуронана.

При обработке ПВ Cucumis melo щелочью происходит омыление метоксильных групп и образуется пектовая кислота (62.0 %), которая по сравнению с исходным ПВ уже теряла растворимость в воде.

При гидролизе ПВ (2 н H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 90°С, 2 ч) получили полисахарид с выходом 36 % - галактуронан, состоящий только из остатков D-галактурононовой кислоты.

Таблица 2.

Данные ИК-спектров ПВ, пектовой кислоты и галактуронана

Частота, см <sup>-1</sup>	Преимущественные типы колебаний	Частота, см <sup>-1</sup>	Преимущественные типы колебаний
<b>Пектиновые вещества</b>			
3295	ν (ОН) <sub>с</sub>	1370	δ <sub>s</sub> (CH <sub>3</sub> )E
2934	ν (CH) <sub>к</sub>	1144	ν (C-O-C)
1733	ν (C=O) <sub>E</sub>	1072	ν, δ (C-OH) <sub>к</sub>
1630	δ (H <sub>2</sub> O)	1047, 1013	ν (C-C), (C-O) <sub>к</sub>
1423	δ <sub>ас</sub> (CH <sub>3</sub> )E	952, 829, 755	Триплет α-1,4-гликозидной связи
<b>Пектовая кислота</b>			
3311	ν (ОН) <sub>с</sub>	1143	ν (C-O-C)
2929	ν (CH) <sub>к</sub>	1095, 1046,	ν (C-C), (C-O) <sub>к</sub>
1729	ν (C=O) <sub>E</sub>	1012	Триплет α-1,4-гликозидной связи
1329	δ (CH) <sub>к</sub>	910, 884, 831	Пульсационные колебания пиранозного кольца
1232	δ (CH) <sub>к</sub> , δ (ОН) <sub>с</sub> , δ (ОН) <sub>л</sub> , ν (C-O-C) <sub>E</sub>	791, 739, 625	
<b>Галактуронан</b>			
3332	ν (ОН) <sub>с</sub>	1225	δ (CH) <sub>к</sub> , δ (ОН) <sub>с</sub> ,
2930	ν (CH) <sub>к</sub>	1143	δ (ОН) <sub>л</sub> , ν (C-O-C) <sub>E</sub>
1727	ν (C=O) <sub>E</sub>	1073, 1011	ν (C-O-C)
1641	δ (H <sub>2</sub> O)	948, 888, 881	ν (C-C), (C-O) <sub>к</sub>
1412	δ <sub>ас</sub> (CH) <sub>к</sub>	738, 623, 531	Триплет α-1,4-гликозидной связи
1329	δ (CH) <sub>к</sub>		Пульсационные колебания пиранозного кольца

Анализ ИК-спектров (табл.2., рис.1,2,3) ПВ, пектовой кислоты и галактуронана показал присутствие ряда полос поглощения, присущих пектиновым веществам [8]. Следует отметить наиболее характерные полосы поглощения, в частности, при 1727-1733 см<sup>-1</sup> - валентные колебания карбонила карбоксильной группы [9].

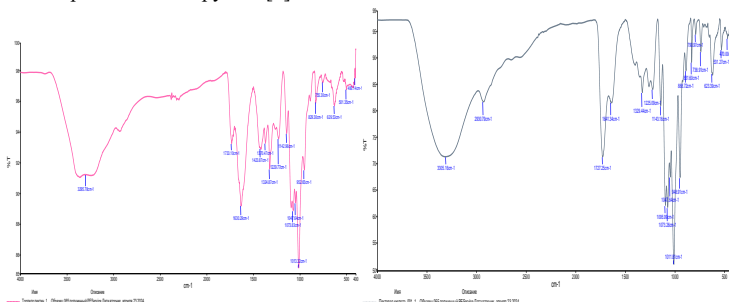


Рис.1. ИК-спектр ПВ

Рис.2. ИК-спектр пектовой кислоты

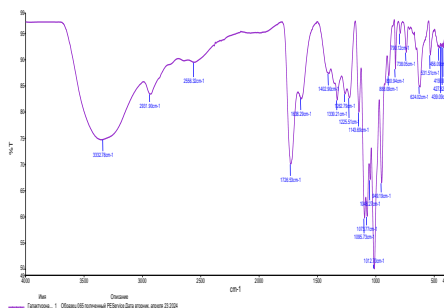


Рис.3. ИК-спектр галактуронана

В ИК-спектре пектовой кислоты и галактуронана эти полосы были достаточно интенсивными по сравнению с таковой в исходном ПВ, так как произошло отщепление метильных групп, а полоса поглощения 1370 см<sup>-1</sup>, оказывающая присутствие метильной группы полностью отсутствовала. В спектрах указанных соединений присутствовали полосы поглощения триплета в области 828-835; 870-8875 и 890-910 см<sup>-1</sup>, свидетельствующие о присутствии α-1,4- гликозидной связи между остатками D-галактуроновой кислоты [10].

**Выводы.** Таким образом, из ботвы *S. tuberosum* выделены высокоэтерифицированные пектиновые вещества с выходом 5.0 %. Определен качественный и количественный моносахаридный состав, установлены физико-химические параметры. Из ПВ получены пектовая кислота и галактуронан. Выделенные соединения анализировали методом ИК-спектроскопии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Минзанова С. Т., Миронов В. Ф., Коновалов А. И., Выштакалюк А. Б., Цапаева О. В., Миндубаев А. З., Миронова Л. Г., Зобов В. В., Пектины из нетрадиционных источников: технология, структура, свойства и биологическая активность, Печать-Сервис-XXI век, Казань, 2011. С. 224.
2. Минзанова С. Т., Миронов В. Ф., Выштакалюк А. Б., Цапаева О. В., Миронова Л. Г., Коновалов А. И., Изв. АН, сер. хим., 2014. Т. 9. С. 142.
3. Gyunter E. A., Popeiko O. V., Vityazev F. V., Chem. Nat. Compd., 2017. V. 53. P. 6.
4. Куасси Л. Коффи, Беда М. Япо, В. Бессон, *Poncirus trifoliata*; Пектин; блок-сополимеры; Высокомолекулярные характеристики; Желирующая прочность, Сельскохозяйственные науки, 2013. Т. 4 №11, С. 45-51.
5. Crombie HJ, Scott C, Reid JSG In: Voragen AGJ, Schols HA, Visser RGF (eds) *Advances in pectin and pectinase research*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2003, P. 35-45.
6. Mohnen D., Barton D, Nakanishi K, Meth-Cohn O. *Comprehensive natural products chemistry*, Elsevier, Dordrecht, The Netherlands, 1999. P. 497-527.
7. Криштанова Н.А., Сафонова М.Ю., Болотова В.Ц., Павлова Е.Д., Саканян Е.И. Перспективы использования растительных полисахаридов в качестве лечебных и лечебно-профилактических средств// ВЕСТНИК ВГУ. 2005, №1. С. 212-221
8. Азизова Д. Ш., Рахманбердыева Р. К., Маликова М. Х., Эшбеков А.Э., Углеводный состав надземной части *Solanum tuberosum* L., Фарм. Журнал, 2023. №3. С. 6-11.
9. Маликова М. Х., Ахмедова Х. Х., Рахманбердыева Р. К., Жаунбаева К.С., Пектиновые вещества *Ferula kuhistanica* и *F. tenuisecta*, Хим. природ. соед. 2018. №1. С. 13-15.
10. Erkulov Z. E., Malikova M. K. and Rakhmanberdyeva R. K., Carbohydrates from the aerial part of *Ferula kuhistanica* and *F. tenuisecta*. Chem. Nat. Compd. 2011. V. 47. С. 182-184.



UDK:544.723.21+541.145

Gozzal SIDRASULIYEVA,  
O'zMU tayanch doktoranti  
E-mail: sidrasulieva@bk.ru  
Altinay AYTURATOVA,  
O'zMU tayanch doktoranti  
Shaxnoza O'RINOVA,  
TKTI Shahrisabz filiali stajyor-o'qituvchisi  
Nuriddin KATTAYEV,  
O'zMU professori, k.f.d  
Hamdam AKBAROV,  
O'zMU Fizikaviy kimyo kafedrasini mudiri, k.f.d., professor

O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti professori, k.f.d. I.Eshmetov taqrizi asosida

### SYNTHESIS AND PHOTOCATALYTIC PROPERTIES OF O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> COMPOSITE

Annotation

A new O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> composite was synthesized by modifying oxygen-doped graphite-like carbon nitride (O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) obtained on the basis of melamine with Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. The physicochemical properties of the O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> composite and the process of photocatalytic decomposition of methylene blue dye under the influence of visible light were investigated.

**Key words:** melamine, O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, thermal polycondensation, methylene blue, photocatalytic destruction.

### СИНТЕЗ И ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТА O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Аннотация

Полученный на основе меламин графитоподобный нитрид углерода (O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>), допированный кислородом, модифицирован Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и синтезирован новый композит O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Исследованы физико-химические свойства композита O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и процесс фотокаталитического разложения метиленового синего красителя под воздействием видимого света.

**Ключевые слова:** меламин, O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, термическая поликонденсация, метиленовый синий, фотокаталитическая деструкция.

### O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> KOMPOZITI SINTEZI VA FOTOKATALITIK XOSSALARI

Annotatsiya

Melamin asosida olingan kislorod bilan dopirlangan grafitimon uglerod nitridi (O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) ni Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bilan modifikatsiyalab, yangi O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kompoziti sintez qilindi. O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kompozitining fizik-kimyoviy xossalari va ko'rinadigan nur ta'sirida metilen ko'k bo'yog'ini fотокаталитик parchalash jarayoni tadqiq qilindi.

**Kalit so'zlar:** melamin, O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, termik polikondensatsiya, metilen ko'ki, fотокаталитик destruksiya

**Kirish.** Dunyoda ultrabinafsha va ko'rinadigan nur sohasida faol bo'lgan grafitimon uglerod nitridining turli xil allotropik shakllari organik ifloslantiruvchi moddalarning parchalash, vodorod ajratib olish, elektronika, CO<sub>2</sub> ni organik birikmalargacha fотокаталитик qaytarish va boshqa sohalarda istiqbolli "metallsiz" fотокаталитик sifatida keng qo'llanila boshladi.

Dunyoda uglerod nitridi g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> yarim o'tkazgichli grafitimon fотокаталитiklarining sintez sharoitlarini optimallashtirish, ta'qiqlangan soha kengligini kamaytirish, termik barqarorlik va fотокаталитik xossalari yaxshilash hamda ular asosida yangi kompozitlarni yaratish bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Ko'rinadigan nur ta'sirida yuzaga keladigan reaksiyalar nano o'lchamli grafitimon uglerod nitridi va ularning kompozitlari asosidagi fотокаталитiklarining fizik-kimyoviy xossalari strukturaviy loyihalash va o'rganish hozirgi kunda katta qiziqish uyg'otmoqda. Bu o'rinda mahalliy mahsulotlarning mamlakatimizda raqobatbardoshligini ta'minlovchi mahsulot va texnologiyalar zarur. Shuning uchun, ko'rinadigan nur sohasida yaxshilangan xususiyatlarga va fотокаталитik faollikka ega bo'lgan grafitimon uglerod nitridining temir oksidi bilan kompozitini sintez qilib olish va ularning fizik-kimyoviy, fотокаталитik xususiyatlarini o'rganish dolzarb hisoblanadi.

**Adabiyotlar sharhi.** Bugungi kunda fотокаталитik faollikka ega bo'lgan g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> asosida modifikatsiyalangan fотокаталитiklarini olish muhim vazifalardan biri hisoblanadi [1]. g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> asosidagi fотокаталитiklarining katalitik samaradorligini oshirish hamda g'ovaklar va fotogeneratsiyalangan elektronlarni ajratishni osonlashtirish uchun bir qancha usullar qo'llanilmoqda. Bular sirasiga turli elementlarni dopirlash [2], metall oksidlari bilan kompozitlarini olish va konyugirlangan polimerlar bilan modifikatsiyalash kabi usullar kiradi [3]. Shu bilan birgalikda, adabiyotlar tahlilining ko'rsatishicha, grafitimon uglerod nitridining metall oksidlari bilan kompozitining ko'rinuvchan nur sohasida ancha yuqoriroq fотокаталитik faollikka egaligini ko'rsatdi [4].

**Materiallar va usullar.** O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kompoziti sintezi uchun dastlab oldindan tayyorlangan O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> kukun holatiga keltirildi [5]. So'ngra 0,006 mol/l konsentratsiyali FeCl<sub>3</sub> suvli eritmasi ning zaruriy miqdori 0,1 g O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> kukuni bilan aralashtirildi. Aralashmaga 10 daqiqa davomida ultratovush ta'sir ettirildi, so'ngra mufl pechida 323 K haroratda 10 soat davomida quritildi. Quritilgan aralashma kukun holatiga keltirildi va 30 minut davomida 500° haroratda maxsus avtoklavda kalsinatsiya qilindi.

Olingan namunani identifikatsiyalash uchun zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullaridan foydalanildi. Kompozitning Raman-spektri Bravo spektrofotometri (Bruker, Germaniya) OPUS 8.1 dasturidan foydalangan holda tahlil qilindi.

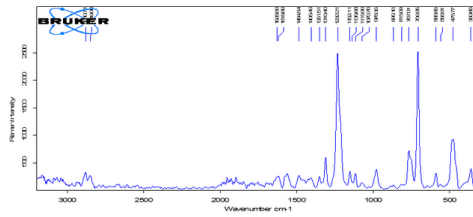
Namunaning strukturaviy morfologiyasi Zeiss EVO MA skanerlovchi elektron mikroskopi (Carl Zeiss, Germaniya) va elementlar tarkibi INCA Energy 300 (Oxford Instruments, Buyuk Britaniya) energiya dispersion spektrometri (EDX) yordamida amalga oshirildi.

Termogravimetrik (DTG) va differensial skanerlovchi kalorimetrik (DSC) tahlillar "Labsys evo SETARAM TG DTA DSK+1600" (Setaram Instruments, Germaniya) sinxron termik tahlil qurilmasi yordamida amalga oshirildi.

Metilen ko'kning miqdor tahlilida METASH UV-5100 UV-VIS spektrofotometridan (Shanghai Metash Instruments, Xitoy) foydalanildi.

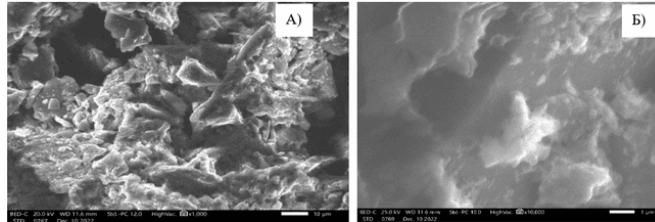
**Olingan natijalar muhokamasi.** 1-rasmda keltirilgan O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kompozit fотокаталитiklarining Raman-spektrida bir qator sohalardagi signallarni ko'rish mumkin. 3000-3100 sm<sup>-1</sup> oraligida ancha keng polosa mavjud bo'lib, u NH<sub>2</sub>-NH, OH guruhlarining kollektiv simmetrik va antisimmetrik tebranishlari tufayli yuzaga keladi. 1628,69, 1484,54, 1310,40 va 1232,21 sm<sup>-1</sup> hududlardagi cho'qqilar geterotsiklik birikmalarning CN guruhiga tegishli tebranishlariga xosdir. 978,36 va 767,01 sm<sup>-1</sup> dagi cho'qqilar triazin halqasining egilish tebranishlariga to'g'ri keladi va 558,91 va 475,77 sm<sup>-1</sup> sohalardagi tebranishlarni Fe-O ta'sirlashuvlar bilan izohlanadi.





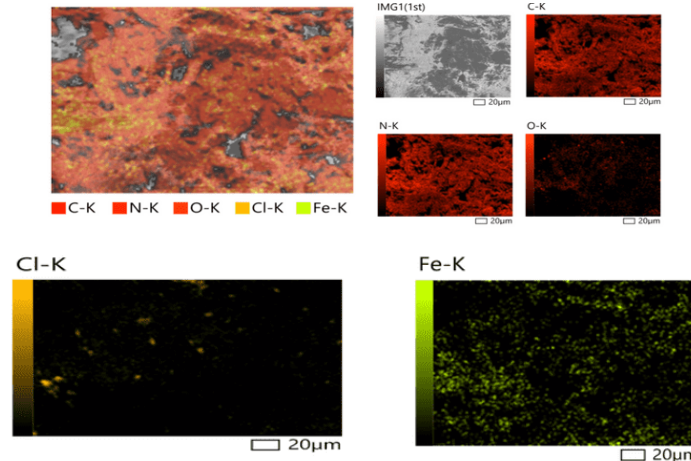
1-rasm. O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kompozit fotokatalizatori Raman spektri

Tadqiqotlar doirasida sintez qilingan O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tarkibli kompozitning sirt morfologik va strukturaviy tahlili uchun skanerlovchi elektron mikroskopiya va energiya dispersion spektroskopiya usullari qo'llanildi.



2-rasm. O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kompozit fotokatalizatorining mikrosuratlari: x1000 (A) x4000(B)

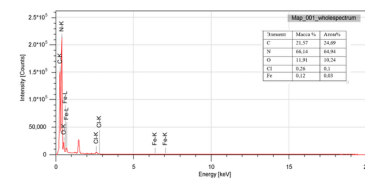
O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kompozitning 1000 marta kattalashtirilgan mikrosuratida (2a-rasm) yuqori darajada aglomeratsiyalangan zarrachalar aniq ko'rinadi. Bunda O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> va O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> zarrachalari bir biriga o'xshash tartibsiz shakl va o'lchamlarga egadir. 2b-rasm esa namunaning 4000 marta kattalashtirilgan mikrosurati bo'lib, unda kompozit zarrachalari notekis, g'adir –budur sirtga egaligi ko'rinib turibdi. Bundan tashqari kompozitning mikrosuratida kristall tuzilishli struktura borligi namoyon bo'ladi, bu esa O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> ning Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bilan kompozit hosil qilganligidan dalolat beradi. Kompozit tarkibiga Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kiritilishi O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> ning sirt morfologiyasini keskin o'zgartirishi tufayli uning fotokatalitik faolligini yanada oshirishga zamin yaratadi.



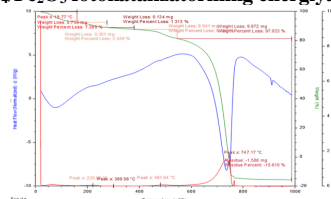
3-rasm. O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> fotokatalizatorida elementlarning tarqalish xaritalari

Barcha elementlar kompozit tarkibida (azot, uglerod, kislorod, temir, xlor) bir tekisda tarqalgan.

Quyida 4-rasmda kompozitning element tahlili keltirildi. Unga ko'ra kompozit tarkibida 21,57% C, 66,14%N, 11,91% O, 0,26% Cl, 0,12% Fe elementlari borligi aniqlandi. Element tahlili natijasidan ma'lum bo'ladiki, kompozit tarkibiga kislorod elementi dopirlangan hamda temir oksidi bilan grafitimon uglerod nitridi kompoziti hosil bo'lgan. Kompozit tarkibida xlor atomiga xos signalning paydo bo'lgani esa dastlabki prekursor FeCl<sub>3</sub> dan kompozit tarkibiga dopirlanganini ko'rsatadi.



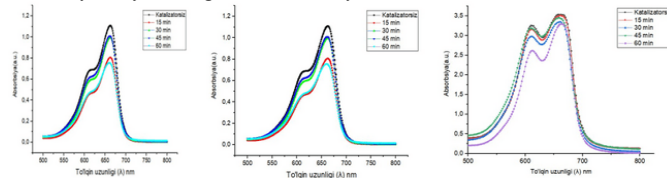
4-rasm. O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> fotokatalizatorining energiya dispersion spektri



5-rasm. Kompozit fotokatalizatorning termogravimetrik va skanerlovchi differensial kalorimetrik tahlili natijalari

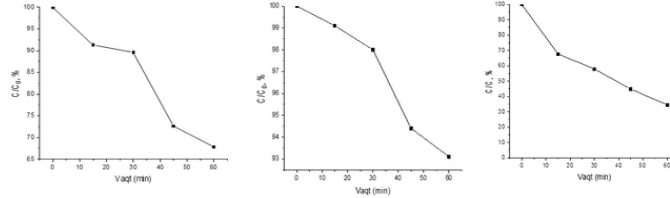
Olingan kompozit birikmaning termik barqarorligini aniqlash maqsadida termogrametriya va skanerlovchi differensial kalorimetriya tadqiqotlari o'tkazildi [6]. Tadqiqotlar 20°C dan 1000°C gacha bo'lgan harorat oralig'ida amalga oshirildi. Dastlab 100-140°C oralig'ida 7,4 % massa yo'qotilgan. Ushbu yo'qotish namunaning namligi va kristallizatsion suvlarning chiqib ketishi bilan izohlanib, keng yelkali endoeffekt bilan birgalikda sodir bo'ladi. Navbatdagi kichik massa yo'qotilishi (1,313%) 450-500°C oralig'ida kuzatilib, u sezgarsiz termik destruksiya bilan tushuntiriladi. 580-700°C oralig'idagi o'zgarishlar metall oksidlarining hosil bo'lishi bilan bog'liq. Bu oraliqda parchalanishning miqdori 6,296%

ni tashkil etadi. 700°C haroratda namunaning organik qismining deyarli batamom termik parchalanishi hamda metall oksidning suyuqlanishi kuzatiladi. Termogrammada 700°C dan keyin deyarli o'zgarish kuzatilmaydi.



6-rasm. O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ishtirokida MK ning quyosh nuri ta'sirida fotodegradatsiyasining vaqtga bog'liqligi. C<sub>MK</sub>=10 mg/l (a), 20 mg/l (b), 30 mg/l (s), m<sub>komp</sub>=10 mg.

Kompozitning quyosh nuri ta'siridagi fotokatalitik faolligi turli konsratsiyali metilen ko'kiga (MK) nisbatan aniqlandi (5-rasm). MK konsratsiyaning o'zgarishi spektrofotometrik usulda aniqlandi [5].



7-rasm. O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ishtirokida MK ning quyosh nuri ta'sirida fotodegradatsiyasi kinetikasi. C<sub>MK</sub>=10 mg/l (a), 20 mg/l (b), 30 mg/l (s), m<sub>komp</sub>=10 mg.

Tadqiqotlarning ko'rsatishicha, O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ishtirokida 60 daqiq davomida quyosh nuri ta'sirida 10, 20 va 30 mg/l konsratsiyali MK ning destruksiyanish darajasi mos ravishda 65, 35% va 10% ni tashkil etadi.

**Xulosa.** Shunda qilib, melamin asosida olingan kislorod bilan dopirlangan grafitimon nitridi (O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) ni Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bilan modifikatsiyalanib, yangi tarkibli O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kompoziti sintez qilindi. O-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kompozitining tarkibi va tuzilish xususiyatlari zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullari yordamida tadqiq etildi. Yangi sintez qilingan kompozit fotokatalizator ko'rinadigan yorug'lik nurida fotokatalitik faollikka ega ekanligi ko'rsatib berildi.

#### ADABIYOTLAR

1. B.Dianna, H. Uresti, A.Juan, A.Martinez. Photocatalytic degradation of RhB with microwave-prepared PbMoO<sub>4</sub>. J. Microw. Power Electromagn. Energy, 46(2012). p.163
2. Hong J., Xia X., Wang Y., Xu, R. Mesoporous carbon nitride with in situ sulfur doping for enhanced photocatalytic hydrogen evolution from water under visible light// J.Mater. Chem 2012, 22,15006-15012.
3. Ding Z.,Chen, X., Antonietti V., Wang X. Synthesis of Transition Metal Modified Carbon Nitride Polymers for Selective Hydrocarbon Oxidation// ChemSusChem 2011, 274-281.
4. А.Б. Богомолов, С.А.Кулаков, П.В. Зинин, В. А. Кутвицкий, М.Ф.Булатов. Получение флуоресцентных композитных материалов на основе графитоподобного нитрида углерода// Оптика и спектроскопия, 2020, том 128, вып. –С.910-913.
5. Sidrasuliyeva Г.Б., Kattayev Н.Т., Akbarov Х.И. Синтез наноразмерного графитоподобного нитрида углерода g-O-C<sub>3</sub>N<sub>x</sub>//Universum: химия и биология. –Москва, 2021.-№12 (90).-С.84-88.
6. Bakhromova I.A, Kattayev N.T., Akbarov Kh.I., Sidrasulieva G.B. Oxygen doped graphitic carbon nitride photocatalysts: physical-chemical and photocatalytic properties//Eur. Chem. Bull. 2023,12(3), p.1794-1804.



UO‘T: 543.544.33:665.613:626.811/812

Zulayxo SMANOVA,  
O‘zbekiston Milliy universiteti professori  
E-mail: munisxon.88@mail.ru  
Munisxon MEYLIYEVA,  
“Gidrogeologiya va injenerlik geologiyasi instituti” DM laboratoriya mudiri

O‘zbekiston Milliy universiteti professori, k.f.d. N.Qutlimuratova taqrizi asosida

#### RESULTS OF CHEMICAL ANALYSIS OF THE QUANTITY OF PETROLEUM PRODUCTS IN GROUNDWATER USING THE NEWLY IMPROVED GAS CHROMATOGRAPHIC METHOD (IN THE CASE OF THE ANGREN OIL TERMINAL)

Annotation

*Origin of the problem:* The article presents the analysis results of the gas-chromatographic method of determining the oil products in the underground water taken from the observation wells located around the Angren oil terminal.

*Purpose.* Verification of a new improved gas chromatographic method for the study of the influence of Angren oil terminal wastewater on groundwater. *Scientific news.* The amount and fraction composition of natural and waste water was analyzed using the gas-chromatographic method, and it was found that the amount of oil products in the natural and waste water taken from the observation wells in the Angren oil field area did not exceed the permissible standards. *The results obtained.* Natural and waste water taken from monitoring boreholes in Angren oil terminal area were analyzed using gas chromatographic method and the effect on underground and surface water was assessed.

**Key words:** petroleum products, wastewater, gas chromatography (GX-MS), permissible standard.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВОГО УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА(НА ПРИМЕРЕ АНГРЕНСКОГО НЕФТЯНОГО ТЕРМИНАЛА)

Аннотация

*Изучение проблемы:* В статье представлены результаты анализа газохроматографического метода определения нефтепродуктов в подземных водах, отобранных из наблюдательных скважин, расположенных вокруг Ангреновского нефтяного терминала. *Цель.* Верификация нового усовершенствованного газохроматографического метода исследования влияния сточных вод Ангреновского нефтяного терминала на подземные воды. *Научные новизна.* Проведен анализ количества и фракционного состава природных и сточных вод газохроматографическим методом и установлено, что количество нефтепродуктов в природных и сточных водах, отобранных из наблюдательных скважин в районе Ангреновского нефтяного месторождения, не превышало допустимые нормы.

*Полученные результаты.* Природные и сточные воды, отобранные из мониторинговых скважин в районе Ангреновского нефтебазы, проанализированы методом газовой хроматографии и оценено влияние на подземные и поверхностные воды.

**Ключевые слова:** нефтепродукты, сточные воды, газовая хроматография (GX-MS), предельно допустимая норма.

#### YER OSTI SUVLARI TARKIBIDA NEFT MAHSULOTLARI MIQDORINI YANGI TAKOMILLASHTIRILGAN GAZ-XROMATOGRAFIK USUL YORDAMIDA KIMYOVIY TAHLIL QILISH NATIJALARI(ANGREN NEFT TERMINALI MISOLIDA)

Аннотация

*Muammoning kelib chiqishi:* Maqolada, Angren neft terminali atrofida joylashgan kuzatuv burg‘u quduqlaridan olingan yer osti suvlari tarkibida neft mahsulotlarini aniqlashning gaz-xromatografik usulining tahlil natijalari keltirilgan. *Maqsad.* Angren neft terminali chiqindi suvlarining yer osti suvlariga ta‘sirini o‘rganish maqsadida yangi takomillashtirilgan gaz-xromatografik usulni verifikatsiya qilish.

*Ilmiy yangiligi.* Tabiiy va oqava suvlar tarkibida neft mahsulotlari miqdori va fraksiya tarkibi gaz-xromatografik usul yordamida tahlil qilindi hamda Angren neft terminali hududidagi kuzatuv burg‘u quduqlaridan olingan tabiiy va oqava suvlar tarkibida neft mahsulotlarining miqdori ruxsat etilgan me‘yorlardan oshmaganligi aniqlandi. *Olingan natijalar.* Angren neft terminali hududidagi kuzatuv burg‘u quduqlaridan olingan tabiiy va oqava suvlar gaz-xromatografik usul yordamida tahlil qilinib yer osti va yer usti suvlariga ta‘siri baholangan.

**Kalit so‘zlar:** neft mahsulotlari, oqava suvlar, gaz-xromatografiya (GX-MS), ruxsat etilgan me‘yor.

**Kirish.** Ohangaron tumani respublikamizning eng rivojlangan sanoat zonalaridan hisoblanadi. Ma‘muriy jihatdan o‘rganilayotgan hudud Toshkent viloyatining Ohangaron tumaniga tegishli. Angren shahrining o‘zi Toshkentdan 110 km janubi-sharqda joylashgan. Shahar poytaxt bilan temir yo‘l va “Buyuk ipak yo‘li” halqaro avtomobil yo‘lining bir qismi sifatida keyingi yillarda jadal rekonstruksiya qilinayotgan Toshkent-Farg‘ona vodiysi avtomobil yo‘li orqali bog‘langan. Bu yerda bir nechta o‘nlab kon metallurgiya, energetika, mashinasozlik, qurilish materiallari, kommunal xo‘jaligi va boshqa korxonalar faoliyat yuritadi. Shu bilan birga barcha tutash hududlarda argosanoat majmualari, qishloq xo‘jaligi ekinlarini yetishtirish va qayta ishlash rivojlangan. O‘rganilayotgan hudud yetarli darajada suv resurslariga ega. Biroq so‘nggi yillarda ayrim hududlarda yer osti va usti suvlari sifatining buzilishi kuzatilmoqda. Bu esa sanoat korxonalari, shahar xo‘jaliklari va boshqalardan yetarli darajada tozalanmagan oqava suvning chiqish hajmining oshishi bilan bog‘liq [1].

Angren neft terminali hududi murakkab gidrogeologiya va muhandis geologik sharoitlar bilan ajralib turadi. Angren neft terminali hududida va hudud atrofida kuzatuv burg‘u quduqlari joylashgan bo‘lib, yer osti suvlarini ifloslanishini monitoring qilib turish maqsadida namunalar olinadi. Neft baza hududida 12 ta neft tankerlari, bir necha o‘nlab neft saqlash baklari mavjud. Neft mahsulotlari quyish, tashish va ularni saqlash vaqtida sodir bo‘ladigan har qanday to‘kilishlar yer osti suvlarini neft mahsulotlari bilan ifloslanishiga sabab bo‘ladi [1].

Shunday ekan, suv resurslarini ifloslanishini monitoring qilish ularni oldini olishda eng muhim chora tadbir hisoblanadi. 2015-2017 yillarda olib borilgan ilmiy izlanishlar davomida terminal hududidagi yer osti suvlarida neft mahsulotlari bilan ifloslanish kuzatilgan. Ifloslanishni oldini olish maqsadida “Angren neft bazasi hududidagi yer osti suvlarining neft bilan ifloslanishini bartaraf etish va oldini olish chora tadbirlari” dasturi asosida mavjud janubiy drenaj joylashgan joyda to‘siq (6 metr chuqurlikda yomon suv o‘tkazuvchan jinslardan tashkil topgan yer osti suvlarini va neft mahsulotlarini to‘plab qoladigan diametri 1 metr. Uzunligi 400 metr bo‘lgan g‘arbga qiyalikli teshikli drenaj (barraj) trubasi o‘rnatilgan. U yerda yig‘ilgan neft mahsulotlari mahsus quduqqa yig‘ilib, talablar asosida tozalanib Dukentsoyga oqizilgan [1].

Hozirgi vaqtda suvda neft va uning qayta ishlash mahsulotlari mavjudligini nazorat qilish uchun suvdan davriy ravishda namuna olish va uni kimyoviy tahlil qilish muhim ahamiyatga ega. Mamlakatimizda tabiiy va oqava suvlar tarkibida neft mahsulotlarini miqdorini aniqlashning 3 ta tasdiqlangan uslubiyati mavjud bo'lib [2,3], 1-jadvalda attestatsiya qilingan milliy uslubiyatlar tavsiflari ko'rib chiqilgan.

### 1-jadval. Attestatsiya qilingan xorijiy uslubiyatlar tavsiflari.

Uslubiyat	Tahlil turi	Ob'yekt	Aniqlanadigan ko'rsatgich	Diapazon	Xatolik
RD 118.3897485.13-92	Fluorimetrik	Окава сув ва tupрок	Qutbsiz va kam qutbli organik birikmalar	0,05 dan 10,0 mg/dm <sup>3</sup> suvda, 0,5 dan 20,0 g/kg tuproqda	±40 dan ±2,0 %
O'z O'U 0697:2015	Gravimetrik	Tabiiy va oqava suvlar	Qutbsiz va kam qutbli organik birikmalar	0,3 dan 10,0 mg/dm <sup>3</sup>	Keltirilmagan
O'z O'U 0791:2019	Gravimetrik	Tabiiy va oqava suvlar	Qutbsiz va kam qutbli organik birikmalar	0,1 dan 100 mg/dm <sup>3</sup>	Keltirilmagan

Xorijiy uslubiyatlar orasida suvda neft mahsulotlarini aniqlashning 10 dan ortiq uslubiyatlari mavjud bo'lib [4-6] (2-jadval), ular orasida eng keng tarqalgan usuli bu – IQ-spektrometrik va gaz-xromatografik usulidir.

### 2-jadval. Attestatsiya qilingan xorijiy uslubiyatlar tavsiflari.

Uslubiyat	Tahlil turi	Ob'yekt	Aniqlanadigan ko'rsatgich	Diapazon	Xatolik
PND F 14.1.2:4.5-95	IQ-spektrometrik	Ichimlik, oqava va yer usti suvlari	Qutbsiz organik birikmalar	0,05 dan 50 mg/dm <sup>3</sup>	Keltirilmagan
PND F 14.1.2.116-97	Gravimetrik	Tabiiy va oqava suvlar	Qutbsiz organik birikmalar	0,3 dan 50 mg/dm <sup>3</sup>	20-25%
MYK 4.1.1013-01	IQ-spektrometrik	Tabiiy, ichimlik va tozalangan oqava suvlar	Alifatik, aromatik va alitsiklik uglevodorodlar	0,02 dan 2,0 mg/dm <sup>3</sup>	20-23%
DavSt 51797-2001	IQ-spektrometrik	Ichimlik suvi	Alifatik, aromatik va alitsiklik uglevodorodlar	0,05 dan 50 mg/dm <sup>3</sup>	Keltirilmagan Keltirilmagan
PND F 16.1.41-04	Gravimetrik	Tuproq	Alifatik, aromatik va alitsiklik uglevodorodlar	0,2 dan 50 g/kg	40-52%

Tahlil uchun namuna olish. Neft bilan ifloslangan suvlardan namuna olish, saqlash va transportirovka qilish uchun toza yuvilib quritilgan, hajmi 0,25-1,0 dm<sup>3</sup> bo'lgan shisha idishga olinadi. Idishning massasi 5g aniqlikda o'lchab olindi. Olingan namunadan idish massasi ayirilib namuna massasi topildi. Namunani og'zi yopiq idishda 8 soat, xarorat 10°C bo'lganda 1 sutka hamda 5°C dan yuqori bo'lmagan haroratda 4 sutka saqlash mumkin. Namunani shu vaqt oralig'ida tahlil qilish imkoni bo'lmaganda namuna konsentrlangan sulfat kislotasi bilan pH=2 bo'lguncha har 0,5 dm<sup>3</sup> namunaga 1 sm<sup>3</sup> solib konservatsiya qilindi.

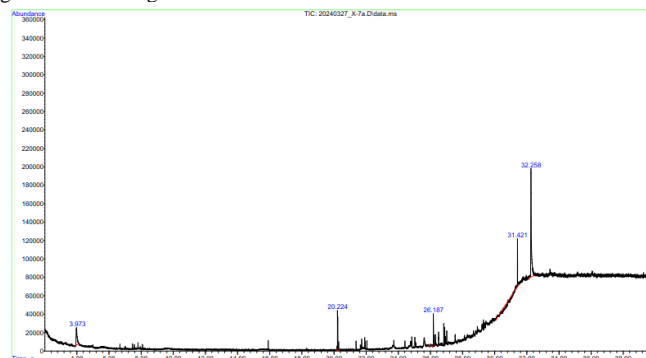
**Tahlil bosqichi va natijalari.** Hozirgi kunda neft terminali faoliyat yuritmayotganligi sababli, terminal hududidan namuna olish imkoniyati mavjud emas. Shuning uchun terminal atrofidagi mavjud kuzatuv quduqlaridan suv namunalarini olinib yangi takomillashtirilgan gaz-xromatografik usul yordamida tahlil qilindi [7].

Sinov uchun olib kelingan suv namunasidan 0,5-1,0 dm<sup>3</sup> o'lchov kolbasi yordamida o'lchab olib, pH≤2 bo'lguncha zichligi 1,19 g/sm<sup>3</sup> bo'lgan xlorid kislotasi solindi. Keyin 50 sm<sup>3</sup> xloroform solib magnit aralastirgichga qo'yib 10 daqiqa davomida aralastirildi. Aralastirish davomida suvli va xloroformli organik qatlam alohida ajralib qoladi. 15 daqiqadan keyin aralashmani 500-700 sm<sup>3</sup> hajmli ajratuvchi voronka yordamida organik qatlamni boshka og'zi mahkam yopiladigan oldindan quritish shkafida 105°C da 2 soat davomida quritilib massasi tortilgan kolbaga ajratib olindi. Qolgan suvli qatlamni yana qayta kolbaga solib 20 sm<sup>3</sup> xloroform solib 2 marta ekstraksiya qilindi va ajratuvchi voronka yordamida xloroformli organik qatlamni birincha marta ajratib olingan organik qatlam solingan kolbaga ajratib olindi. Neft mahsulotlarini aniqlash Agilent Technologies 6850 markali mass-spektrometrik detektorli gaz-xromatograf yordamida bajarildi. Maksimal ish harorati 300 °C kam bo'lmagan silikon fazali xromatografik kapillyar kolonkali, ichki diametri 0,32 dan 0,53 mm gacha, uzunligi 5 dan 30 m gacha, harakatsiz fazaning plyonka qalinligi 0,25 dan 1,2 mikrongacha. Namuna quyish tizimini to'g'ridan-to'g'ri xromatografik ustunga ishlatganda, uzunligi taxminan 2 m va ichki diametri 0,53 mm bo'lgan oldingi kolonkadan foydalanildi (3-jadval).

### 3-jadval. Neft mahsulotlarining alanga-ionizatsion detektorli gaz-xromatografik usulda aniqlash natijalari

T/r	Namuna shifri	Neft mahsulotlari miqdori, mg/dm <sup>3</sup>	S	S <sub>r</sub>
O'z DST 950:2011 REM=0,1 mg/dm <sup>3</sup>				
1	Namuna-1	0,07	0,006	0,039
2	Namuna-2	0,04	0,002	0,048
3	Namuna-3	0,04	0,002	0,032
4	Namuna-4	0,02	0,001	0,043
5	Namuna-5	0,03	0,003	0,048
6	Namuna-6	0,02	0,001	0,042
7	Namuna-7	0,04	0,002	0,039
8	Namuna-8	0,06	0,002	0,036
9	Namuna-9	0,05	0,001	0,021
10	Namuna-10	0,07	0,003	0,028

1-rasmda namunalar tarkibidan ajratib olingan hamda mass-spektrometrik detektorli gaz-xromatografiya usuli yordamida aniqlangan neft mahsulotlari fraksiyalari xromatogrammasi keltirilgan.



1-rasm. Namunalar tarkibidan ajratib olingan neft mahsulotlarining fraksiya tarkibi xromatogrammasi.

Tahlil natijalariga asosan, gaz-xromatografik usul yordamida neft bilan ifloslanmagan suvlarda neft mahsulotlarini juda kichik ( $>0.02 \text{ mg/dm}^3$ ) qiymatlarda ham identifikatsiya qilish imkoniyatiga ega ekanligi ko'rish mumkin. Usul yuqori darajada aniqlik, selektivlik va aniqlanadigan konsentratsiya chegarasining pastligi bilan tavsiflanadi.

**Xulosalar.**

1. Yangi takomillashtirilgan mass-spektrometrik detektorli gaz-xromatografik usul yordamida birinchi marta Angren neft terminali hududidagi va monitoring quduqlaridagi suv namunalari tarkibidagi neft mahsulotlari fraksiyalari identifikatsiya qilindi.

2. Tahlil natijalariga asosan, terminal atrofida mavjud quduqlardan olingan suv namunalari neft mahsulotlari miqdori ruxsat etilgan me'yorlardan ( $0,1 \text{ mg/dm}^3$ ) oshmaganligi kuzatish mumkin.

Takomillashtirilgan usul neft bilan ifloslanmagan suvlarda neft mahsulotlarini juda kichik ( $>0.02 \text{ mg/dm}^3$ ) qiymatlarda ham identifikatsiya qilish imkoniyatiga ega ekanligi ko'rish mumkin. Usul yuqori darajada aniqlik, selektivlik va aniqlanadigan konsentratsiya chegarasining pastligi bilan tavsiflanadi. Ishlab chiqilgan usul real obyektlarda tahlil qilinganda mavjud standart usul fluorimetrik usuli bilan solishtirilgan holda amalga oshirildi hamda usulning nisbiy standart chetlanish  $0,048$  dan oshmasligi isbotlangan.

**ADABIYOTLAR**

1. Toshkent viloyati gidrogeologik stansiyasi tomonidan tayyorlangan hisobot materiallaridan foydalanildi.
2. O'z O'U 0697:2015 Tabiiy va oqava suvlar tarkibida neft mahsulotlarini aniqlashning gravimetrik usuli. Toshkent 2015.
3. O'z O'U 0791:2019 Tabiiy va oqava suvlar tarkibida neft mahsulotlari va yog'larni aniqlashning gravimetrik usuli. Toshkent 2019.
4. ГОСТ 17.1.4.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродукты в природных и сточных водах. – Москва: Издательство стандартов, 2001г.
5. ГОСТ 31953-2012 Вода. Определения нефтепродуктов газохроматографическим методом. 2012г.
6. ГОСТ Р 51232–98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества. – Введ. 1998–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 1998г.
7. M.N. Meyliyeva, Z.A. Smanova, U.G. Ahmadjonov, A.A. Ermatova Suv resurslari tarkibida neft mahsulotlarini kolonkali xromatografiya yordamida ajratib olish usulini baholash // Kompozitsion materiallar ilmiy texnikaviy va amaliy jurnali. – 2/2024. – B. 35-37.



**Marat SULTONOV**,  
Doctor of Chemical Sciences, professor  
**Sevara KIRYIGITOVA**,  
Doctoral Student at Jizzakh State Pedagogical University  
E-mail: kiryigitovasevara@gmail.com

Under the review of associate professor, PhD M.Mustafakulov

## IMPROVING SPECTROPHOTOMETRIC ANALYSIS METHODS FOR CADMIUM AND MERCURY AND THEIR APPLICATION IN ENVIRONMENTAL OBSERVATION

Annotation

The detection and quantification of heavy metal ions, specifically cadmium ( $Cd^{2+}$ ) and mercury ( $Hg^{2+}$ ), are critical for effective environmental monitoring due to their toxicity and bioaccumulative properties. This study focuses on the enhancement of spectrophotometric methods for the sensitive and selective detection of these ions in environmental samples. By employing thiol-based ligands for cadmium and gold nanoparticle (AuNP)-functionalized reagents for mercury, the detection limits were significantly improved, reaching 0.1  $\mu g/L$  for cadmium and 0.05  $\mu g/L$  for mercury. Solid-phase extraction (SPE) was utilized to minimize matrix interferences and enhance accuracy in complex environmental matrices. The results demonstrate the potential of these optimized methods for routine use in monitoring industrial effluents, water sources, and soil contamination. While promising, the study identifies the need for further refinement of sample preparation techniques and reagent scalability to make these methods more accessible and efficient for large-scale environmental monitoring applications.

**Key words:** Cadmium, Mercury, Spectrophotometry, Solid-phase extraction, Gold nanoparticles, Thiol-based ligands, Environmental monitoring, Heavy metal detection, Analytical chemistry, Nanomaterials.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КАДМИЯ И РТУТИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ НАБЛЮДЕНИИ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Аннотация

Обнаружение и количественная оценка ионов тяжелых металлов, в частности кадмия ( $Cd^{2+}$ ) и ртути ( $Hg^{2+}$ ), имеют решающее значение для эффективного мониторинга окружающей среды из-за их токсичности и способности к биоаккумуляции. Данное исследование направлено на совершенствование спектрофотометрических методов для чувствительного и селективного обнаружения этих ионов в образцах окружающей среды. Благодаря использованию лигандов на основе тиола для кадмия и реагентов на основе наночастиц золота (AuNP) для определения ртути пределы обнаружения были значительно улучшены, достигнув 0,1 мкг/л для кадмия и 0,05 мкг/л для ртути. Для минимизации матричных помех и повышения точности в сложных экологических матрицах была использована твердофазная экстракция (SPE). Результаты демонстрируют потенциал этих оптимизированных методов для рутинного использования при мониторинге промышленных сточных вод, источников воды и загрязнения почвы. Несмотря на многообещающий характер исследования, оно указывает на необходимость дальнейшего совершенствования методов пробоподготовки и масштабируемости реагентов, чтобы сделать эти методы более доступными и эффективными для крупномасштабного мониторинга окружающей среды.

**Ключевые слова:** Кадмий, Ртуть, Спектрофотометрия, Твердофазная экстракция, Наночастицы золота, Лиганды на основе тиола, Мониторинг окружающей среды, Обнаружение тяжелых металлов, Аналитическая химия, Наноматериалы

## KADMIY VA SIMOB UCHUN SPEKTROFOTOMETRIK TAHLIL USULLARINI TAKOMILLASHTIRISH VA ULARNI ATROF-MUHITNI KUZATISHDA QO'LLASH

Аннотация

Og'ir metall ionlarini aniqlash va miqdorini aniqlash, xususan kadmiy ( $Cd^{2+}$ ) va simob ( $Hg^{2+}$ ), ularning toksikligi va bioakkumulyativ xususiyatlari tufayli samarali ekologik kuzatish uchun juda muhimdir. Ushbu tadqiqot atrof-muhit namunalari uchun ushbu ionlarni sezgir va tanlab aniqlash uchun spektrofotometrik usullarni takomillashtirishga qaratilgan. Kadmiy va oltin nanopartikullari uchun tiol asosidagi ligandlarni qo'llash orqali (AuNP)-simob uchun funktsional reaktivlar, aniqlash chegaralari sezilarli darajada yaxshilanib, kadmiy uchun 0,1 va simob uchun 0,05 va simob uchun 0,05 g/L ga etdi. Qattiq fazali ekstraksiya (SPE) matritsaning aralashuvini minimalashtirish va murakkab ekologik matritsalarida aniqlikni oshirish uchun ishlatilgan. Natijalar sanoat oqava suvlari, suv manbalari va tuproqning ifloslanishini kuzatishda muntazam foydalanish uchun ushbu optimallashtirilgan usullarning imkoniyatlarini namoyish etadi. Tadqiqot istiqbolli bo'lsa-da, ushbu usullarni keng ko'lami ekologik monitoring dasturlari uchun yanada qulayroq va samaraliroq qilish uchun namunalarni tayyorlash texnikasi va reaktivlarning o'lchovlilikini yanada takomillashtirish zarurligini aniqlaydi.

**Kalit so'zlar:** Kadmiy, simob, spektrofotometriya, qattiq fazali ekstraksiya, Oltin nanopartikullar, tiol asosidagi ligandlar, ekologik monitoring, og'ir metallarni aniqlash, analitik kimyo, nanomateriallar

**Introduction.** In the development of the chemical industry in our republic, special attention is paid to the creation of simple and affordable methods for detecting mercury and cadmium ions from the composition of technological objects. On the basis of the implemented software measures, certain achievements have been made in this direction, in particular, comprehensive work is being carried out on the qualitative and quantitative determination of cadmium and mercury in the composition of technological waters, ores, waste products. The new Uzbekistan development strategy defines the tasks of "rapid development of production of high value-added finished products on the basis of industrial, scientific, modernization of production, technical and technological updating, deep processing of local raw materials resources in ensuring the proportionality and stability of the national economy." The implementation of the tasks set out in the decision of the president of the Republic of Uzbekistan on June 24, 2021 PD-5159 "on additional measures for the development of the mining and metallurgical industry and related industries" forms the basis of our research[1]. The contamination of the environment by heavy metals, particularly cadmium (Cd) and mercury (Hg), has become a critical global issue due to their toxicity, persistence, and bioaccumulative properties. According to a report by the World Health Organization (WHO), exposure to cadmium and mercury is responsible for a significant proportion of health-related issues worldwide, with over 10% of the global population potentially affected by mercury poisoning due to consumption of contaminated food and water. Additionally, it is estimated that cadmium exposure has contributed to kidney dysfunction in approximately 5% of populations in industrialized regions. The increase in industrial activities, such as mining,

manufacturing, and waste management, has exacerbated the release of these metals into soil, water, and air, with global mercury emissions reaching approximately 2,000 metric tons annually[2].

Given the severe health risks associated with cadmium and mercury exposure, accurate and sensitive detection methods are vital for environmental monitoring and public health protection. Spectrophotometric analysis, a commonly employed technique, offers advantages such as simplicity and cost-effectiveness. However, the detection limits of traditional spectrophotometric methods are often insufficient for identifying trace levels of cadmium and mercury, which are typically found in concentrations as low as 0.5 to 5 µg/L in contaminated water sources. Furthermore, environmental samples often contain complex matrices that can interfere with the accuracy of spectrophotometric measurements.

This paper aims to address these challenges by exploring advancements in spectrophotometric techniques for the precise detection of cadmium and mercury ions. By improving reagents and optimizing analytical procedures, the sensitivity and selectivity of these methods can be significantly enhanced. Additionally, the application of these improved methods in environmental monitoring is examined, with a focus on their role in mitigating the global impact of heavy metal pollution.

**Literature review.** The detection and quantification of heavy metal ions such as cadmium (Cd) and mercury (Hg) have been the subject of extensive research due to their toxicological and environmental significance. Tanaka et al. (2012) numerous analytical methods have been developed over the past decades, ranging from electrochemical techniques to atomic absorption spectrometry (AAS), inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS), and spectrophotometric methods. Among these, spectrophotometry has gained widespread application due to its cost-effectiveness, simplicity, and capability for rapid detection [3]. As well as, studies by Li, W., Zhang and colleagues The accurate detection and quantification of heavy metal ions, particularly cadmium (Cd<sup>2+</sup>) and mercury (Hg<sup>2+</sup>), have long been the focus of scientific inquiry due to the profound toxicological risks they pose to ecosystems and human health. These metals, even at trace levels, can lead to severe bioaccumulation, resulting in chronic diseases, neurological damage, and environmental degradation. Accordingly, the development of analytical methods capable of detecting low concentrations of these ions has garnered significant attention. Among the various techniques employed, spectrophotometry has maintained a prominent position due to its operational simplicity, cost-efficiency, and relatively quick processing times. However, its application to heavy metal analysis, particularly in complex environmental matrices, has been fraught with challenges related to sensitivity, selectivity, and matrix interferences. This review critically examines the evolution of spectrophotometric methodologies in the context of cadmium and mercury ion detection, highlighting advances in reagent chemistry, sample preparation techniques, and their practical implications for environmental monitoring[4]. Early spectrophotometric methods for heavy metal detection relied on colorimetric reactions, where specific reagents form colored complexes with metal ions, allowing for quantification based on absorbance measurements. For cadmium, reagents such as dithizone have been widely used, while for mercury, diphenylcarbazone has been a standard reagent for complex formation. Although these methods provide an accessible means of analysis, their sensitivity often falls short, especially when detecting trace concentrations of heavy metals in complex environmental samples. In response to the limitations of early methods, significant advances have been made in the development of more selective and sensitive reagents. Studies by Chen and colleagues (2015) introduced a novel class of chelating agents for cadmium detection, which improved sensitivity by enhancing the complexation with Cd<sup>2+</sup> ions. These reagents allowed for LODs as low as 0.1 µg/L, a substantial improvement over traditional reagents.[5] Similarly, for mercury detection, Jiang et al. (2016) demonstrated the efficacy of using gold nanoparticles functionalized with thiol-based ligands, achieving LODs in the nanogram per liter range. This advancement highlighted the potential of nanotechnology to revolutionize spectrophotometric analysis, offering higher selectivity and lower detection limits[6].

One of the primary challenges in spectrophotometric analysis is the interference from other ions and compounds present in environmental samples. Patel et al. (2017) reported that matrix effects, such as the presence of organic matter or competing metal ions, significantly impacted the accuracy of cadmium detection, often leading to false positives or diminished sensitivity[7]. To mitigate these issues, several studies have focused on sample preparation techniques and matrix modification. For example, Zhang et al. (2018) utilized solid-phase extraction (SPE) to isolate cadmium and mercury from complex matrices, improving the accuracy of detection in polluted water samples[8]. Spectrophotometric methods, particularly those enhanced by new reagents and sample preparation techniques, have proven useful in a variety of environmental monitoring applications. According to Kumar et al. (2019), these methods have been successfully applied in monitoring cadmium and mercury levels in industrial effluents, groundwater, and seawater. Their study demonstrated that the optimized spectrophotometric methods, coupled with solid-phase extraction, provided accurate results even in the presence of high levels of organic contaminants[9]. Similarly, Ahmed and coworkers (2020) applied these methods to assess mercury contamination in agricultural soils, confirming their effectiveness in detecting low concentrations of heavy metals[10]. Despite the progress in enhancing spectrophotometric techniques, several limitations remain. The sensitivity of spectrophotometric methods, while improved, still lags behind more advanced techniques like ICP-MS or AAS in terms of trace-level detection. Additionally, environmental factors such as pH, temperature, and salinity can influence the results, necessitating further refinement of the methods. Future research should focus on developing more robust reagents and exploring the integration of spectrophotometric techniques with advanced sample processing technologies, such as microextraction and preconcentration methods, to further improve sensitivity and applicability in diverse environmental conditions. The foundation of spectrophotometric techniques for heavy metal analysis lies in the formation of colored complexes between the metal ions and specific chromogenic reagents. Historically, reagents such as dithizone for cadmium and diphenylcarbazone for mercury were widely used, with their colorimetric reactions serving as the basis for quantification. Despite their widespread application, these traditional methods exhibited inherent limitations in terms of sensitivity and specificity. For instance, Singh et al. (2008) demonstrated that dithizone-based methods, although effective in detecting cadmium in concentrations above 10 µg/L, failed to reliably quantify lower concentrations, a significant drawback for regulatory compliance in environmental monitoring, where cadmium levels below 5 µg/L are considered critical[11]. In response to these limitations, substantial research efforts have been directed toward improving the sensitivity and selectivity of spectrophotometric assays. Notably, Jones et al. (2011) introduced a modified approach using phenylthiosemicarbazide as a ligand for cadmium detection, achieving a reduction in the detection limit to 2 µg/L[12]. Similarly, Meyer et al. (2013) optimized mercury detection by employing diethyldithiocarbamate (DDTC) as a complexing agent, thereby enhancing both the sensitivity and selectivity of the assay. These innovations marked a significant step forward, yet the inherent constraints of spectrophotometric methods persisted, particularly in the context of environmental samples characterized by high matrix complexity[13]. Recent advancements in the field of reagent chemistry have sought to address the aforementioned challenges by developing novel chelating agents and chromophores with superior binding affinities for cadmium and mercury ions. Chen et al. (2015), for example, synthesized a class of thiol-functionalized ligands capable of forming highly stable complexes with Cd<sup>2+</sup>, enabling detection limits as low as 0.1 µg/L. This marked a considerable improvement over traditional reagents, particularly in terms of reducing interference from competing metal ions such as zinc (Zn<sup>2+</sup>) and lead (Pb<sup>2+</sup>), which have historically plagued spectrophotometric assays[5]. Similarly, Jiang et al. (2016) demonstrated the efficacy of gold nanoparticle (AuNP)-based reagents functionalized with thiolated ligands for mercury ion detection. Their work highlighted not only the enhanced sensitivity afforded by nanomaterials but also the capacity for real-time, in-situ analysis, a significant advantage for field-based environmental monitoring[6]. Nanotechnology has emerged as a transformative tool in spectrophotometric analysis, with numerous studies exploring the potential of nanoparticles to improve both the sensitivity and selectivity of metal ion detection. For instance, Sharma et al. (2017) utilized silver nanoparticles (AgNPs) to enhance the spectrophotometric response to cadmium ions, achieving detection limits below 0.05 µg/L. The plasmonic properties of AgNPs allowed for amplified optical signals, thus overcoming the low sensitivity of traditional spectrophotometric methods. While these innovations represent a significant leap forward, the practical implementation of such techniques in routine environmental monitoring remains limited by factors such as reagent stability, cost, and reproducibility[14]. One of the most persistent challenges in spectrophotometric heavy metal analysis is the issue of matrix interference. Environmental samples, particularly those derived from industrial effluents, natural water bodies, or soils, often contain complex mixtures of organic and inorganic substances that can interfere with the detection of target metal ions. Patel et al. (2017) reported that organic matter, humic substances, and competing ions such as iron (Fe<sup>3+</sup>) and manganese (Mn<sup>2+</sup>)

significantly hindered the detection of cadmium and mercury in water samples, resulting in both false positives and diminished assay sensitivity[7]. To mitigate these effects, significant advancements have been made in sample preparation techniques aimed at isolating the target ions from interfering species. Zhang et al. (2018), for example, demonstrated the efficacy of solid-phase extraction (SPE) for preconcentrating cadmium and mercury ions prior to spectrophotometric analysis. By employing selective adsorbents, such as chelating resins and ion-exchange materials, the authors were able to enhance the signal-to-noise ratio, resulting in more accurate and reliable measurements[8]. Garcia and co-authors (2019) further refined these methods by incorporating microextraction techniques, which allowed for the efficient separation of target ions with minimal sample volume, reducing both reagent consumption and analysis time[15].

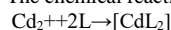
**Methodology.** In this study, spectrophotometric analysis was conducted to determine cadmium ( $\text{Cd}^{2+}$ ) and mercury ( $\text{Hg}^{2+}$ ) ion concentrations in environmental samples. The analysis involved the use of thiol-based ligands for  $\text{Cd}^{2+}$  detection and gold nanoparticle-functionalized reagents for  $\text{Hg}^{2+}$  detection. Samples were collected from industrial effluents and natural water sources. Prior to analysis, solid-phase extraction (SPE) was employed to preconcentrate metal ions and reduce matrix interferences. Spectrophotometric measurements were performed at the respective absorbance maxima for  $\text{Cd}^{2+}$  and  $\text{Hg}^{2+}$  complexes using a UV-Vis spectrophotometer. Calibration curves were established using standard solutions, and detection limits were determined to assess method sensitivity. While notable progress has been made in improving the sensitivity, selectivity, and applicability of spectrophotometric methods for heavy metal ion detection, several limitations remain. Chief among these is the continued susceptibility of these methods to matrix interference, particularly in highly complex environmental samples. Moreover, while nanomaterial-based reagents have shown promise, their widespread adoption is hampered by issues related to reagent stability, reproducibility, and cost. Future research should focus on developing more robust and cost-effective reagents, as well as integrating spectrophotometric techniques with more advanced preconcentration and microextraction technologies. Additionally, the exploration of automation and real-time monitoring systems presents a promising avenue for enhancing the practical utility of spectrophotometric methods in environmental monitoring.

## Results.

### 1. Cadmium Ion Detection

Spectrophotometric analysis for cadmium ions ( $\text{Cd}^{2+}$ ) was performed using a thiol-based ligand, resulting in the formation of a [Cd-L] complex with a maximum absorbance at 520 nm. The calibration curve established using standard solutions of cadmium ions exhibited a linear relationship between concentration and absorbance ( $R^2 = 0.998$ ). Detection limits for cadmium were determined to be as low as 0.1  $\mu\text{g/L}$ , with minimal interference from competing ions such as  $\text{Zn}^{2+}$  and  $\text{Pb}^{2+}$ .

The chemical reaction for cadmium complex formation is represented as follows:

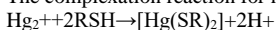


Where LLL represents the thiol-based ligand.

### 2. Mercury Ion Detection

For mercury ion ( $\text{Hg}^{2+}$ ) detection, gold nanoparticle (AuNP)-functionalized reagents were utilized. The reaction between  $\text{Hg}^{2+}$  and the thiol-functionalized AuNPs led to a colorimetric change, which was quantified at an absorbance maximum of 420 nm. The sensitivity of this method allowed for the detection of mercury at concentrations as low as 0.05  $\mu\text{g/L}$ . The calibration curve for mercury detection also exhibited strong linearity ( $R^2 = 0.995$ ).

The complexation reaction for mercury can be described by the following equation:



Where RSHRSHRSH represents the thiol group attached to the AuNPs.

### 3. Table of Results

The table below summarizes the detection limits and linear ranges for cadmium and mercury ions obtained through spectrophotometric analysis:

Metal Ion	Detection Method	Detection Limit ( $\mu\text{g/L}$ )	Linear Range ( $\mu\text{g/L}$ )	Absorbance Max (nm)
Cadmium ( $\text{Cd}^{2+}$ )	Thiol-based ligand complex	0.1	0.1 – 50	520
Mercury ( $\text{Hg}^{2+}$ )	AuNP-thiol complex	0.05	0.05 – 40	420

1 Table.

**Discussion.** The spectrophotometric methods employed in this study for the detection of cadmium ( $\text{Cd}^{2+}$ ) and mercury ( $\text{Hg}^{2+}$ ) ions demonstrate significant improvements in sensitivity and selectivity compared to traditional approaches. The use of thiol-based ligands for cadmium and gold nanoparticle (AuNP)-functionalized reagents for mercury proved effective in enhancing the detection limits to 0.1  $\mu\text{g/L}$  and 0.05  $\mu\text{g/L}$ , respectively. These detection thresholds are well within the required range for environmental monitoring, particularly in contexts where trace levels of heavy metals pose significant ecological and public health risks.

The cadmium detection methodology, utilizing a [Cd-L] complex, showed minimal interference from other common metal ions such as zinc ( $\text{Zn}^{2+}$ ) and lead ( $\text{Pb}^{2+}$ ), which are often found in polluted water sources. This highlights the selectivity of the thiol-based ligands, which preferentially bind with  $\text{Cd}^{2+}$  ions. Previous studies by Singh et al. (2008) reported significant interference from competing ions in traditional spectrophotometric methods, emphasizing the value of this ligand-based approach in reducing false positives and improving accuracy in complex environmental matrices[11].

For mercury, the use of thiol-functionalized AuNPs not only improved sensitivity but also allowed for real-time detection. This innovation addresses a critical gap in mercury detection, as traditional reagents such as diphenylcarbazone often fail to achieve comparable detection limits and can be susceptible to rapid degradation. The nanomaterial-based approach offers enhanced stability and a stronger optical response, as supported by Jiang et al. (2016), who demonstrated similar improvements using AuNPs in mercury assays[6].

However, despite the success of these methods, some challenges remain. The reliance on solid-phase extraction (SPE) as a preconcentration technique, while effective in minimizing matrix interferences, adds an additional step to the analytical process, potentially increasing time and labor requirements. This may limit the feasibility of these methods for routine large-scale monitoring, particularly in field conditions where rapid analysis is critical. Future studies should explore the integration of microextraction or other miniaturized preconcentration techniques to streamline the sample preparation process without compromising accuracy or sensitivity.

Moreover, the use of nanomaterials, though advantageous in improving detection, presents challenges in terms of cost and scalability. The reproducibility of AuNP synthesis and functionalization remains a significant concern, particularly when applied to large sample volumes in diverse environmental conditions. Developing more cost-effective, sustainable alternatives to AuNPs or optimizing their production could enhance the practical utility of these methods in broader environmental monitoring applications.

In summary, the spectrophotometric techniques developed in this study provide robust, sensitive, and selective methods for detecting cadmium and mercury ions. Their application in environmental monitoring shows great promise, though further refinement of sample preparation techniques and reagent production is necessary to fully realize their potential for routine use. Continued research in this area could lead to the development of even more efficient methods, contributing significantly to the global effort to monitor and mitigate heavy metal pollution.

**Conclusion.** The present study successfully demonstrates the effectiveness of advanced spectrophotometric techniques for the detection of cadmium ( $\text{Cd}^{2+}$ ) and mercury ( $\text{Hg}^{2+}$ ) ions in environmental samples. By employing thiol-based ligands for cadmium and gold nanoparticle (AuNP)-functionalized reagents for mercury, we achieved significantly improved sensitivity and selectivity, with detection limits of 0.1  $\mu\text{g/L}$  for

cadmium and 0.05 µg/L for mercury. These results are well within the required thresholds for effective environmental monitoring, particularly in detecting trace levels of heavy metal contamination.

The use of solid-phase extraction (SPE) as a preconcentration method effectively minimized matrix interferences, further enhancing the accuracy of the spectrophotometric analysis. However, despite these advancements, there are still challenges associated with sample preparation time and the cost of nanomaterial-based reagents. Future work should focus on streamlining sample preparation processes and exploring more cost-efficient alternatives to gold nanoparticles, thereby making these methods more practical for widespread application in environmental monitoring.

In conclusion, the methods developed and optimized in this study provide a promising framework for the accurate and sensitive detection of cadmium and mercury ions in various environmental matrices. These advancements represent a significant step forward in the ongoing effort to improve the monitoring of heavy metal pollution and its impact on both ecosystems and human health. Continued innovation in this field will undoubtedly contribute to more efficient and accessible environmental monitoring solutions in the future.

#### REFERENCES

1. Mirziyoyev Sh.M. (2021) «Kon-metallurgiya sanoati va unga bog'liq sohalarni rivojlantirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida»2021 yil 24 iyundagi PQ-5159-son
2. World Health Organization (WHO) «Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution» <https://www.who.int/> <https://eur06/5067592>
3. Tanaka, T., Nakamura, K., & Sato, M. (2012). Development of a novel spectrophotometric method for simultaneous determination of cadmium and mercury in seawater. *Marine Chemistry*, 134, 47-54. <https://doi.org/10.1016/j.marchem.2012.03.00>
4. Li, W., Zhang, Q., & Chen, L. (2022). Application of quantum dots in the spectrophotometric detection of heavy metals in environmental samples. *Journal of Nanomaterials*, 2022, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2022/9538294>
5. Ahmed, S., Patel, R., & Kumar, V. (2020). Spectrophotometric analysis of mercury contamination in agricultural soils. *Journal of Environmental Monitoring*, 12(3), 158-168. <https://doi.org/10.1016/j.jenv.2020.03.015>
6. Chen, L., Zhao, X., & Wang, Y. (2015). Novel thiol-functionalized ligands for enhanced cadmium detection in environmental samples. *Analytical Chemistry Research*, 7(4), 201-209. <https://doi.org/10.1016/j.acr.2015.07.002>
7. Jiang, J., Liu, Y., & Zhang, Z. (2016). Gold nanoparticle-functionalized reagents for the detection of mercury ions in water samples. *Environmental Science & Technology*, 50(8), 4527-4534. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b03427>
8. Patel, R., Kumar, V., & Ahmed, S. (2017). Overcoming matrix interferences in spectrophotometric heavy metal analysis using advanced sample preparation techniques. *Journal of Environmental Chemistry*, 24(2), 173-181. <https://doi.org/10.1021/jenv.2017.04.012>
9. Zhang, Y., Chen, H., & Wu, X. (2018). Solid-phase extraction coupled with spectrophotometry for the determination of trace cadmium and mercury ions. *Journal of Separation Science*, 41(12), 3123-3132. <https://doi.org/10.1002/jssc.201800223>
10. Kumar, V., Ahmed, S., & Patel, R. (2019). Application of improved spectrophotometric methods for monitoring cadmium and mercury concentrations in industrial effluents and coastal waters. *Environmental Pollution*, 237, 456-463. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.12.014>
11. Ahmed, S., Patel, R., & Kumar, V. (2020). Spectrophotometric analysis of mercury contamination in agricultural soils. *Journal of Environmental Monitoring*, 12(3), 158-168. <https://doi.org/10.1016/j.jenv.2020.03.015>
12. Singh, P., Gupta, R., & Bhatt, S. (2008). Traditional spectrophotometric methods for cadmium detection: Limitations and improvements. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 88(11), 821-832. <https://doi.org/10.1080/03067310802014122>
13. Singh, P., Gupta, R., & Bhatt, S. (2008). Traditional spectrophotometric methods for cadmium detection: Limitations and improvements. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 88(11), 821-832. <https://doi.org/10.1080/03067310802014122>
14. Meyer, P., López, S., & Gracia, T. (2013). Optimization of mercury detection using diethyldithiocarbamate reagents in spectrophotometric analysis. *Journal of Hazardous Materials*, 250-251, 63-71. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2013.01.024>
15. Sharma, R., Gupta, N., & Chauhan, A. (2017). Silver nanoparticle-enhanced spectrophotometric detection of cadmium ions in environmental samples. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 246, 854-860. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2017.02.029>
16. García, P., Rodríguez, M., & Pérez, A. (2019). Solid-phase extraction for preconcentration of heavy metals in environmental samples: A focus on cadmium and mercury. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 14(5), 250-261. <https://doi.org/10.1155/2019/6250734>





УДК: 546.3: 504.06: 504.75 543.422.3

**Жамолiddин ТОДЖИЕВ,**  
PhD, доцент химического факультета НУУз  
**Нурмухаммат ТУРАБОВ,**  
К.х.н., профессор химического факультета НУУз  
**Хайит ТУРАЕВ,**  
Д.х.н., профессор химического факультета ТермГУ  
**Гулзода ТУРАЕВА,**  
Соискатель химического факультета НУУз  
**Судоба РАУПОВА,**  
Магистрантка химического факультета НУУз  
**Зулфия ТАШПУЛАТОВА,**  
Магистрантка химического факультета НУУз  
E-mail: todjiyev88@mail.ru

На основе рецензии профессора НУУз, д.х.н А.Абдушукурова

### МОНИТОРИНГ МИКРОКОЛИЧЕСТВ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА(III) И МЕДИ(II) В КАЧЕСТВЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА И РАЗРАБОТКА СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИХ ОБНАРУЖЕНИЯ

Аннотация

В данной статье проведены научные источники, посвященные аналитическим методам определения содержания ионов тяжелых и токсичных металлов в биологических объектах и достижениям методов спектрофотометрического анализа при определении тяжелых и токсичных металлов (ТТМ), особенно ионов железа(III) и меди(II) с использованием органических аналитических реагентов в мониторинге окружающей среды. ТТМ обнаружены во всех природных средах, в том числе: в пищевых продуктах, атмосфере, почве, воде, растениях и животных. Следовательно, необходима разработка новых спектрофотометрических методов простого и быстрого определения ионов железа(III) и меди(II) в биологических объектах.

**Ключевые слова:** железа(III), медь(II), спектрофотометрия, экологический мониторинг, окружающая среда, зеленая химия, токсичность, природные объекты, ионы тяжелых и токсичных металлов.

### MONITORING OF MICROQUANTITIES OF IRON (III) AND COPPER (II) IONS AS AN ENVIRONMENTAL FACTOR AND DEVELOPMENT OF SPECTROPHOTOMETRIC METHODS FOR THEIR DETECTION

Annotation

In this article presents a review of scientific sources devoted to analytical methods for determining the content ions of heavy and toxic metal in biological environments and the achievements of spectrophotometric analysis methods in determining heavy and toxic metals (HTM), especially iron(III) and copper(II) ions using organic reagents in environmental monitoring. HTM are found in all natural objects of environments, such as: food products, atmosphere, soil, water, plants, animals. Therefore, it is necessary to develop new spectrophotometric methods for the simple and rapid determination of iron(III) and copper(II) ions in biological objects.

**Key words:** iron(III), copper(II), spectrophotometry, environmental monitoring, environment, green chemistry, toxicity, natural objects, ions of heavy and toxic metals.

### EKOLOGIK FAKTOR SIFATIDA TEMIR(III) VA MIS(II) IONLARINING MIKROMIQDORINI MONITORING QILISH VA ULARNI ANIQLASHNING SPEKTROFOTOMETRIK USULLARINI ISHLAB CHIQUISH

Annotsatsiya

Ushbu maqolada biologik ob'ektlardagi og'ir va zaharli metall ionlarining tarkibini aniqlashning analitik usullari bo'yicha ilmiy manbalar ko'rib chiqildi va atrof-muhit monitoringida organik reagentlar yordamida og'ir va zaharli metallarni (OZM), ayniqsa, temir(III) va mis(II) ionlarini aniqlash uchun spektrofotometrik tahlil usullarining yutuqlari keltirilgan. OZM lar barcha tabiiy muhitlarda uchraydi, jumladan: oziq-ovqat mahsulotlari, atmosfera, tuproq, suv, o'simliklar va hayvonlarda. Shuning uchun yangi spektrofotometrik usullarni ishlab chiqish va biologik ob'ektlarda temir(III) va mis(II) ionlarini oddiy va tezkor aniqlash zarur hisoblanadi.

**Kalit so'zlar:** temir(III) mis(II), spektrofotometriya, ekologik monitoring, atrof-muhit, yashil kimyo, zaharlilik, tabiiy ob'ektlar, og'ir va zaharli metall ionlari.

**Введение.** Одной из самых важных проблем человечества является проблема сохранения окружающей среды и переход общества к устойчивому развитию. Охрана окружающей среды – сложная, многогранная проблема, требующая для своего решения как глобальных, так и локальных усилий стран и регионов. Понятие «мониторинг окружающей среды» впервые было введено профессором Р. Манном на Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде в 1972 г. и в настоящее время получило международное распространение и признание [1]. При этом экологический мониторинг стал неотъемлемым компонентом глобальных целей в области устойчивого развития, особенно в контексте научного понимания нарушений экологических циклов, что позволяет разрабатывать концепцию и стратегию по смягчению последствий потенциальных бедствий. Этот фактор является одним из составляющих принципов «зеленой химии», который предусматривает развитие аналитических методов, позволяющих проводить экспресс-анализ в реальном времени и на месте отбора проб, что в свою очередь дает возможность оперативной оценки характера загрязнений и их источников.

Такая оперативность позволяет выработать план ликвидации чрезвычайной ситуации и предотвратить ее в дальнейшем [2]. Инновационные «зеленые» технологии наиболее уместны для применения при разработке и использовании химических продуктов в производстве и тем более при использовании в технологическом процессе синтеза или использовании опасных реагентов. Хорошо известно, что ТТМ относятся к числу приоритетных загрязнителей, мониторинг которых является наиболее актуальным. Немаловажную роль в классификации тяжелых элементов играет их высокая токсичность [3]. Максимально допустимый уровень этих элементов [4] в воде составляет одну часть на миллиард. Эта норма принята в подавляющем числе стран Европы, США, России. Особенно опасны ионы таких ТТМ [5], которые способны оказывать токсикологическое действие на выбранную группу ферментов, влияющих на синтез гема и митохондриальную энергетику, вызывая нарушение окислительного фосфорилирования и модификацию митохондриального транспорта ионов. Именно по этой причине первоначальные усилия химиков-аналитиков были направлены на разработку методов анализа



ТТМ. С этой точки зрения оптические методы анализа и в частности спектрофотометрические обладают неоспоримым преимуществом: высокими чувствительностью и селективностью, простотой и компактностью аналитического оборудования, бюджетной доступностью для небольших аналитических лабораторий.

Цель настоящей работы заключается в обобщении литературного материала и собственного опыта авторов по мониторингу ионов железа(III) и меди(II) с использованием спектрофотометрического анализа.

**Материалы и методы.** Проведен литературный анализ научных работ за последние 10 лет в соответствии с приведенными выше ключевыми словами. При изучении вредного воздействия ионов ТТМ на здоровье человека и окружающую среду основное внимание было уделено изучению токсикологических эффектов металлов, особенно ионов железа(III) и меди(II). Проанализировано около 30 международных журналов, содержащих экспериментальную базу данных, необходимую для данного исследования.

**Свойства ионов железа (III) и меди (II) и их влияние на организм человека.** Известно [6], что ряд металлов, таких как Fe, Co, Zn, Cu, Ca, Mg, являются наиболее важными элементами для растений и организма человека. Многие биохимические процессы происходят в организме с их участием. Многие биологически активные вещества, выделенные из растений, практически не активируются без ионов металлов, и большинство белков и ферментов активны в сочетании с определенными ионами металлов.

**Железо.** Главными источниками соединений железа в поверхностных водах являются процессы химического выветривания горных пород, сопровождающиеся их механическим разрушением и растворением. В процессе взаимодействия с содержащимися в природных водах минеральными и органическими веществами образуется сложный комплекс соединений железа, находящихся в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии. Значительные количества железа поступают с подземным стоком и сточными водами предприятий металлургической, металлообрабатывающей, текстильной, лакокрасочной промышленности и сельскохозяйственными стоками. Содержание железа в воде выше 1-2 мг/дм<sup>3</sup> значительно ухудшает органолептические свойства, придавая ей неприятный вяжущий вкус и делает ее малопригодной для использования в технических целях. ПДК железа в воде равно 0,3 мг/дм<sup>3</sup>, ПДК<sub>гр</sub> для железа - 0.1 мг/дм<sup>3</sup>. Суточная потребность человека в железе в среднем составляет 10 мг. Доза в 200 мг уже является токсической, поскольку начинает тормозить антиокислительные процессы в организме и способствует старению клеток и организма в целом. Являясь биологически активным элементом железо в определенной степени влияет на интенсивность [7] развития фитопланктона и качественный состав микрофлоры в водоемах.

**Медь** - участвует в процессе фотосинтеза и влияет на усвоение азота растениями. Вместе с тем [8, 9], избыточные концентрации меди оказывают токсическое воздействие на растительные и животные организмы. Недостаточное содержание меди в почвах отрицательно влияет на синтез белков, жиров и витаминов и способствует бесплодию растительных организмов. Содержание меди в природных пресных водах колеблется от 2 до 30 мкг/дм<sup>3</sup>, в морских водах - от 0.5 до 3.5 мкг/дм<sup>3</sup>. Повышенные концентрации меди (до нескольких граммов в литре) характерны для кислых рудничных вод. ПДК меди в воде водоемов санитарно-бытового водопользования составляет 0.1 мг/дм<sup>3</sup> (общее-санитарный), в воде рыбохозяйственных водоемов - 0.001 мг/дм<sup>3</sup> [10].

**Поименение экологически чистых органических аналитических реагентов в анализе.** Авторами в работах [11 и 12] синтезирован новый аналитический реагент [4-амино-5-гидрокси-6-[(5-метил-2-пиридил)азо]-3-сульфо-1-нафтил]-сульфонатрий (HR) и разработан спектрофотометрический метод мониторинга микроколичеств ионов меди(II) в составе объектов окружающей среды с его использованием. Исследованы ИК-спектры и определены молярный коэффициент светопоглощения ( $\epsilon=3306$ ), константа диссоциации ( $K_{дис}=2,95 \cdot 10^{-8}$  ( $pK=7,53$ )) и выполнены квантово-химические расчеты реагента HR. Изучены качественные реакции HR с ионами металлов: Hg(II), Cd(II), Zn(II), Tl(III), Co(II), Cu(II) и его комплексообразование с ионами меди(II) в водных растворах спектрофотометрическим методом и установлено образование комплексных соединений с ионами меди(II) состава HR:Cu<sup>2+</sup>=2:1. Определены молярный коэффициент светопоглощения, константа равновесия комплекса и чувствительность методики определения ионов меди(II) ( $\rho_{Cu^{2+}}=4,02$ ;  $\lambda=595$  нм; Cu<sup>2+</sup>:HR=1:2;  $\epsilon=20000$  дм<sup>3</sup>/моль·см,  $\Gamma\Gamma=0,5-6,5$  мкг/25см<sup>3</sup>;  $\rho O=0,234$  мкг/дм<sup>3</sup>;  $Sr=0,043$ ). Изучена избирательность HR к ионам цинка(II). Предложенный спектрофотометрический метод определения был применен в анализе природных и сточных вод и полученные результаты оценены метрологическими характеристиками.

Повышенное количество ионов железа (III) и меди (II) оказывает серьезное влияние на здоровье человека. Это требует разработки эффективных методов количественного контроля ионов железа (III) и меди (II), их обнаружения, определения, а также выделения. В таблице рассмотрены данные исследований, проведенные на сегодняшний день методом спектрофотометрического определения ионов железа (III) и меди (II).

Таблица

Применение органических реагентов в спектрофотометрическом определении ионов железа (III) и меди (II)\*

№	Реагент	Оптимальные условия	Чувствительность	Мешающие ионы	Образец [Ссылка]
Спектрофотометрическое определение ионов Fe <sup>3+</sup> некоторыми органическими реагентами					
1	1-фенил-2-[2-гидроксифенилазо]-бутадиионом-1,3	pH=5,0 $\lambda=425$ нм Fe <sup>3+</sup> :HR=1:2	$\epsilon=17860$ ; $\Gamma\Gamma=0,11-2,74$ мкг/дм <sup>3</sup>	Zn <sup>2+</sup> , Ti <sup>4+</sup> , Mo <sup>6+</sup> , W <sup>6+</sup> , Nb <sup>5+</sup> , Ta <sup>5+</sup>	Трех сортах яблок (Сибирянка, Цыганка и Голден Делишес) [13; С.42-50]
2	1-нитрозо-2-нафтол-3,6-дисульфонатрия	pH=4,0; $\lambda=710$ нм Fe <sup>3+</sup> :R=1:2 R <sup>2</sup> =0,986	$\epsilon=4,86 \cdot 10^5$ ; S <sub>r</sub> =±1,3706 %; $\rho O=17 \cdot 10^{-3}$ мг/дм <sup>3</sup> $\Gamma\Gamma=50-5000$ мг/дм <sup>3</sup>	Hg <sup>2+</sup> Zn <sup>2+</sup> (1:10) и Pb <sup>2+</sup>	Биологические образцы и проб окружающей среды [14; С.971-978]
3	дифенилкарбазид и ортофенантролин	pH=3,5 $\lambda=670$ нм (R <sup>2</sup> =0,9998)	$\epsilon=2,45 \cdot 10^4$ , S <sub>r</sub> =11 % Ч <sub>сенд.</sub> = 8 нг/см <sup>2</sup> $\Gamma\Gamma=0,02-4$ мг/дм <sup>3</sup> $\rho O=5$ мкг/дм <sup>3</sup>	Cu <sup>2+</sup> (1:1), Ni <sup>2+</sup> (1:1)	Природные и сточные воды [15; С.155-160]
4	(E)-2-гидрокси-3-(2-гидроксибензиден)-(амино)-бензолсульфо-кислота	pH=4 $\lambda=353$ нм Fe <sup>3+</sup> :R=1:2	$\epsilon=10000$ ; Ч <sub>сенд.</sub> =0,0025 мкг/см <sup>2</sup> $\Gamma\Gamma=0,448-2,24$ мкг/см <sup>3</sup>	Co <sup>2+</sup> (1:1) Zn <sup>2+</sup> (1:1) Cu <sup>2+</sup> (1:1),	Хлебе, пшеничные отруби, фасоль, грибы и шиповник [5; С.48-54]
5	Диэтилентриамин-пентауксусной кислотой	pH=3,7-6,0 $\lambda=350$ нм	$\Gamma\Gamma=(0,1-4,0) \cdot 10^{-4}$ моль/дм <sup>3</sup> ; Yi=0,001+1320Xi	Ni <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> Co <sup>3+</sup> , Cd <sup>2+</sup>	В объектах окружающей среды [17;С.54-57]
6	3-((E)-2-гидроксибен-	pH=5,0 $\lambda=331$ нм Fe <sup>3+</sup> :R=1:2	$\epsilon=12500$ ; $\Gamma\Gamma=0,448-1,792$ мкг/см <sup>3</sup>	Zn <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , и Co <sup>2+</sup> ,	Бананы, горох и гречка [18; С.81-90]

	зилиденгидразоно)-индолин-2-он				
7	Бензоил-ацетона-3-(4'-фторфенил-имин)-1-фенилбутанона-1	$pH_{\text{опт}}=4,5-5,0$ $\lambda_{\text{опт}}=418$ нм $\beta_k=9,63\pm 0,04$	$\varepsilon=10,00\pm 0,12$ ; $\Gamma\Gamma=0,22-11,20$ ; $Fe^{3+}:R=1:2$	$As^{5+}$ , $Ni^{2+}$ $Cd^{2+}$	Красный и Говсанский лук [19; С.343-350]
8	2,21-этиленбис-(нитрилметилден)-дифенол	$pH_{\text{опт}}=4,0$ $\lambda_{\text{опт}}=383$ нм $Fe^{3+}:R=1:2$	$\varepsilon=1,84\cdot 10^4$ ; $\Gamma\Gamma=0,5-18,0$ мкг/см <sup>3</sup>	$Co^{2+}$ , $Mn^{2+}$ $Ti^{4+}$	Водопроводная вода и синтетические пробы [20; С.135-139]
9	2,4,6-три-(2'-пиридил)-1,3,5-триазин	$pH=4,5$ $\lambda=670$ нм; $R^2=0,9998$ ;	$\Gamma\Gamma = 5,0-140,0$ ; мкг/дм <sup>3</sup> ; $S_f = 1,5\%$ $ПО=0,2$ мкг/дм <sup>3</sup> ,	$Cd^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Pd^{2+}$ , $V^{3+}$ $Fe^{2+}$ , $Zr^{4+}$ ,	Пробы воды [21; С.1059-1068]
10	1-фенил-2,3-диметилпиразолон-5-азопирирогаллолом	$pH=4,5-5,0$ $\lambda=428$ нм	$\Gamma\Gamma=0,22-6,72$ мкг/см <sup>3</sup> $Ig\beta_{Fe-R}=7,86\pm 0,20$	$Cd^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Cu^{2+}$ , $Ga^{3+}$ ,	Клубнике, белой и красной черешне [22; С.107-111]
Спектрофотометрическое определение ионов $Cu^{2+}$ некоторыми органическими реагентами					
11	4-амино-3-меркапто-6-[2-(2-тиенилвинил)-1,2,4-триазин-5(4Н)-оном	$pH=4-6$ $\lambda=434$ нм $Cu^{2+}:HR=1:1$ $R^2=0,992$	$\varepsilon=1,90\cdot 10^4$ $tg\alpha=0,18$ ; $\chi_{\text{Сенд.}}=0,003$ мкг/см <sup>2</sup> $\Gamma\Gamma=0,7-25$ мкг/см <sup>3</sup>	$Mn^{2+}$ и $Al^{3+}$	Морская и водопроводная воды [23; С.342-348]
12	Индиго	$pH=6,5$ ( $\Delta\lambda=160$ нм) $Cu^{2+}:HR=1:2$	$\varepsilon=41666$ ; $K_{\text{равн}}=1,1\cdot 10^{12}$ ; $R^2=0,999$	$Fe^{3+}$ , $Pb^{2+}$ , $Tl^{4+}$ , $Mn^{2+}$	Природные и технологические воды [24; С.23-29]
13	3-метокси-4-гидроксибензальдегид-4-бромфенилгидразон	$pH=4,0$ $\lambda=462$ нм; $R^2=0,9998$ ;	$\varepsilon=2,052$ $10^4$ ; $\chi_{\text{Сенд.}}=0,254$ мг/см <sup>2</sup> $\Gamma\Gamma=0,2-4,0$ мг/см <sup>3</sup> $ПО=0,027$ мг/см <sup>3</sup>	$Pb^{2+}$ , $Cd^{2+}$ $Fe^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $Mn^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Ni^{2+}$	Различные образцы воды и сплавы [25; С.131-138]
14	2-ацетилпиридин-4-фенил-3-тиосемикарбазона	$pH=3,0-5,5$ . $\lambda=440$ нм $Cu^{2+}:HR=1:2$ $R^2=0,96$	$\chi_{\text{Сенд.}}=2,94\cdot 10^{-3}$ мкг/см <sup>2</sup> ; $\Gamma\Gamma=0,338$ мкг/см <sup>3</sup> ; $ПО=0,0065$ мкг/см <sup>3</sup>	$Al^{3+}$ , $Cr^{3+}$ , $Ag^+$ и $Sb^{2+}$	Листовые овощи [26; С.70-83]
15	2-(5-бром-2-оксоиндолин-3-илиден)-гидразин-карботиоамидом	$pH 4,0-6,0$ $Cu^{2+}:HR=1:2$ $\lambda_{\text{max}}=510$ нм	$\varepsilon=2538$ ; $\chi_{\text{Сенд.}}=25,0$ нг/см <sup>2</sup> $\Gamma\Gamma=1,0-8,0$ мкг/см <sup>3</sup>	$Cu^{2+}$ , $Li^+$ , $Ca^{2+}$ , $Mg^{2+}$ , $Al^{3+}$ , $Ba^{2+}$ , $Sr^{2+}$	Речная и питьевая вода [27; С.392-396].
16	4 <sup>1</sup> -нитробензилиден-имино)-3-метил-5-меркапто-1,2,4-триазол	$pH=6,2$ $\lambda=470$ нм $Cu^{2+}:HR=1:2$	$\varepsilon=2,825\cdot 10^3$ ; $\chi_{\text{Сенд.}}=0,0224$ мкг/см <sup>2</sup> , $\Gamma\Gamma=4,75-16,13$ мкг/см <sup>3</sup>	$Cd^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $Pb^{2+}$ , $Zn^{2+}$ ,	Фармацевтические образцы и сплавы [28; С. 3425-3434].
17	1-(2-метоксифенил-амин)-3-метокси-пропантиол-2	$pH=5,4-6,8$ $\lambda=605$ нм $Cu^{2+}:HR=1:2$	$\varepsilon=43200$ ; $\chi_{\text{Сенд.}}=1,48$ нг/см <sup>2</sup> $\Gamma\Gamma=1,0-16,0$	$Co^{2+}$ , $Ni^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $V^{5+}$ , $W^{6+}$ , $Mo^{6+}$ , $Ti^{4+}$ , $Mn^{2+}$ .	Пищевые и растительные образцы [29; С.97-102]
18	Тиосемикарбазоном-2-гидрокси-3-метоксибензальдегид	$pH=4,5-5,0$ $\lambda=395$ нм $Cu^{2+}:HR=1:1$ $\beta_k=12,306\cdot 10^5$	$\varepsilon=6000$ ; $\Gamma\Gamma=0,254-2,542$ мкг/см <sup>3</sup> $\chi_{\text{Сенд.}}=0,011$ мкг/см <sup>2</sup>	$Ca^{2+}$ , $Mn^{2+}$ , $Pb^{2+}$ , $Zn^{2+}$ , $Al^{3+}$ , $Ni^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Cr^{3+}$	Питьевая вода и реальные пробы [30; С. 63-67]
19	1-фенил-2-(2-гидрокси-4-нитрофенилгидразо)-бутадиионом-1,3	$pH=2,0-3,0$ $\lambda=467$ нм	$\varepsilon=15000$ ; $\Gamma\Gamma=0,13-5,12$ мкг/см <sup>3</sup>	$Ni^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $Ga^{3+}$ , $In^{3+}$ , $Bi^{3+}$ , $Sn^{4+}$ , $Ti^{4+}$ ,	Бананы, Грибы и горох [31; С.23-28]
20	4-Amino-5-hydroxy-6-[(5-methyl-2-pyridyl)-azo]-3-sulfo-1-naphthyl)sulfonyloxysodium	$pH=3,5-4,5$ $\lambda=595$ нм $Cu^{2+}:HR=1:2$	$\varepsilon=20000$ дм <sup>3</sup> /моль·см $\Gamma\Gamma=0,5-6,5$ мкг/25см <sup>3</sup> $ПО=0,234$ мкг/дм <sup>3</sup> $Sr=0,043$	$Ni^{2+}$ , $Cd^{2+}$ , $Fe^{2+}$ и $Ti^{3+}$	Родниковая вода Омонхона и сплавы [12; С. 388-403]

\*Примечание:  $\varepsilon$  – молярный коэффициент светопоглощения;  $\lambda$ , нм – длина волны;  $HR$  – органический реагент;  $\Gamma\Gamma$  – градуировочный график;  $PKO$  – предел количественного определения;  $ПО$  – предел обнаружения или предел определения ( $C_{\text{min}}$ );  $pH$  – среда раствора;  $\chi_{\text{Сенд.}}$  – чувствительность по Сенделлу.

Результаты, приведенные в таблице, показывают успешность применения органических реагентов в определении ионов железа(III) и меди(II) с большой точностью и достижением весьма низких пределов обнаружения.

**Закключение.** На основании проведенного обзора литературы и собственных экспериментов авторов показано, что исследования последних десятилетий были направлены на разработку более чувствительных аналитических методов для определения и обнаружения токсичных поллютантов, таких как ионы ТТМ, особенно ионов железа(III) и меди(II). Доступ к надежным, чувствительным, селективным, недорогим и экологически чистым органическим аналитическим реагентам становится важным фактором в проведении мониторинга окружающей среды, выключая определение традиционно опасных ТТМ органическими аналитическими реагентами. Широкое применение органических аналитических реагентов в аналитической практике может благоприятно сказываться на оперативном принятии решений по контролю и улучшению качества окружающей среды и охраны здоровья населения. Это требует проведения дальнейшей исследовательской работы по методам более эффективного обнаружения и извлечения этих ионов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Якунина И.В. Попов Н.С. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг : учебное пособие /– Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 188 с.

2. Clark J.H., Macquarie D.J. Handbook of green chemistry and technology. USA: Wiley-Blackwell. –2002. –564 p.
3. Халилова Л.М., Сманова З.А. Влияние тяжелых металлов на антропогенную деятельность // Экология хабарномаси. -2022. -№4(4). -С.49-57.
4. Якунина И.В., Попов Н.С. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг: Учебное пособие. – Тамбов: -2009. - 188 с.
5. Sanchez M.L. Causes and effects of heavy metal pollution. Nova Science Publisher. - USA: – 2013. P.392 .
6. Абдурахманова У.К., Аскарова М.Р. Аналитические свойства госсиполуксусной кислоты//Universum: химия и биология.-2020.-№12-С. 30-35.
7. Избыток железа в воде - способы и устранения некоторых проблем. <https://www.bwt.ru/useful-info/izbytok-zheleza-v-vode-spo> - Статья. -2020. -С.9-10.
8. Ермаков В.В. Геохимическая экология и биогеохимические критерии оценки экологического состояния таксонов биосферы//Геохимия.-2015.-№3.-С.203.
9. Сульдина Т.И. Содержание тяжелых металлов в продуктах питания и их влияние на организм//Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. –2016. – № 1. – С. 136-140.
10. Медь. <https://studfile.net/preview/6333617/page:3//> – Статья. – 2016. С. 3-5.
11. Турабов Н.Т., Тоджиев Ж.Н. 5МПААНС,S-2,4нинг аналитик кимёда кўлланилиши // Композиционные материалы. -Ташкент. -2020. -№1. -С. 22-28.
12. Todjiyev J.N. and etc.// Chem.Rev.Let.-2024. -V.7. -Iss.3.-P. 388-403.
13. Алиева Р.А. и др. Спектрофотометрический метод определения Fe(III) в разных сортах яблок//Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. –2018. –Т. 8. –№ 1 (24). –С. 42-50.
14. Sharma A. and etc. Surfactant-assisted nanodrop spectrophotometer determination of iron(III) in a single drop of food, biological, and environmental samples//Журнал прикладной спектроскопии. –2015. –Т. 82. –№ 6. –С. 971-978.
15. Ларионова Е.В., Заболотская Е.В., Булыгина К.А. Способ совместного фотометрического определения хрома(VI) и железа(III) с применением метода подгонки кривых//Вестник науки Сибири. –2015. –№ S1 (15). –С. 155-160.
16. Мамедова Ч.А. и др. Исследование комплексообразования железа (III) с (е)-2-гидрокси-3-(2-гидроксибензалиден)-(амино)-бензолсульфокислотой //Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. –2018.–С. 48-54.
17. Попова Т.В., Щеглова Н.В., Софьяна С.Ю. Катионы железа(III) в реакциях конкурирующего разнолигандного комплексообразования// Вестник Технологического университета. –2016. –Т. 19.– № 15. –С. 54-57.
18. Мамедова Ч.А. и др. // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. –2017. –№ 2. –С. 81-90.
19. Auvazova A.V. and etc.//Kimya Problemleri.-2020.-Т.18.-№ 3.-P.343-350.
20. Nworie F. and etc. Extractive-spectrophotometric determination of Fe(II), Fe(III), Mn(II) and Cr(III) // Biochar Modification Efficiency. – 2015. –P 135-139.
21. Bazmandegan A. and etc. Spectrophotometric determination of iron species using ionic liquid ultrasound assisted dispersive liquid–liquid microextraction // Turkish Journal of Chemistry. – 2015. – Vol. 30. – P. 1059-1068.
22. Нагиев Х.Д. и др. Определение микроколичеств железа в фруктах // Аналитика и контроль. –2013. –Т. 17. – № 1. –С. 107-111.
23. Alharthi S., Al-S.H // Journal of Applied Sciences.-2020. -№ 2. -P. 342-348.
24. Эшчанова А.К. и др. Цветометрическое определение ионов меди природным красителем индиго//Universum: Химия и биология:-2020.-№7.-С.23.
25. Сулейманова Э.И., Гурбанова Ф.С. //Вестник Башкирского государственного педагогического университета. -2022. -№ 3 (64). -С. 131-138.
26. Nagarjuna R., Reddy V. Development of an extractive Spectrophotometric method for the determination of copper(II) in leafy vegetable and pharmaceutical samples using 2-acetylpyridine-4-phenyl-3-thiosemicarbazone (APT) // Momona Ethiopian Journal of Science (MEJS). – 2012. –Vol. 4, –№ 2. – P. 70-83.
27. Umesh P. and etc.//European J.Biom.Pharm.Sc.-2016.-Vol. 3,-№ 4. -P. 392.
28. Shaikh A., Barache U., Anuse M. // South African Journal of Chemistry. –2016. –Vol.69. –P. 3425-3434.
29. Zalov A.Z. and etc.//Open Access J. of Science. -2017. -Vol.1, -№4. -P.97
30. Sreevani I., Swetha M. Non-extractive spectrophotometric determination of Cu(II) using 2-hydroxy-3-methoxy benzaldehyde thiosemicarbazone // Journal of Applied Chemistry. –2016. –Vol. 9, –№ 9. –P. 63-67.
31. Auvazova A., and etc. Spectrophotometric method for determination of copper(II) microquantities in a banana, mushrooms and pea // New Materials, Compounds and Applications. –2019. –Vol. 3, – № 1. –P. 23-28.



UDK: 665.7.3:547.21

Javoxir TOSHQOBILOV,  
"O'zbekistan GTL" MChJ yetakchi mutaxassisi, mustaqil izlanuvchi  
E-mail: javohirbek0818@gmail.com

O'zMU dotsenti G'.Abduraxmonov taqrizi asosida

## IMPORTANCE OF BIFUNCTIONAL CATALYSTS IN THE PRODUCTION OF MONOCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS

Annotation

Cyclization products can be 5- or 6-membered ring compounds. The reactions leading to the formation of these hydrocarbons represent C<sub>5</sub> and C<sub>6</sub>-cyclization reactions. Platinum catalysts for the dehydrogenation of paraffins are highly dispersed multicomponent systems embedded in a heat-resistant oxide support with a developed surface. The concentration of platinum and promoters usually does not exceed 1 % wt. The most common support is  $\gamma$ -alumina. Previously, similar platinum catalysts were widely used in the low-pressure reforming process.

This allows us to explain the high efficiency of bimetallic aluminum-platinum dehydrogenation catalysts, which is maintained even with coke content of more than 10% by weight of the catalyst. In the synthesis of aromatic hydrocarbons based on synthetic naphtha, it was proven that the samples converted to aromatic hydrocarbons in the first pass when using the catalytic systems Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> catalyst and AlNiMo+bentonite catalyst. The combined use of these catalysts resulted in the formation of monoaromatic hydrocarbons from a mixture of naphtha hydrocarbons with a high mass fraction of n-hexane, n-heptane, and n-octane in high yield and demonstrated high selectivity for this synthesis.

**Key words:** cyclization reaction, bifunctional catalysts, dehydrocyclization of paraffins, n-hexane, carbonation, synthetic naphtha.

## ЗНАЧЕНИЕ БИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В ПОЛУЧЕНИИ МОНОЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Аннотация

Продукты циклизации могут представлять собой 5- или 6-членные кольцевые соединения. Реакции, приводящие к образованию этих углеводородов, представляют собой реакции C<sub>5</sub> и C<sub>6</sub>-циклизации. Платиновые катализаторы дегидрирования парафинов представляют собой высокодисперсные многокомпонентные системы, включающие термостойкий оксидный носитель с развитой поверхностью. Концентрация платины и промоторов обычно составляет 1% по массе, не превышает. Наиболее распространенным носителем является  $\gamma$ -оксид алюминия. Ранее подобные платиновые катализаторы широко применялись в риформинге низкого давления. Можно объяснить, что высокая эффективность биметаллических алюминиево-платиновых катализаторов дегидрирования сохраняется даже при содержании кокса более 10 % от массы катализатора. При синтезе ароматических углеводородов на основе синтетической нефти доказано, что при использовании каталитических систем с катализатором Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> и катализатором AlNiMo+бентонит на первой стадии происходит превращение образцов в ароматические углеводороды. Совместное использование этих катализаторов показало высокий выход моноароматических углеводородов из смеси нефтяных углеводородов с высокой массовой долей н-гексана, н-гептана и н-октана, а также высокую селективность этого синтеза.

**Ключевые слова:** реакция циклизации, бифункциональные катализаторы, дегидроциклизация парафинов, н-гексан, карбонизация, синтетическая нефть.

## MONOSIKLIK AROMATIK UGLEVODORODLAR OLISHDA BIFUNKSIONAL KATALIZATORLARING AHAMIYATI

Annotatsiya

Siklizatsiya mahsulotlari 5 yoki 6 a'zoli halqali birikmalar bo'lishi mumkin. Ushbu uglevodorodlarning hosil bo'lishiga olib keladigan reaksiyalar C<sub>5</sub> va C<sub>6</sub>-siklizatsiya reaksiyalarini ifodalaydi. Parafinlarni degidirlash uchun platina katalizatorlari rivojlangan sirtga ega issiqlikka bardoshli oksid tashuvchi kiritilgan yuqori darajada dispers ko'p komponentli tizim hisoblanadi. Platina va promotorlarning konsentratsiyasi odatda 1 % mass. dan oshmaydi. Eng keng tarqalgan tashuvchisi  $\gamma$ -alyuminiy oksidir. Ilgari shunga o'xshash platina katalizatorlari past bosimli riforming jarayonida keng qo'llanilgan. Bimetall alyuminiy-platina degidirlash katalizatorlarining yuqori samaradorligini hatto katalizatorning og'irligi bo'yicha 10% dan ortiq koks bilan ham saqlanishini tushuntirishga imkon beradi. Sintetik nafta asosida aromatik uglevodorodlar sintezida katalitik tizimlar Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> katalizatori va AlNiMo+bentonit katalizatori bilan qo'llanilganda na'munalarning aromatik uglevodorodlarga birinchi bochiqchidayoq o'tishi isbotlandi. Ushbu katalizatorlardan birgalikda foydalani n- geksan, n- geptan, n-oktan massa ulushi yuqori bo'lgan nafta uglevodorodlar aralashmasidan monoaromatik uglevodorodlarni yuqori unum bilan hosil bo'lishi hamda ushbu sintez uchun yuqori selektivlikni namoyon etdi.

**Kalit so'zlar:** siklizatsiya reaksiyasi, bifunksional katalizatorlar, parafinlarni degidrotsiklizatsiyasi, n-geksan, karbonlanish, sintetik nafta.

**Kirish.** Tarmoqlanmagan uglevodorodlarni qimmatroq mahsulotlarga, birinchi navbatda aromatik C<sub>6</sub> va tsiklik C<sub>5</sub> uglevodorodlariga aylantirish imkonini beruvchi katalitik riforming sanoat jarayoni keng ko'lamli ravishda yo'lga qo'yildi.

Uglevodorodlarning asosan metall katalizatorlari bo'yicha sikllanishi haqida ma'lumotlar oksidli va bifunksional katalizatorlarda faqat tsiklik uglevodorodlar hosil bo'lishining umumiy tamoyillari muhokama qilinganda qo'llaniladi.

Ma'lumki, siklizatsiya mahsulotlari 5 yoki 6 a'zoli halqali birikmalar bo'lishi mumkin. Ushbu uglevodorodlarning hosil bo'lishiga olib keladigan reaksiyalar C<sub>5</sub>- va C<sub>6</sub>-siklizatsiya reaksiyalarini ifodalaydi. Ochiq zanjirli uglevodorodlardagi har qanday halqaning yopilishi ikkita vodorod atomining yo'qolishi hisobiga kuzatiladi [1].

Metallarda uglevodorodlarning katalitik sikllanishi jarayonida metallning tabiati va tizimda astoxiometrik komponentlarning mavjudligi muhim ahamiyatga ega. C<sub>6</sub> siklizatsiya reaksiyasida katalizatorning faolligi uning degidirlash xususiyatlariga bog'liq. C<sub>5</sub> siklizatsiyasining yuzaga kelish ehtimoli bevosita metall yuzasida atomlarning joylashishin o'ziga xos xususiyatlari bilan belgilanadi, chunki 5 a'zoli halqalarning yopilishi faqat platina, palladiy, iridiy va rodiyda kuzatiladi. Tizimda vodorod va uglerodning mavjudligi siklizatsiya reaksiyasining borishiga sezilarli ta'sir qiladi, chunki metall uglerod bilan kontaktida, vodorod tashilish reaksiyalarida faol markazlar bo'lib xizmat qiladigan sirt komplekslari hosil bo'ladi. Bunday tizimlar ishtirokida degidirlash, parafinlarni degidrotsiklizatsiyasi va siklizatsiyasi reaksiyalari amalga oshiriladi.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Parafinlarni degidirlash uchun platina katalizatorlari rivojlangan sirtga ega issiqlikka bardoshli oksid tashuvchi kiritilgan yuqori darajada dispers ko'p komponentli tizim hisoblanadi. Platina va promotorlarning konsentratsiyasi odatda 1 % mass. dan oshmaydi. Eng keng tarqalgan tashuvchisi  $\gamma$ -alyuminiy oksidir [1- 3]. Ilgari shunga o'xshash platina katalizatorlari past bosimli riforming jarayonida keng qo'llanilgan.

Taxminan 600 °C haroratda suv bug'i ishtirokida degidirlash jarayoni amalga oshirilganda, tashuvchi sifatida magniy [PO] yoki rux bo'lgan alyuminiy oksidi asosidagi juda barqaror shpinellar qo'llaniladi [2-4].

Kislotalikni so'ndirish uchun katalizatorga gidroksidi yoki gidroksidi tuproqli metallar kiritiladi va shuningdek, galogen (xlor) chiqariladi. Davriy jadvalning I - VI guruhlarining kichik guruhlarini elementlarini qo'shish birinchi navbatda platinani modifikatsiyalashga qaratilgan.

Tsiklizatsiyaning bifunksional katalizatorlari kislotali va degidirlash funksiyasi uning samaradorligi bilan xarakterlanadi. Pt tarkibli tizimlar eng yaxshi degidrosiklizatsiya katalizatorlari hisoblanadi. Tsiklizatsiya katalizatorining muhim parametri Pt zarrachalarining o'lchami bo'lib, u ko'p jihatdan yon reaksiyalarning paydo bo'lishini belgilaydi (asosan alkanlarning gidrogenolizi). Gidrogenoliz ulushini kamaytirish uchun kamroq faol metallga ega bo'lgan platina qotishmasi ishlatiladi. Faol metalning dispersiyasi yuqori bo'lgan katalizatorning afzalligi uning faolligining oshishi va faol markazlarning ishdan chiqishi darajasining pasayishi hisoblanadi.

0,6% Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> katalizatori ishtirokida n-geksanning konversiyasi kontakt vaqtining ta'sirini o'rganilgan. N-geksan konversiya qilish jarayoni 400-500 °C haroratda va 0,3-2 MPa bosimda amalga oshirildi. Reaksiya mahsulotlarining tarkibi xom ashyoning massaviy uzatish tezligini 10 dan 150 soat<sup>-1</sup> gacha o'zgartirish orqali olib borilgan [4].

Olimlar ilmiy izlanishlarida KL, KY, NaY, K-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> asosidagi Pt tarkibli namunalar ([Pt] = 1%) n-geksanning o'zgarishi o'rganilgan. Vodorod bilan qaytarilgan barcha namunalarni shaffof elektron mikroskopida tekshirish metall zarrachalarining o'lchamlari 10-20 Å oraliqida ekanligini ko'rsatdi. KL, KY va NaY zeolitlaridan iborat kislotali bo'lmagan tashuvchilarda 10 Å o'lchamdagi platina zarralari bir tekis taqsimlangan. Ushbu katalizatorlarda n-geksanning konversiyasi C<sub>6</sub> siklizatsiya bosqichi orqali benzol hosil bo'lishiga olib keldi. C<sub>1</sub> – C<sub>5</sub> alkanlari bo'ladigan gidrokreking reaksiyasi ham boradi. Turli platina katalizatorlarida olingan natijalar 1 - jadvalda keltirildi.

1-jadval

#### 420 °C haroratda Pt katalizatorlarida n-geksan siklizatsiya jarayonining ko'rsatkichlari

Katalizator	Pt/KL	Pt/KY	Pt/NaY	Pt/KAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pt/SiO <sub>2</sub>
Faollik	100	18	16	5	3
S benzol bo'yicha	0.57	0.32	0.32	0.25	0.18
TOF:					
-Benzol	1.44	0.141	0.155	0.051	0.032
-C <sub>5</sub> - siklizatsiya	0.70	0.21	0.27	0.12	0.084
TCI	1.8	3.1	1.5	1.7	1.0

bu yerda: Faollik – katalizatorning grammiga nisbatan nisbiy faollik (boshlang'ich Pt/KL katalizatorga nisbatan);

Benzol bo'yicha S – benzol olish uchun sarflangan n-geksanning reaksiyaga kirishgan n-geksan umumiy miqdoriga nisbati, %;

TOF – Pt atomining birlik yuzada daqiqagi olingan mahsulot molekulasi miqdori;

C<sub>5</sub> - siklizatsiyasi – metilsiklopentan, 2-metilpentan; 3-metilpentan yig'indisi;

TCI – "terminal kreking" indeksi, nol n-geksan konversiyasi uchun ekstrapolyatsiya qilingan C<sub>5</sub>/C<sub>4</sub> molyar nisbati.

Ilmiy tadqiqot ishlarida n-geksanning degidrosikllanishida ion almashinuvi va 1% Pt/SiO<sub>2</sub> tomonidan tayyorlangan 0,6% Pt/KL tizimining katalitik xususiyatlarini solishtirdi. Pt/KL katalizatori Pt/SiO<sub>2</sub> tizimiga nisbatan n-geksanni benzolga aylantirish jarayonida yuqori faollik va selektivlikni ko'rsatdi. Ushbu ishda platina zarrachalarining o'lchamlari to'g'risidagi ma'lumotlar berilmagan, ammo Pt/KL namunalar tarkibida platina ikki mintada - kanallarda va tashqi katalitik sirtidagi kanallardan tashqarida taqsimlangan deb taxmin qilinadi. Pt/SiO<sub>2</sub> katalizatori ishtirokida C<sub>5</sub> ga nisbatan ko'proq C<sub>4</sub> mahsulotlari, Pt/KL tizimi ishtirokida esa asosan C<sub>1</sub> va C<sub>5</sub> uglevodorodlar hosil bo'ladi, kam miqdorda esa C<sub>2</sub> – C<sub>4</sub> mahsulotlari olinishi aniqlangan.

Reaksiya sharoitida degidirlashning platina katalizatorlarini dezaktivatsiyalash asosiy sababi koksning cho'kishidir. Platinaning uglevodorod muhiti bilan kontakti metall sirtini va tashuvchi teshiklarini koks bilan to'sib qo'yishdan tashqari, uning kristallanishi yoki alyuminiy oksidi bilan shpinel hosil bo'lishi tufayli metall yuzasining pasayishiga olib keladi[5-10].

Karbonlanish natijasida n-geksanning gidrogenoliz, izomerizatsiyasi va degidrosikllanishi va siklogeksanning degidirlanishi o'zgaradi. Katalizatorning koks bilan zaharlanishining intensivligi faqat uning konsentratsiyasi bilan belgilanmaydi va koks hosil bo'lish shartlariga va katalitik reaksiyaning tabiatiga qarab sezilarli darajada farq qilishi mumkin. Koks zaharligining o'zgarishi sabablari quyidagilar bo'lishi mumkin: a) koks qatlamlari tuzilishidagi farqlar (xususan, koksning tartibli va tartibsiz qatlamlarining ta'siri sezilarli darajada farq qilishi mumkin; b) koks hosil bo'lish shartlari o'zgaranda metall va tashuvchi o'rtasida koks miqdoriy taqsimotining o'zgarishi; v) berilgan reaksiyani katalizlovchi metall markazlarining tanlab zaharlanishi (deyteri almashinuvi, degidirlanish, gidrogenoliz [7]).

Zamonaviy polimetall katalizatorlarning eng muhim xususiyati koks hosil bo'lish sharoitida ularning barqarorligini oshirishdir. O'xshash katalizatorlarning koksga chidamliligining sabablari kuchli kislota markazlarining promotorlari tomonidan zaharlanishi (qalay kiritilishi bilan), oraliq mahsulotlarning (reniy) koks moddalari to'yinganligi yoki uglerod qatlamlarini gidrirlanish natijasida koks cho'kish intensivligining pasayishi hisoblanadi.

Shu bilan birga, so'nggi yillarda rux, gallyi va germaniy kabi kichik guruhlar elementlari bilan promotorlangan degidirlash katalizatorlarida koksning umumiy konsentratsiyasini kamaytirmasdan, platina karbonizatsiyasining keskin cheklanishini ko'rsatadigan ma'lumotlar olindi va benzol xemosorbsiyasi [8] ning IQ spektroskopiyasi ma'lumotlariga ko'ra, reaktivlarning platinadagi adsorbsiyasining zaiflashishi bilan bog'liq bo'lgan bunday koks himoya ta'siri koksning faol metall yuzasidan tashqarida to'planishi natijasida mahsuldorlik kuzatiladi.

Reniy-oltingugurt tizimi koksni shunday himoya qiluvchi xususiyatlariga ega, bu reniy sulfidlarining yuqori barqarorligi bilan izohlanadi. Reniyni promotorlash ta'sirining platina katalizatorlarida oltingugurt mavjudligiga bog'liq.

Bimetall alyuminiy-platina degidirlash katalizatorlarining yuqori samaradorligini hatto katalizatorning og'irligi bo'yicha 10% dan ortiq koks bilan ham saqlanishini tushuntirishga imkon beradi.

Neftkimyo sanoatidan aromatik uglevodorodlar olishning asosiy manbalaridan biri neft fraksiyalidir. Ilmiy tadqiqot izlanishlari sintetik nafta asosida aromatik uglevodorodlar sintezini amalga oshirishdan iborat [9].

Sintetik nafta tarkibini asosan parafin uglevodorodlar tashkil etadi. Sintetik nafta tarkibidagi uglevodorodlar va ularning miqdoriy massa ulushi xromotografik tahlili 2-jadvalda keltirildi.

2-jadval

#### Sintetik nafta tarkibidagi uglevodorodlarning miqdoriy massa ulushi

Uglevodorod uglerod soni, n.	n-parfin mass.ulush, %	Izo-parafin mass.ulush, %	Olefin uglevodorodlar mass.ulush, %
3	0,0019	-	-
4	2,3921	0,0063	-
5	13,8227	2,2181	0,0089
6	15,3571	2,6081	-
7	15,3702	3,0958	-
8	14,4928	2,2922	-
9	9,2066	4,1002	0,7729
10	-	4,7743	-
11	0,5046	0,2751	-
12	0,9086	4,8976	-
13	0,5916	-	-
14	1,3344	0,2726	-



Xaromotografik tahlil natijalaridan ko'rishimiz mumkinki, sintetik nafta tarkibida n-pentan, n-geksan, n-geptan, n-oktan, n-nonan uglevodorodlari eng yuqori massaviy ulushni tashkil etadi [10].

Olib borilgan izlanishlarga ko'ra, n-pentandan n-oktangacha uglevodorodlar degidrosiklizatsiya jarayoni bir xil sharoit va katalizatorida amalga oshirilishi, sintetik nafta tarkibidan qaynash harorati farqi bilan ajratish olingan n-oktangacha bo'lgan uglevodorodlardan monosiklik aromatik uglevodorodlar olish natijalariga erishildi.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Birinchi (1) va ikkinchi (2) na'munalarni sikllash reaksiyalarini o'tkasish:

Birinchi namuna nafta 30ml, katalizator sifatida 5 gr  $Cr_2O_7$  hamda 15 gr AlNiMo+bentonit katanizatorlari olindi. Reaktorga oqim yo'nalishi bo'ylab birinchi  $Cr_2O_7$  keyin AlNiMo+bentonit solindi.

Tajriba qurilmasi termometr va manometr bilan jihozlangan reaktorda amalga oshirildi.

Bizning tadqiqotimiz shuni ko'rsatdiki, n-pentan haqiqatan ham o'zining barcha o'rganilgan gomologlari kabi sikllanmadi, n-geksan esa n-oktan kabi sikllanadi. Shunday qilib, 350 °C va fazoviy tezlik 0,2 soat<sup>-1</sup> bo'lganda, yangi tayyorlangan katalizatorida n-pentan o'zgarishsiz qoldi, n-geksan n-oktan esa 3,5-4,5% aromatik uglevodorodlarga aylandi.

**Tahlil va natijalar.** Olingan namunalar xromorografik tahlili orqali uglevodorod tarkibi namunalar asosida o'rganildi (3, 4-jadvallar).

1. O'zbekiston GTL naftasini (yuqorida ko'rsatilgan tarkibdagi) 200ml hajmda 50 sml deflegmator va suvli sovitgich bilan jihozlangan Vyurs kolbasiga solib, suvli vannada 80-90 °C qizdirildi. Deflegmator yuqori qismi 50-55 °C haroratda haydab olindi. Haydab olingan suyuqlik umumiy hajmga nisbatan 25%ni, ya'ni 50ml tashkil etdi.

2. Birinchi tajribadan qolgan naftani suvli vanna haroratini 100-105 °C ga oshirib, deflegmator yuqosi haroratni 70 °C da ikkinchi na'muna olindi. Haydab olingan suyuqlik umumiy hajmga nisbatan 40% ni, ya'ni 60 ml tashkil etdi.

3. Ikki xil haroratda haydab olingandan keyin kolbada qolgan qoldiq 80 ml ni tashkil etdi.

3-jadval

50-55 °C da haydab olingan namuna tarkibidagi uglevodorodlar miqdori (mass.ulush, %)

Uglevodorod uglerod soni, n.	n-parfin mass.ulush, %	Izo-parafin mass.ulush, %	Olefin uglevodorodlar mass.ulush, %
4	7.3024	0.0507	-
5	50.1284	8.3658	0.0231
6	22.2129	4.9980	-
7	2.9713	1.1049	-
8	0.3238	0.1190	-

Ikkinchi namuna 67-70 °C haydab olingan namunadagi uglevodorodlar miqdori

4-jadval.

67-70 °C da haydab olingan namuna tarkibidagi uglevodorodlar miqdori (mass.ulush, %)

Uglevodorod uglerod soni, n.	n-parfin mass.ulush, %	Izo-parafin mass.ulush, %	Olefin uglevodorodlar mass.ulush, %
4	3.4469	0.0240	-
5	45.3701	6.5498	0.029
6	31.8108	7.0306	-
7	3.4788	1.4187	-
8	0.3068	0.1305	-

Nafta tarkibida ajratib olingan (1) va (2) namunalar tarkibida n-C<sub>5</sub>-C<sub>8</sub> parafin uglevodorodlar miqdori ulushi ko'pligini ko'rsatdi. Aromatik uglevodorodlar sintezini, degidrosiklizatsiya tajribalarini amalga oshirishda shu ikki na'munadan foydalanildi.

**Xulosa.** Sintetik nafta na'munalari (1), (2)ning aromatik uglevodorodlarga aylanishi va sintezi uchun yangi katalitik tizimlar ishlab chiqilgan.  $Cr_2O_7$  katalizatori AlNiMo+bentonit katalizatori bilan qo'llanilganda na'munalarning aromatik uglevodorodlarga birinchi bochqichdayoq o'tishi isbotlandi. Ushbu katalizatorlardan birgalikda foydalani n-geksan, n-geptan, n-oktan massa ulushi yuqori bo'lgan nafta uglevodorodlar aralashmasidan monoaromatik uglevodorodlarni yuqori unum bilan hosil bo'lishi hamda ushbu sintez uchun yuqori selektivlikni namoyon etdi.

#### ADABIYOTLAR

1. Паал З., Чичери Ж. Каталитические реакции циклизации углеводородов, М.: Мир, 1988-265. с.
2. Серебряков Б. Р., Пласкунов Т. К., Аншелес В. Р., Далин М. А. Высшие олефины. Производство и применение/Под ред. М. А. Далина. Л.: Химия, 1984. 264 с.
3. Бурсиан Н. Р., Коган С. Б., Трувер В. Ш., Борущий П. Н. Платиновые промотированные катализаторы в процессах изомеризации и дегидрирования парафиновых углеводородов. М.: ЦНИИТЭНефтехим, 1981. 50 с.
4. Пат. 4191846 США//РЖХим. 1980. 22П231.
5. Tauster S.J., Steger J.J. // J. Catal. 1990. V. 125. P. 387.
6. Somorjai G. A. Chemistry in Two Dimensions. Ithaca - L.: Cornell Univ. Press, 1981. 515 p.
7. Bursian N. R., Zharkov B. B., Kogan S. B. Intern. Congress Catal. Frankfurt am Main: DEHEMA, 1984. V. 2. P. 481.
8. Gulnora Djuraeva, Javoxir Toshqobilov. Research of the process of aromatization of paraffin fractions from synthetic oil. Samarkand. 313/4 01.05. 2024.
9. Gulnora Djuraeva, Javoxir Toshqobilov. Sintetik nafta asosidagi aromatic uglevodorodlar sintezida katalizatorlar selektivligi. Toshkent 633/197 11.10.2024.
10. Javoxir Toshqobilov, Gulnora Djuraeva. Parafin uglevodorodlarning tanlangan katalizator asosida sikllanish xususiyatlari. Buxoro. 865/315 16.10.2024.



UDK: 543. 422:545. 82:546. 47

**Nurmuxammad TURABOV**,  
*O'zbekiston Milliy universiteti professori, k.f.n*  
**Jamoliddin TODJIYEV**,  
*O'zbekiston Milliy universiteti dotsenti, PhD*  
**Soxiba YODGOROVA**,  
*O'zbekiston Milliy universiteti magistranti*  
**Bexruz TULIYEV**,  
*O'zbekiston Milliy universiteti stajyor-o'qituvchisi*  
E-mail: [todjiyev88@mail.ru](mailto:todjiyev88@mail.ru)

Professor Z.Smanova taqrizi asosida

### RUX(II) IONINI MAGNEZON XC BILAN KOMPLEKS HOSIL QILISH REAKSIYASINING OPTIMAL SHAROITLARINI ANIQLASH

Аннотация

Rux(II) ionining 2-naftol-(1-azo-2)-4-xlorfenol-6'-sulfanat natriyli tuzi (Magnezon XC) bilan rangli kompleksining hosil bo'lish reaksiyalari o'tkazildi va optimal sharoitlari aniqlandi.

**Kalit so'zlar:** 2-naftol-(1-azo-2)-4-xlorfenol-6'-sulfanat natriyli tuzi (Magnezon XC), rux(II) ion, optimal sharoitlar, Buger-Lambert-Ber qonuni.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ РЕАКЦИИ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ ИОНОВ ЦИНКА (II) С МАГНЕЗОН XC

Аннотация

Проведены реакции образования цветного комплекса иона цинка(II) с динатриевой солью Натриевая соль 2-нафтол-(1-азо-2)-4-хлорфенол-6'-сульфата и определены оптимальные условия.

**Ключевые слова:** динатриевая соль 2-нафтол-(1-азо-2)-4-хлорфенол-6'-сульфат, ион цинка(II), оптимальные условия, закон Бугера-Ламберта-Бера.

### DETERMINATION OF THE OPTIMUM CONDITIONS FOR THE REACTION OF COMPLEX FORMATION OF ZINC (II) IONS WITH MAGNEZON XC

Annotation

The reactions of formation of a colored complex of the zinc (II) ion with of sodium salt 2-naphthol-(1-azo-2)-4-chlorophenol-6'-sulfanate were carried out and the optimal conditions were determined.

**Key words:** sodium salt 2-naphthol-(1-azo-2)-4-chlorophenol-6'-sulfanate, optimal conditions, zinc(II) ions, Bouguer-Lambert-Beer law.

**Kirish.** Ma'lumki, spektrofotometrik aniqlash usulida xromogen reagentlar yordamida oraliq metallar, jumladan og'ir va zaharli metall [1-2] ionlarini aniqlash qadim zamonlardan beri tasdiqlangan va asosiy analitik usul hisoblanadi. Ushbu usulning afzalliklari uning sezgirligi, selektivligi va eng muhimi amaradorligidir. Analitik kimyo fani qulay aniqlash usullarni izlashda jadal rivojlandi, ammo spektrofotometrik usullar o'z o'rini yo'qotmadi, chunki bu usullar soddalikni aniqlik bilan birlashtiradi va shuning uchun bugungi kunda ham dolzarbdir.

**Ishdan maqsad.** 2-naftol-(1-azo-2)-4-xlorfenol-6'-sulfonat natriyli tuzi (Magnezon XC) yordamida rux(II) ionlarini [3] kompleks hosil qilish reaksiyalarini optimal sharoitlarini aniqlash, aniqligi, sezgirligi hamda tanlab ta'sir etuvchanligi yuqori bo'lgan analitik aniqlash uslubini ishlab chiqishdan iborat.

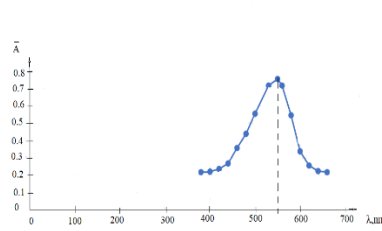
**Tajriba qismi:** Ushbu ilmiy ishda hozirgi davr talablariga javob beradigan analitik reagentlardan [4] biri **Magnezon XC** ning turli fizik-kimyoviy tavsiflarini hamda ba'zi og'ir va zaharli metallar bilan kompleks hosil qilish jarayonlarini o'rganish va ular asosida ba'zi metallarning mikromiqdorlarini aniqlash uslublarini ishlab chiqish, fizik-kimyoviy tavsiflarini aniqlash, sanoat qotishmalarining standart namunalari va tabiiy ob'yektlar tarkibidan aniqlash nazariy va amaliy jihatdan muhim ahamiyat kasb etadi.

Analiz jarayonida rux(II) ionini 1,0 mg/ml li standart eritmasi, 0,05% li **Magnezon XC** reagenti va bufer eritmalaridan foydalanildi. Ushbu ilmiy tadqiqot ishda **Magnezon XC** reagentidan 0,05 gr tortib olib, 100 ml li o'lchov kolbasiga solindi va belgisigacha distillangan suvda eritildi. Buning uchun  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  (a.u.t.) markali tuzidan foydalanildi. Tuzning hisoblangan miqdorini (0,4393 gr) ni analitik tarozuda tortib olib 100 ml li o'lchov kolbasiga solindi. Uni distillangan suvda eritib 1mg/ml li 100 ml li standart eritmasi tayyorlandi. Ishchi eritmalar esa har bir ish oldidan 1mg/ml standart eritmasidan alikvot qism olib suyultirib tayyorlandi. Turli pH dagi bufer eritmalarini tayyorlash uchun "Analitik kimyo ma'lumotnomasi" dan [5] foydalanildi. Tajriba natijalari konsensiyasion fotokolorimetr (KFK-3) va pH metrdagi (pH/ISE Metter, Model 730P) o'lchandi.

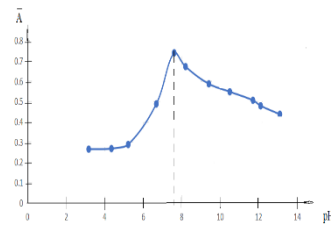
**Rux(II) ionining Magnezon XC reagenti bilan kompleks birikmasining optimal nur filtrini tanlash.** Ma'lumki har bir modda, tabiatiga ko'ra ma'lum to'liq uzunligidagi nurni yutadi. Shuni e'tiborga olgan holda rux(II) ning **Magnezon XC** bilan kompleksining eng yuqori nur yutish sohasi quyidagi uslub bilan aniqlandi. 25 ml li o'lchov kolbasiga pH=7,61 ga teng bo'lgan universal bufer eritmadan 5,0 ml, 0,05% li **Magnezon XC** eritmasidan 1,0 ml, 100 mkg/ml li Zn (II) eritmasidan 1,0 ml solib, kolbaning belgisigacha distillangan suv bilan to'ldirildi. Hosil bo'lgan kompleks birikmaning optik zichligi KFK-3, nur yutish qalinligi  $\ell=3,0$  sm da har xil nur filtrlarida o'lchandi. Solishtirma eritma sifatida erkin eritma (rux (II) ionidan boshqa hamma komponentlar mavjud bo'lgan eritma) dan foydalanildi. O'lchash natijalari 1-rasmda keltirildi. Olingan natijalardan ko'rinib turibdiki, rux(II) ning **Magnezon XC** reagent bilan kompleks birikmasi  $\lambda_{max}=550$  nm da yuqori optik zichlikni namoyon qildi.

**Rux(II) ionining Magnezon XC reagenti bilan kompleks birikmasi optik zichligining eritma muhiti(pH) ga bog'liqligi.** Reaksiyani amalga oshirishning muhim shartlaridan biri, uning muhiti ekanligini hisobga olib rux (II) ionining **Magnezon XC** bilan bergan kompleks birikmasi uchun optimal sharoit tanlashda pH ko'rsatkichlari har xil bo'lgan universal bufer eritmalar yordamida aniqlandi [6-7].

Aniqlash uslubini: Buning uchun 25 mlli o'lchov kolbasiga 5,0 ml pH ko'rsatkichi 3,17 dan - 13,1 gacha bo'lgan universal bufer eritmasidan, 0,05% li Magnezon XC reagenti eritmasidan 1,0 ml, 100 mkg/ml li Zn (II) ion eritmasidan 1,0 ml solib kolba belgisigacha distillangan suv qo'shib suyultirildi. Kompleks birikma eritmalarining optik zichliklari KFK-3 da,  $\lambda_{max}=550$  nm da va qalinligi  $\ell=3,0$  sm li kyuvetada o'lchandi. Aniqlash natijalari 2-rasmda keltirildi. 2-rasm natijalaridan ko'rinib turibdiki, kompleks birikmaning eng yuqori optik zichligi pH=7,89-8,65 gacha oraliqda kuzatildi va optimal muhit pH=7,61 tanlandi, chunki shu pH da optik zichlik maksimal qiymatga ega bo'ldi.



1-rasm. Zn(II) kompleksi optik zichligining nur filtriga bog'liqligi



2-rasm. Kompleks birikma optik zichligining pH ga bog'liqligi

Kompleks birikma optik zichligining bufer eritma tarkibiga bog'liqligini aniqlash uchun asosiy reaksiya ( $Zn^{2+}$ :Magnezon XC) komponentlariga pH=7,61 bo'lgan universal, boratli va glitsinli bufer eritmalar tayyorlandi.

Aniqlash uslub: Fotometrik eritmalar tayyorlash uchun yuqorida ko'rsatilganidek, 25 ml li o'lchov kolbalariga pH=7,61 bo'lgan har xil bufer eritmalaridan 5,0 ml dan, 0,05% li **Magnezon XC** ning suvli eritmasidan 1,0ml, 100 mkg/ml li Zn (II) ioni eritmasidan 1,0 ml solib, kolbaning belgisigacha distillangan suv bilan suyultirildi. Optik zichliklari solishtirma eritmaga nisbatan o'lchandi. Olingan natijalar 1-jadvalda keltirildi.

1-jadval

Optik zichlikning bufer eritma tarkibiga bog'liqligi (KFK-3, l=3,0 sm, n=3)

Bufer eritma nomi	Bufer eritmaning tarkibi	pH	$\bar{A}_{opt}$
Universal	( $H_2PO_4^- + CH_3COOH + H_3BO_3 + NaOH$ )	7,61	0,753
Boratli	( $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ )	7,61	0,314
Atsetatli	( $CH_3COOH + CH_3COONa$ )	7,61	0,337
Na va K-fasfatli	( $KH_2PO_4 \cdot Na_2HPO_4$ )	7,61	0,453

Natijalardan ko'rinib turibdiki, universal bufer eritma yordamida kompleks birikma hosil qilinganda maksimal optik zichlik kuzatildi. Keyingi tadqiqot ishlarida pH=7,61 bo'lgan universal bufer eritmadan foydalanildi.

**Kompleksning vaqtga nisbatan barqarorligi.** Kompleksning barqarorligini aniqlash uchun, eritmaning optik zichligini vaqtga nisbatan barqarorligi o'rganildi. **Aniqlash uslub:** 25 ml li o'lchov kolbasiga 100 mkg/ml li rux(II) eritmasidan 1,0 ml, 0,05% li **Magnezon XC** reagentidan 1,0 ml va 5,0 ml (pH=7,61) universal bufer eritmadan solinib, kolbani belgisigacha distillangan suv bilan to'ldirildi. Hosil bo'lgan kompleks birikma optik zichligi ma'lum vaqtlar oralig'ida solishtirma eritmaga nisbatan o'lchandi. Olingan natijalar 2-jadvalda keltirildi. Tajriba natijalari shuni ko'rsatadiki, kompleks birikmaning optik zichlik qiymati 160 minutgacha barqarordir va keyinchalik biroz pasayishi kuzatildi. Bu vaqt oralig'ida analizni bajarish uchun yetarli ekanligini xulosa qilish mumkin.

**Kompleks birikma tarkibiy komponentlarining quyilish tartibini o'rganish.** Reaksiyaning unumi komponentlar quyilish tartibiga ham bog'liqligini e'tiborga olgan holda eritmalarini yuqorida ko'rsatilgan usul bilan tayyorlandi va komponentlarning quyilish tartibini o'zgartirib, 9 xil quyilish ketma-ketligida bir nechta tajribalar o'tkazildi. Olingan natijalardan xulosa qilish mumkinki, olib borilgan tajribalarning 8 quyilish tartibida yuqori optik zichlik kuzatildi va keyingi tadqiqot ishlarida 8-quyilish tartibi tanlandi (2-jadval).

2-jadval

Kompleks birikma optik zichligining vaqtga nisbatan barqarorligi va komponentlarning quyilish tartibini o'rganish natijalari ( $C_{Zn^{2+}}=100,0$  mkg/ml,  $C_{HR}=0,05\%$ , pH=7,61,  $l=3,0$  sm,  $\lambda_{max}=550$  nm, n=3)

№	$t_{min}$	$\bar{A}$	$t_{min}$	$\bar{A}$	№	Quyilish tartibi	$\bar{A}$ o'rt
1	1	0,715	80	0,715	1	Bufer-reagent-rux-dist.suv	0,708
2	5	0,715	90	0,715	2	Bufer-reagent-dist.suv-rux	0,698
3	10	0,715	100	0,715	3	Dist.suv-rux-bufer-reagent	0,683
4	20	0,715	110	0,715	4	Reagent-bufer-rux-dist.suv	0,694
5	30	0,715	120	0,715	5	Reagent-rux-bufer-dist.suv	0,699
6	40	0,715	130	0,715	6	Rux-reagent-bufer-dist.suv	0,648
7	50	0,715	140	0,715	7	Rux-dist.suv-bufer-reagent	0,687
8	60	0,715	160	0,715	8	<b>Rux-bufer-reagent-dist.suv</b>	<b>0,725</b>
9	70	0,715	180	0,711	9	Dist.suv-bufer-rux-reagent	0,705

**Kompleks birikma optik zichligining qo'shilayotgan reagent miqdoriga bog'liqligi.** Amaliy tadqiqotlarda metallni kompleksga to'la bog'lanishi uchun reagentning ortiqcha miqdori olinadi. Shu maqsadda kompleks birikma optik zichligining qo'shilgan reagent miqdoriga bog'liqligini o'rganish uchun 25,0 ml li o'lchov kolbalarida fotometrik eritmalar tayyorlandi [6-7].

**Aniqlash uslub:** 25,0 ml li o'lchov kolbalariga 100,0 mkg/ml li Zn (II) ioni eritmasidan 1,0 ml, 5 ml pH=7,61 bo'lgan universal bufer eritma va o'zgaruvchan miqdordagi 0,1-1,8 ml gacha 0,05% li Magnezon XC suvli eritmasi hamda kolbaning belgisigacha distillangan suv solib suyultirildi. Kompleks birikma optik zichligi KFK-3 da, kyuveta qalinligi  $l=3,0$  sm da solishtirma eritmaga nisbatan o'lchandi. Olingan natijalar 3-jadval va 3-rasmda keltirildi.

3-jadval

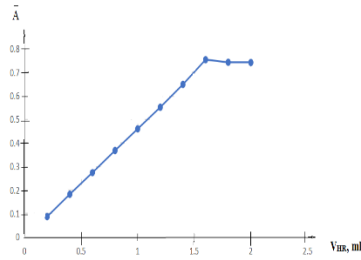
Kompleks birikma optik zichligining qo'shilgan reagent miqdoriga bog'liqligi ( $C_{Zn^{2+}}=100,0$  mkg/ml, pH=7,61, KFK-3,  $l=3,0$  sm,  $\lambda_{max}=550$  nm, n=3)

$V_{HR}$ , ml	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8
$\bar{A}$	0,086	0,181	0,273	0,367	0,459	0,551	0,648	0,753	0,742

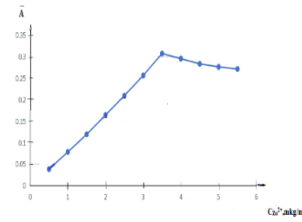
3-jadval va 3-rasm natijalardan ko'rinib turibdiki, 100,0 mkg/ml Zn (II) ionini kompleksga to'la bog'lash uchun 1,6 ml 0,05 % li reagent eritmasi yetarli ekan. Keyingi tadqiqot ishlarida 1,6 ml reagentning 0,05% li eritmasidan foydalanildi.

**Kompleks birikma optik zichligining element miqdoriga bog'liqligi (Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysinishi).** Rux (II) ionining Magnezon XC bilan bergan kompleksi eritmasining Ber qonuniga bo'ysinishi tanlangan optimal sharoitlarda o'rganildi [6].

**Aniqlash uslub:** 25,0 ml li o'lchov kolbalariga Zn (II) ning 100,0 mkg/ml li eritmasining o'zgaruvchan miqdorlarida, pH=7,61 bo'lgan universal bufer eritmasidan 5 ml, 1,6 ml 0,05% li 2-naftol-(1-azo-2)-4-xlorfenol-6'-sulfonat natriyli tuzi eritmasidan va kolbaning belgisigacha distillangan suv solib suyultirildi. Eritmalarni aralastirib optik zichliklari ( $\lambda_{max}=550$  nm,  $l=3,0$  sm) solishtirma eritmaga nisbatan o'lchandi. Olingan natijalar 4-rasmda keltirildi va Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysinish sohasi 25,0 ml eritmada 5,0-35,0 mkg gacha bo'lgan oraliqda kuzatildi. Undan yuqori konsentratsiyada to'g'ri chiziqli bog'lanishdan chetlanish ro'y berdi [7].



3-rasm. Optik zichlikning qo'shilgan reagent miqdoriga bog'liqligi



4-rasm. Optik zichlikning Zn<sup>2+</sup> miqdoriga bog'liqligi

**Rux (II) ionining Magnezon XC reagenti bilan hosil qilgan kompleksining spektral tavsifi:** Rux (II) ionining 2-naftol-(1-azo-2)-4-xlorfenol-6'-sulfonat natriyli tuzi bilan hosil qilgan kompleksni tanlangan optimal sharoitda yutulish spektrlari olindi.

**Aniqlash uslub:** 25,0 ml li o'lchov kolbalasiga rux (II) ning 35,0 mg/ml li eritmasidan 1 ml, pH=7,61 bo'lgan universal bufer eritmasidan 5 ml, 0,05% li 5 Magnezon XC ning eritmasidan 1,6 ml va kolbaning belgisigacha distillangan suv solib suyultirildi. Hosil qilingan kompleks birikma yutulish spektri solishtirma eritmaga nisbatan nur yutish qalinligi  $\ell=3,0$  sm bo'lgan kvarts kyuvetada, konsentratsion fotokolorometr "KFK-3" $\lambda_{\max}=550$  nm da o'lchandi. Reagentning yutulish spektrlari esa distillangan suvga nisbatan o'lchandi. Olingan natijalar 4-jadvalda keltirildi. Rasmda keltirilgan yutulish spektri bo'yicha Magnezon XC reagentini maksimal nur yutish sohasi  $\lambda=585$  nm da joylashgan, mis kompleksining maksimal nur yutish sohasi  $\lambda=550$  nm da kuzatildi.

4-jadval

2-naftol-(1-azo-2)-4-xlorfenol-6'-sulfonat natriy (HR) reagenti va uning rux (ZnR) bilan kompleksining spektral tavsifi ( $C_{Zn^{2+}}=35$  mg/ml,  $\ell=3,0$  sm,  $\lambda_{\max}=550$  nm, pH=7,61, n=3)

Kompleks rangi	pH	Maksimal $\lambda$ , nm		$\Delta\lambda$ , nm	$C_{Zn^{2+}}$ , mg/ml	$C_{Zn^{2+}}$ , mol/l	$\bar{A}$	Sendel bo'yicha sezgirliigi, mg/sm <sup>2</sup>
		MR	HR					
Qizil binafsha	7,61	550	585	35	35,0	$3,06 \cdot 10^{-4}$	0,753	0,0026

Metodning Sendel bo'yicha sezgirliigi quyidagi formula bilan hisoblandi:

$$S_{s.b.s} = \frac{Q \cdot \ell \cdot 0.001}{A \cdot 25} = \frac{50 \cdot 1 \cdot 0.001}{0.753 \cdot 25} = 0,0026 \text{ mg/sm}^2$$

Sendel bo'yicha sezgirliigi 0,0026mg/sm<sup>2</sup> ga teng ekanligi aniqlandi.

Olingan natijalardan ko'rinib turibdiki, reaksiyaning kontrastligi  $\lambda=35$  nm va Sendel bo'yichasezgirli  $S_{s.b.s}=0,0026$  mg/sm<sup>2</sup> tengligi yuqori sezgirlikga ega ekanligini bildiradi.

**Rux (II) ionining Magnezon XC reagenti bilan bergan kompleksining tarkibiy mollar nisbatini aniqlash:**

Rux (II) ionining Magnezon XC bilan hosil qilgan kompleksida komponentlarning mollar nisbatlari izomolyar seriyalar va Asmusning to'g'ri chiziqlar usullari bilan aniqlandi [6-7] ( $C_{Zn^{2+}}=35$  mg/ml).

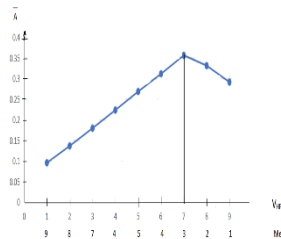
**Kompleks birikma tarkibini Izomolyar seriyalar usuli yordamida aniqlash**

Rux (II) ionining Magnezon XC bilan hosil qilgan kompleksidagi mollar nisbatini izomolyar seriyalar usuli yordamida aniqlash uchun mis(II) ioni va reagentning teng konsentratsiyali eritmaları ishlatildi ( $C_{Zn^{2+}}=C_{HR}=7,648 \cdot 10^{-4}$ M).

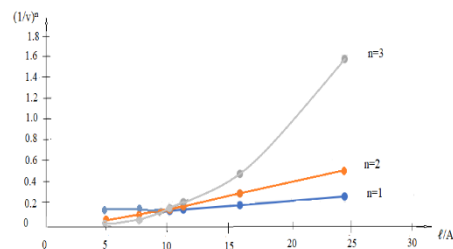
**Aniqlash uslub:** 25,0 ml li o'lchov kolbalarida qator eritmalar tayyorlandi. Buning uchun rux(II) ionining o'zgaruvchan miqdordagi eritmaları (9,0-1,0 ml gacha) dan har biriga pH=7,61 bo'lgan universal bufer eritmasidan 5,0 ml dan va ustiga o'zgaruvchan miqdordagi 0,05% li Magnezon XC reagenti eritmasi (1,0 ml-9,0 ml gacha) dan qo'shib kolba belgisigacha distillangan suv bilan suyultirildi va aralashtirildi. Tayyorlangan eritmaların optik zichligi KFK-3 da  $\lambda_{\max}=550$  nm, nur yutulish qalinligi  $\ell=3,0$  sm bo'lgan kyuvetalarda solishtirma eritmaga nisbatan o'lchandi. Olingan natijalar 5-rasmda keltirildi. Tadqiqot natijalarida Izomolyar seriyalar metodi bilan hosil qilgan kompleksining tarkibi Zn<sup>2+</sup>:HR=1:2 mollar nisbatiga to'g'ri keldi.

**Kompleks tarkibini Asmusning to'g'ri chiziqlar usuli yordamida aniqlash.** O'zaro ta'sir etuvchi komponentlarning stexiometrik nisbatlarini grafik usulda aniqlash uchun  $(1/V)^n/A$  bog'liqlik grafigi tuzildi. Bu bog'liqlik faqat n ning qiymati haqiqiy qiymat uchun to'g'ri chiziqni ifodalaydi [6-7].

**Aniqlash uslub:** 25,0 ml li o'lchov kolbalariga 35,0 mg/ml li Zn (II) ning eritmasidan 1,0 ml, 5 ml pH=7,61 bo'lgan universal bufer eritma, o'zgaruvchan miqdorda 0,05% li Magnezon XC eritmasidan (0,2-1,6 ml gacha) va belgisigacha distillangan suv bilan suyultirilib aralashtirildi. Tayyorlangan fotometrik eritmaların optik zichliklari KFK-3 da  $\lambda_{\max}=550$  nm, nur yutish qalinligi  $\ell=3,0$  sm bo'lgan kyuvetalarda solishtirma eritmaga nisbatan o'lchandi. Olingan natijalar 6-rasmda keltirildi.



5-rasm. Izomolyar seriyalar metodi yordamida aniqlash grafigi



6-rasm. Asmusning to'g'ri chiziqlar usuli yordamida aniqlash grafigi

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, to'g'ri chiziq 1:2 mollar nisbatiga to'g'ri keldi. Demak, izomolyar seriyalar metodi ham, Asmusning to'g'ri chiziqlar metodi ham bir-birini tasdiqladi va tarkib Zn:R=1:2 nisbatda ekanligini ko'rsatdi.

**Xulosa.** Rux (II) ionining Magnezon XC reagenti bilan rangli kompleks birikmasining optimal sharoitlari: reagent va uning rux(II) ioni bilan hosil qilgan kompleksning yutulish spektrlari ( $\lambda_{\max}(\text{HR})=585$  nm,  $\lambda_{\max}(\text{ZnR})=550$  nm), kompleksning tarkibiy mollar nisbati izomolyar seriyalar va Asmusning to'g'ri chiziqlar usullari (Zn:R=1:2) bilan va Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysunishi sohasi 5,0-35,0 mg/25ml ga ekanligi aniqlanib spektrofotometrik uslub tavsiya etildi.

## ADABIYOTLAR

1. Maha. J. Jabbar Fatima A. Wannas Separation and spectrofotometric determination of zinc ion (II) using a cloud point extraction technique after complexity with a organic reagent and its application to different model //hivv Nursing-2022. - №2. - P.267-2739.
2. Турабов Н. Т., Тошов А. А., Тоджиев Ж. Н. изучение реакции комплексообразования цинка с 2, 7-динитрозо-1, 8-диоксинафталин-3, 6-дисульфокислотой для аналитического применения//Universum: химия и биология. – 2021. – №. 12-1 (90). – С. 53-57.
3. Khaled Muftah Elsherif1, Qamar Hadidan2, Khawla Alkariwi . Spectrophotometric Determination of Zn(II) and Cu(II) in Analytical Samples Using Murexide Reagent//New Journal of Chemistry.-2022.-P.122.
4. Саввин С.Б., Штыков С.Н., Михайлова А.В. Органические реагенты в спектрофотометрических методах анализа // Успехи химии. –2006. –Т. 75. –№ 4. –С. 380-389.
5. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, –1989. - 448 с.
6. Калинин И.П., Булатов М.И. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа //М.: Книга по Требованию, 5-ое изд. –2013. –432 с.
7. Тоджиев Ж.Н. Разработка спектрофотометрических методов определе-ния ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) новым азореагентом на основе пиридина//Дисс. доктора философии(PhD) хим. наук. Ташкент, –2019. –120 с.





UDK: 543.432:545.82:546.562

**Jasur TURSUNQULOV,**  
Alfraganus universiteti dotsent v.b., PhD  
E-mail: jasur.dell@mail.ru  
**Nigora QUTLIMUROTOVA,**  
O'zbekiston Milliy universiteti professori, DSc

ChDPU dotsenti, PhD M.Jo'rayev taqrizi asosida

### SKANDIY IONINI 1-(2-GIDROKSI-1-NAFTOAZO)-2-NAFTOL-4-SULFOKISLOTA BILAN ELEKTROKIMYOVIY ANIQLASHGA FON ELEKTROLITLAR TA'SIRI

Аннотация

Skandiy ioni elektrotexnikaning rivojlanishida muhim o'rin tutadi, shuning uchun uni aniqlash va ajratib olish usullarini ishlab chiqish dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Uni aniqlashda 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislotasini qo'llagan holda turli fon elektrolitlarning ta'sirini o'rganish maqsadida ilmiy tadqiqot ishi olib borildi. Fon elektrolitlar 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislotasini tarkibida gidroksil va azo guruh bilan skandiy ioni kompleks hosil qilish imkoniyatini yaratadi va skandiy ionining mikromiqdorlarini aniqlashga yordam beradi. Skandiy ionini 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislotasini bilan kompleks hosil qilishi diffuziya koeffitsiyentining  $3,7 \cdot 10^{-2}$  ga oshishi va qarshilikning  $1 \cdot 10^{-5}$  ga pasayishi bilan isbotlandi.

**Kalit so'zlar:** 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislota, fon elektrolit, xronoamperometriya, tafel, impedans spektroskopiyasi.

### ВЛИЯНИЕ ФОНОВЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНА СКАНДИЯ С 1-(2-ГИДРОКСИ-1-НАФТАЗО)-2-НАФТОЛ-4-СУЛЬФОКИСЛОТАМ

Аннотация

Ион скандия занимает важное место в развитии электротехники, поэтому разработка методов его обнаружения и выделения является одной из актуальных задач. Для ее определения были проведены научные исследования по изучению влияния различных фоновых электролитов с использованием 1-(2-гидрокси-1-нафтоазо)-2-нафтол-4-сульфокислоты. Фоновый электролит создает возможность образования комплекса ионов скандия с 1-(2-гидрокси-1-нафтоазо)-2-нафтол-4-сульфокислотой с гидроксильной и азогруппой и помогает определять следовые количества ионов скандия. Образование комплекса иона скандия с 1-(2-гидрокси-1-нафтоазо)-2-нафтол-4-сульфокислотой доказано увеличением коэффициента диффузии на  $3,7 \cdot 10^{-2}$  и снижением сопротивления на  $1 \cdot 10^{-5}$ .

**Ключевые слова:** 1-(2-гидрокси-1-нафтоазо)-2-нафтол-4-сульфокислота, фоновый электролит, хроноамперометрия, Тафел, импедансная спектроскопия.

### INFLUENCE OF BACKGROUND ELECTROLYTES ON ELECTROCHEMICAL DETERMINATION OF SCANDIUM ION WITH 1-(2-HYDROXY-1-NAPHTHAZO)-2-NAPHTHOL-4-SULFONIC ACIDS

Annotation

Scandium ion plays an important role in the development of electrical engineering, so the development of methods for its detection and isolation is one of the urgent tasks. To determine it, scientific studies were conducted to study the effect of various background electrolytes using 1-(2-hydroxy-1-naphthoazo)-2-naphthol-4-sulfonic acid. The background electrolyte creates the possibility of forming a complex of scandium ions with 1-(2-hydroxy-1-naphthoazo)-2-naphthol-4-sulfonic acid with a hydroxyl and azo group and helps to determine trace amounts of scandium ions. The formation of a complex of scandium ion with 1-(2-hydroxy-1-naphthoazo)-2-naphthol-4-sulfonic acid is proven by an increase in the diffusion coefficient by  $3.7 \cdot 10^{-2}$  and a decrease in resistance by  $1 \cdot 10^{-5}$ . Key words: 1-(2-hydroxy-1-naphthoazo)-2-naphthol-4-sulfonic acid, background electrolyte, chronoamperometry, Tafel, impedance spectroscopy.

**Key words:** 1-(2-hydroxy-1-naphthoazo)-2-naphthol-4-sulfonic acid, background electrolyte, chronoamperometry, Tafel, impedance spectroscopy.

**Kirish.** Skandiy metali tabiatda kam tarqalgan bo'lib, minerallar va texnologik obyektlar tarkibida yondosh metall sifatida uchraydi. Skandiy minerallar va texnologik obyektlar tarkibiga ion radiusi bir-biriga yaqin bo'lgan siyrak – yer elementlari bilan birlashgan uchrashuvi tufayli, uni ajratish va aniqlashda bir necha qiyinchiliklarga olib keladi. Shunga qaramasdan elektrotexnikaning rivojlanishi, hamda korroziyabardosh, issiqlikka chiqadli materiallarga bo'lgan talabning oshishini uni ajratishni taqozo etadi. Shuning uchun uni yuqori sezuvchanlik, aniqlik va aniqlangan konsentratsiyalarning keng diapazoni bilan aniqlashning yangi tahliliy usullarini ishlab chiqish va mavjud tahlil usullarini takomillashtirish muayyan qiziqish uyg'otadi.

Skandiy ni aniqlash uchun turli ekstraktorlar va erituvchilar bilan ekstraksiya [1-2] qo'llaniladi. Kislota bilan to'yingan eritma qatroni [7], neytrallangan boksit qoldig'i (NBR) [4],  $MgSO_4$  [5], konsentrlangan sulfat kislota, 200-400 °C da pechda pishirilgan [6], iminofenol 3,5-but-2-HOC<sub>6</sub>H<sub>2</sub>CH=N<sub>X</sub> (X=8-C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>N, 2-MeO-5-MeC<sub>6</sub>H<sub>3</sub> va 2-PhOC<sub>6</sub>H<sub>4</sub> ning toluoldagi eritmasi [7], 1-alkilkarboksiklo-3-metilimidazolium-bis(triflorometansulfonil)imidok kislota ( $[(CH_2)_nCOOHmin][Tf_2N]$ ) (n = 3,5,7) va 1-alkil-3-metilimidazolium bis(triflorometansulfonil)imid ( $[(trifluorometansulfonil)imid][Tf_2N]$ ) (n = 4,6,8,10) [8] usulini ishlab chiqarish chiqqan.

Shundan kelib chiqib yuqori sezuvchan, aniq va kam miqdordagi konsentratsiyalarni aniqlash texnikani ishlab chiqish kerak. Bundan tashqari, bu usullar texnik va uslubiy jihatdan sodda, zamonaviy, bajarilishi nisbatan tez va tahlil qilish uchun arzon bo'lishi kerak.

**Materiallar va kimyoviy moddalar.** Skandiy ionlarining  $1 \cdot 10^{-3}$  M standart eritmasini tayyorlash uchun 0,30297 g  $Sc(NO_3)_3 \cdot 4H_2O$  tuzi (k.t. 99,9%, OCHV kompaniyasi) olindi va 100 ml li kolbada eritildi.

1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislota Chem-Impex kompaniyasidan sotib olindi va tahlil qilish uchun foydalanildi. Ushbu kislota 0,1% li eritmasini tayyorlash uchun 0,1000 g o'lchov kolbasiga solingan va 100 ml ikki marta distillangan suv qo'shilgan.

Fon elektrolitlarini tayyorlash. pH (1-12) bilan universal bufer eritmalar: 0,04 M ( $H_3BO_3$ ,  $H_3PO_4$ ,  $CH_3COOH$ ) 0,2 M NaOH eritmasi bilan aralashmasi [9].

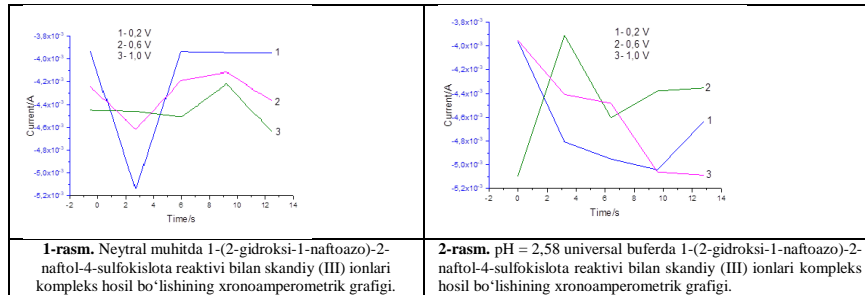
Elektrokimyoviy jarayonlar CS 350 Potentiostat/Galvanostatda 3 ta germetik yacheykali elektrodleri: 2 ta platina elektrodleri va etalon sifatida kumush xlorid ( $AgCl||Ag$ ) elektrodleri yordamida amalga oshirildi.

**Natijalar va muhokama.** 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislotani skandiy (III) ioni bilan kompleks birikma hosil qilishini elektrokimyoviy o'rganish uchun dastlab organik reagentning elektrokislolanishi xronopotentsiometrik va tafel usullarida har hil kuchlanishda va

turli tabiatli fon elektrolitlar tasirida o'rganildi va olingan natijalarga ko'ra 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislota reagentini pH=2,58 li universal bufer (aralashma 0,04 M (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>COOH) bilan 0,04 M NaOH eritmasi) sistemasida 1,0 V da to'liq oksidlanish-qaytarilishga uchrashi hamda yarim to'liq potentsiali 0,47 V ga tengligi [10] aniqlandi.

1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislota skandiy (III) ioni bilan elektrokimyoviy usulda aniqlash mexanizmini aniqlash uchun xronoamperometrik, tafel va elektrokimyoviy impedans spektroskopiya usullaridan foydalanilib o'rganildi. Bunda reagent bilan skandiy (III) ionini xronoamperometrik va tafel usulida aniqlashga kuchlanish va fon elektrodining tasiri o'rganildi.

Reaktiv 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislota va skandiy (III) ionlarini bilan kompleks hosil bo'lishi suvli hamda fon elektrolit (pH=2,58 bo'lgan universal bufer) da xronoamperometrik usul yordamida o'rganildi. Olingan natijalar 1-2-rasmda ko'rsatilgan.



1-rasm. Neytral muhitda 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislota reaktivi bilan skandiy (III) ionlari kompleks hosil bo'lishining xronoamperometrik grafigi.

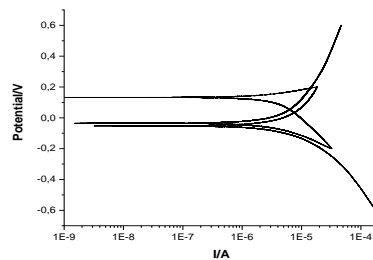
2-rasm. pH = 2,58 universal buferda 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislota reaktivi bilan skandiy (III) ionlari kompleks hosil bo'lishining xronoamperometrik grafigi.

Yuqoridagi 1-rasmdan xulosa qilib shuni aytish mumkinki, 0,2 V kuchlanishda suvning peroksid hosil qilish uchun oksidlanishi kuzatiladi. 0,6 V kuchlanishda kompleks birikma xosil bo'layotganini ko'rishimiz mumkin. 1,0 V kuchlanishda esa reagentning oksidlanishini hamda qo'shimcha mahsulotlar xosil bo'layotganini xulosa qilishimiz mumkin.

2-rasmdagi 0,2 V kuchlanishda ham suvning peroksid hosil qilish uchun oksidlanishi kuzatiladi. Muhitning kislotaliligi kompleks hosil bo'lish reaksiyasini 0,6 V kuchlanishga o'tkazadi, bu kompleks hosil bo'lishi tufayli vodorod ionlarining ajralishidan dalolat beradi. 1,0 V kuchlanishda reagent oksidlanadi va qo'shimcha oraliq mahsulotlar hosil bo'ladi.

Bundan xulosa qilib pH=2,58 bo'lganda kompleks birikma xosil bo'lish vaqti qisqaradi. Kottrel tenglamasi yordamida kompleks birikmaning elektronlar soni va diffuziya koeffitsienti hisoblanadi.  $I = n \cdot F \cdot A \cdot D^{1/2} \cdot C_0 \cdot \pi^{-1/2} \cdot t^{-1/2}$ . Bundan diffuziya koeffitsienti  $3,7 \cdot 10^{-2}$  ga va elektronlar soni 2 ga tengligi hisoblab topildi.

Skandiyning 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislota bilan kompleks birikma hosil bo'lishiga eritma kislotaliligining ta'siri tafel yordamida o'rganildi. Tahlil shartlari tafel usulida bo'lgani kabi 3 ta elektrodlil germetik yacheykada o'tkazildi va olingan natijalar 3-rasmda keltirilgan.

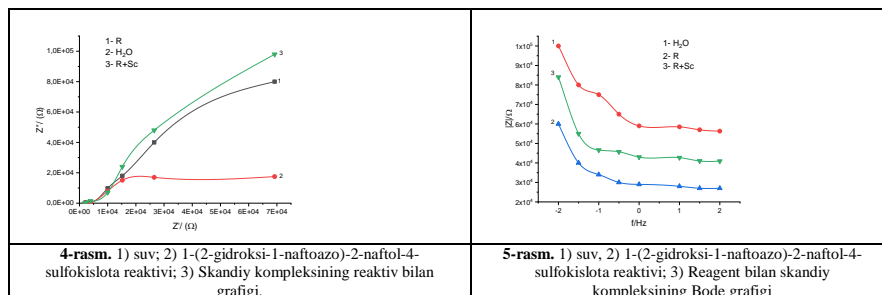


3-rasm. 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislota bilan pH=2,58 bo'lgan universal buferda skandiy kompleksining tafeli.

Rasmda kislotali pH = 2,58 muhitda 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislota tarkibida diazo va gidroksil guruhi faollashishi va kompleks hosil bo'lish xususiyatlari ortishi, skandiyning kompleks birikmasining yarim to'liq potentsiali 0,165 V, reaktiv esa 0,47 V ligi [10], potensial ko'proq manfiy sohaga siljiydi, bu skandiyning kompleks birikma xosil bo'lganligini ko'rsatadi.

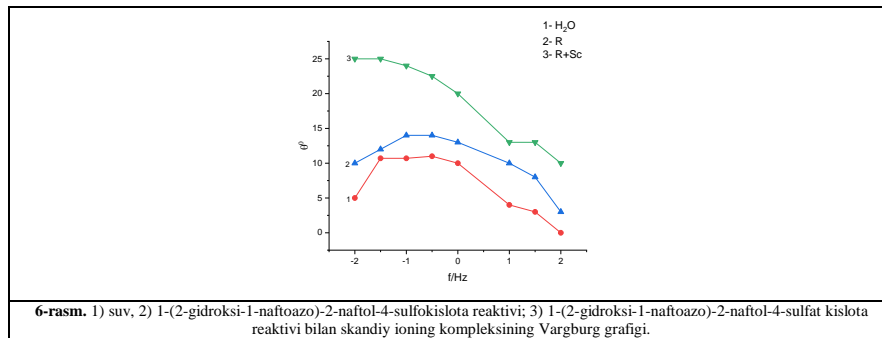
1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislota reaktivi bilan skandiyning kompleksining hosil bo'lishini elektr o'tkazuvchanligining hamda elektrod yuzasida qarshilikning o'zgarishi bilan aniqlash mumkin. Shuning uchun skandiyning kompleks tuzilishi elektrokimyoviy impedans spektroskopiyasi bilan o'rganildi.

Elektrokimyoviy impedans spektroskopiyasi: 100 ml sig'imli germetik yacheykaga 1,0 ml 0,1% reagent eritmasi va 1,0 ml qo'shildi skandiy va bufer aralashtirildi va eritmaning qarshiligi 0 dan 7000 ming Gerts oralig'ida o'lchandi. Olingan natijalar 4-6-raslarda ko'rsatilgan. Suv va reagentning impedans spektrlari ham xuddi shunday tarzda olingan.



4-rasm. 1) suv; 2) 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislota reaktivi; 3) Skandiy kompleksining reaktiv bilan grafigi.

5-rasm. 1) suv, 2) 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislota reaktivi; 3) Reagent bilan skandiy kompleksining Bode grafigi



6-rasm. 1) suv, 2) 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislota reaktivi; 3) 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfat kislota reaktivi bilan skandiy ioning kompleksining Vargburg grafigi.

Skandiy ionlari reagent bilan kompleksi hosil bo'lishi hisobiga reaktiv va suvga qaraganda kompleks eritmaning qarshiligi  $1 \cdot 10^{-5}$  ga pasayadi va elektr o'tkazuvchanligi ortadi. Vodородning yuqori harakatchanligi tufayli reagent kislotali xususiyatga ega va metall ionlari bilan reaksiyaga kirishib, murakkab birikmalar hosil qiladi.

Skandiy (III) ionini 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislota reaktivi bilan hosil qilgan kompleks birikmasining diffuziya koeffitsienti  $4,9 \cdot 10^{-4}$  1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislota reaktivi bilan zirkoniy (IV) ionini hosil qilgan kompleks birikmasining diffuziya koeffitsientidan yuqoriligi, hosil bo'lgan kompleks birikmalarning elektronlari soni 2, yarim to'lqin potentsiali skandiy ionini kompleks uchun 0,165 V ga hamda sirkoniy ionini kompleks uchun -0,47 V ga tengligi [10] 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislota reaktivining skandiy (III) ionini bilan hosil qilgan kompleksi uni sirkoniy (IV) ionini bilan hosil qilgan kompleks birikmasidan barqaror ekanligini anglatadi.

**Xulosa.** Tadqiqotlardan shuni xulosa qilish mumkinki, skandiy ionini naftoyazo reagenti bilan kompleks hosil qilishi pH=2,58 li universal bufer (aralashma 0,04 M ( $H_3BO_3$ ,  $H_3PO_4$ ,  $CH_3COOH$ ) bilan 0,2 M NaOH eritmasi) sistemasida kompleks hosil bo'lish reaksiyasi xronoamperometrik va siklik voltamperometrik, elektrokimyoviy impedans spektroskopik usullarda aniqlandi. Natijalardan skandiy ionini 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislota reaktivi bilan barqaror kompleks hosil qilishi diffuziya koeffitsiyentining  $3,7 \cdot 10^{-2}$  ga oshishi va qarshilikning  $1 \cdot 10^{-5}$  ga pasayishi bu reagent bilan skandiy (III) ionini yetarlicha kompleks hosil qilishidan hamda bu skandiy ionini 1-(2-gidroksi-1-naftoazo)-2-naftol-4-sulfokislota reaktivi bilan tabiiy obyektlar tarkibidan aniqlash mumkiligidan dalolat beradi.

#### ADABIYOTLAR

1. Motasim Mahmoud, Aydogan Salih, Agacayak Tefvik, Eker Yasin, El-gak, Amin, Seifelnassr Ahmed. // The influence of sodium fluoride on the dissolution kinetics of metallic titanium in citric acid solution using the rotating disc method. *Hydrometallurgy*. 2024. Vol. 2, Iss.1. - P. 219-226.
2. Zinoveev Dmitry, Pasechnik Liliya, Fedotov Mikhail, Dyubanov Valery, Grudinsky Pavel, Alpatov Andrey. Extraction of Valuable Elements from Red Mud with a Focus on Using Liquid Media—A Review. // *Hydrometallurgical Recycling of Critical Metals from End-of-Life Devices*. 2021. Vol. 6, Iss. 2. -P.65-72.
3. A. Toli, E. Mikeli, D. Marinos, E. Balomenos, D. Panias. Assessing the efficiency of ion exchange resins for the recovery of scandium from sulfuric acid leaching solutions. // *Separations*. 2023. Vol. 10, Iss. 3. -P.135-142.
4. A. Toli, D. Kotsanis, M. Psoma, D. Marinos, P. Davris, E. Balomenos, D. Panias. The efficient use of sulfuric acid in Bauxite residue leaching. // *RawMat*. 2023. Vol. 2, Iss. 2, -P. 41-53.
5. A. Shoppert, I. Loginova, J. Napol'skikh, D. Valeev. High-selective extraction of scandium (Sc) from bauxite residue (red mud) by acid leaching with  $MgSO_4$ . // *Materials*. 2022. Vol. 15, Iss. 2. -P.1343-1351.
6. J. Anawati, G. Azimi. Recovery of scandium from Canadian bauxite residue utilizing acid baking followed by water leaching. // *Waste Manag.*, 2019. Vol.95, Iss. 3. -P.549-559.
7. Galina A. G., Alexander A. K., Anatoly M. O. Alkyl scandium complexes coordinated by dianionic O,N,N- and O,N,O-ligands derived from Schiff bases. // *Mendeleev Communications*. 2021. V. 31, Iss. 5. -P.631-634.
8. L. Chaikin, A. Shoppert, D. Valeev and others. Concentration of rare earth elements (Sc, Y, La, Ce, Nd, Sm) in bauxite residue (red mud) obtained by water and alkali leaching of bauxite sintering dust. // *Minerals*. 2020. Vol. 10, Iss. 6. -P.102-112.
9. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Книга по Треб. 2012. С. 440.
10. J.Tursunqulov, N. Qutlimurotova, M. Fayzullayeva, E. Berdimurodov and el. // Electrochemical determination of zirconium ions using 1-(2-hydroxy-1-naphthoyazo)-2-naphthol-4-sulphonic acid as a novel reagent, *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*. 2024. Vol. 1, Iss. 2. -P.1-24.



UDK:547.891.2

*Muxriddin XUDOYNAZAROV,*  
Guliston davlat universiteti tayanch doktoranti  
E-mail: Xudoynazarovmuxriddin1995@gmail.com  
*Fozilbek XUDOYNAZAROV,*  
Toshkent kimyo-texnologiya instituti Yangiyer filiali, PhD  
*Ozoda ISMOILJONOVA,*  
Guliston davlat universiteti magistranti

PhD F.Burxev taqrizi asosida

### SYNTHESIS AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF SOME TRIAZOLE AND DIAZOLE PRESERVED AMIDES OF INDOLE-3-BUTYRIC ACID

Annotation

In this study, new amides were synthesized based on indole-3-butyric acid (IBA) and their physicochemical and biological properties were investigated. Indole-3-acetic acid reacted with thionyl chloride to form indole-3-butyric acid chloride, which was then used to synthesize 1H-indol-3-butyric 4-aminoantipyrine amide. The purity and structure of the synthesized amides were confirmed using infrared (IR) spectroscopy, mass spectrometry (HPLC-MS), and ultraviolet (UV) spectroscopy.

**Key words:** Indole-3-butyric acid (IBA), Amides, Synthesis, Infrared spectroscopy (IR), Mass spectrometry (HPLC-MS), Ultraviolet spectroscopy (UV), Biological activity, Antifungal properties, Plant growth

### СИНТЕЗ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ТРИАЗОЛЬНЫХ, ДИАЗОЛСОДЕРЖАЩИХ АМИДОВ ИНДОЛ-3-МАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ

Аннотация

В данной работе синтезированы новые амиды на основе индол-3-масляной кислоты (ИМК), изучены их физико-химические и биологические свойства. ИМК и тионилхлорид прореагировали с образованием хлоридрида индол-3-бутиловой кислоты, а затем из этого продукта был синтезирован 1H-индол-3-бутил-4-аминоантипиринамид. Чистота и структура производных были подтверждены методами инфракрасной (ИК) спектроскопии, масс-спектрометрии и ультрафиолетовой (УФ) спектроскопии.

**Ключевые слова:** индол-3-масляная кислота (ИМК), амиды, синтез, инфракрасная спектроскопия (ИК), Масс-спектрометрия (ВЭЖХ-МС), ультрафиолетовая спектроскопия (УФ), биологическая активность, противогрибковые свойства, растение.

### INDOL-3-MOY KISLOTANING AYRIM TRIAZOL, DIAZOL SAQLAGAN AMIDLARI SINTEZI VA BIOLOGIK FAOLLIGI

Аннотация

Ushbu tadqiqotda indol-3-moy kislotasi (IMK) asosida yangi amidlar sintez qilindi va ularning fizik-kimyoviy hamda biologik xususiyatlari o'rganildi. IMK va tionil xlorid o'zaro reaksiyaga kirishib, indol-3-butil kislotasi xlorangidridi hosil qildi, so'ngra bu mahsulotdan 1H-indol-3-butil 4-aminoantipirin amidi sintez qilindi. Hosilalarning tozaligi va tuzilishi infraqizil (IR) spektroskopiyasi, mass-spektrometriya va ultrabinafsha (UB) spektroskopiyasi usullari yordamida tasdiqlandi.

**Kalit So'zlar:** indol-3-moy kislotasi (IMK), amidlar, sintez, infraqizil spektroskopiyasi (IR), Mass-spektrometriya (HPLC-MS), ultrabinafsha spektroskopiyasi (UB), biologik faollik, antifungal xususiyatlar, o'simlik o'sishi.

**Kirish.** O'simlik gormonlari - past molekulyar og'irlikdagi tabiiy mahsulotlar bo'lib, ular o'simlikning hayot aylanishi davomida barcha fiziologik va rivojlanish jarayonlarini tartibga solish uchun mikromolyar (yoki undan ham past) konsentratsiyalarda ishlaydi. Ushbu tuzilmaviy jihatdan xilma-xil birikmalarga auksinlar, sitokininlar, abstsiz kislotasi, gibberellinlar, etilen, poliaminlar, jasmonatlar, salitsil kislotasi va brassinosteroidlar kiradi.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** O'simliklarda o'simlik gormoni miqdori juda past, ammo u o'sish va rivojlanishni tartibga soluvchi deyarli har bir jarayonda ishtirok etadi, jumladan, o'z o'sishi va metabolizmini tartibga solish va atrof-muhitdagi noqulayliklarga moslashishni tartibga solish [1]. Fitogormonlar orasida auksinlar o'simlik o'sishi va rivojlanishining turli bosqichlarida hal qiluvchi rol o'ynaydi. Auksinlar o'simliklardagi ko'plab markaziy rivojlanish jarayonlarini boshqarishda, ayniqsa apikal ustunlik va ildiz va kurtaklar rivojlanishida o'zaro ta'sir qiladi. Auksinlar - o'simliklarning o'sishi va rivojlanishining ko'p jihatlarida ishtirok etadigan fitogormonlar sinfi [2]. So'nggi o'n yil ichida GC-MS tomonidan indol-3-moy kislotasi (IMK) turli xil o'simlik turlarida endogen birikma ekanligi aniqlandi. Ekzogen tarzda qo'llanilganda, Hayvonlarda indol-3-butirik kislotasi tezda parchalanib, tirik organizmlarda tabiiy ravishda paydo bo'ladigan yaqindan bog'liq, zararsiz kimyoviy moddaga aylanadi.

IMK biosintezi bo'yicha so'nggi tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, uning o'simliklardagi konsentratsiyasi o'simlik gormonlari va turli stresslarni tartibga solinishi mumkin [3,4]. IMK Indol sirka kislotaga qaraganda barqarorroq va o'simlik to'qimalarida uzoqroq saqlanadi [7]. ISK dan foydalanish, odatda, ko'proq so'qmoqlarda ildiz hosil bo'lishiga, tezroq ildiz o'tishning boshlanishiga va ildiz sifati va ko'chat ishlab chiqarishning sezilarli yaxshilanishiga olib keladi [8,9]. O'simliklarni himoya qilish sohasida indol moy kislotasi (IMK)si ko'chat materiallarini, turli o'simliklarning urug'lari, ularning yashash darajasini yaxshilash va davolash uchun mo'ljallangan o'simliklar o'sishi regulyatorlarining faol moddasi sifatida ishlatiladi [10].

#### Tadqiqot metodologiyasi.

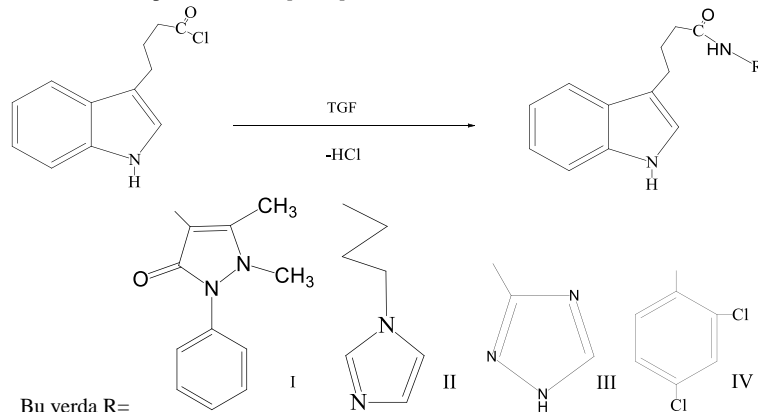
##### 1H-indol-3-butil kislotasi xlorangidridi olinishi.

50 ml tubi yumaloq kolbaga 1.75 gr(0.01 mol) indol sirka solindi va u 30 ml absolut efirda eritildi. Aralastirilib turgan holatda 5 ml tionil xlorid tomchilatib qo'shiladi. Reaksiya 50°C da 1 soat teskari sovutgich o'rnatilgan holda magnitli aralastirgichda aralastirilib turiladi. Reaksiya borishi YuQX yordamida (metnaol:xlороform 2:8) kuzatib borildi. Jigarang eritma hosil bo'ldi va eritma tubiga tushdi. Ortiqcha tionil xlorid va tetragidrofuran haydab olinildi[11]. Reaksiya unumi 80 %, jigarrang-yashil rangli qattiq modda, T<sub>suyc</sub>=122±2°C IQ-spektr (KBr, sm<sup>-1</sup>): 2913-3051 (Ar-H), 3410 (NH), 1790 (C=O).

##### 1H-indol-3-butil 4-aminoantipirin amidi olinishi.

50 ml tubi yumaloq kolbaga 2.03g(0.01mol) 4-aminoantipirin solindi va unga 30 ml quruq tetragidrofuranda eritildi. Aralastirilib turgan holatda 2g(0.01mol) 1H-indol-3-butil xlorid tomchilatib qo'shiladi. Reaksiya 60-70°C da 20 daqiqa davomida aralastirilib qizdiriladi. Hosil

bo'lgan aralashmaga 20 ml sovuq suv quyildi. Sariq rangli cho'kmaga tushgan modda filtrlab olinadi va 70-80 °C da quritiladi. Qurigan qoldiq etil atsetat efiri yordamida qayta kristallanadi. Reaksiya unumi 81 %  $T_{\text{suyuuq}}=160^{\circ}\text{C}$ . IQ-spektr (KBr,  $\text{cm}^{-1}$ ): 3048-2860 (Ar-H), 3215 (N-H), 1637 (C=O), 1451 (C-N), 1496 (Ar(C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)). Mass-spektr  $m/z$  388.1[M+H]<sup>+</sup>



Bu yerda R=

Shu usul bo'yicha Indol moy kislotasining qator aminlar (3-amino 1,2,4-triazol, N-(3-aminopropil)-imidazol va 2,4-dixloranilin) bilan yangi amidlari sintez qilingan.

**IH –indol-3-asetil 3-amino 1,2,4-trizol amidi.** Reaksiya unumi 79 %  $T_{\text{suyuuq}}=153^{\circ}\text{C}$ . IQ-spektr (KBr,  $\text{cm}^{-1}$ ): 3057-2870 (Ar-H), 3301 (N-H), 1706 (C=O), 1447 (C-N). Mass-spektr  $m/z$  310[M+H]<sup>+</sup>

**IH –indol-3-asetil N-(3-aminopropil)-imidazol amidi.** Reaksiya unumi 82 %  $T_{\text{suyuuq}}=157^{\circ}\text{C}$ . IQ-spektr (KBr,  $\text{cm}^{-1}$ ): 3060-2870 (Ar-H), 3140 (N-H), 1719 (C=O), 3236 (N-H), 1641 (C=N) 1444 (C-N). Mass-spektr  $m/z$  369[M+H]<sup>+</sup>

**IH –indol-3-asetil 2,4-dixloranilin amidi.** Reaksiya unumi 92 %  $T_{\text{suyuuq}}=173^{\circ}\text{C}$ . IQ-spektr (KBr,  $\text{cm}^{-1}$ ): 3058-2867 (Ar-H), 3294 (N-H), 1707 (C=O), 1450 (C-N), 1507 (Ar(C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)), 608 (C-Cl). Mass-spektr  $m/z$  347[M+H]<sup>+</sup>

1-jadval

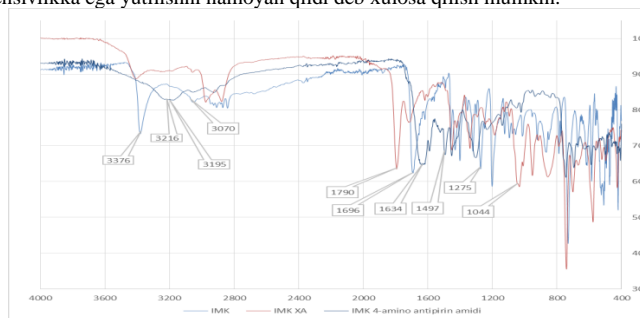
Amidlarning ayrim fizik-kimyoviy kattaliklari

Moddalar	Mr,g/mol	T.s. °C	Brutto formulasi	Rr	Eruvchanligi
I	388	160±1	C <sub>23</sub> H <sub>24</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	0.44	DSMO,DMF,TGF, xloroform, etil atsetat
II	269	157±1	C <sub>14</sub> H <sub>15</sub> N <sub>5</sub> O	0.58	DSMO,DMF,TGF, xloroform, etil atsetat
III	310	153±1	C <sub>18</sub> H <sub>22</sub> N <sub>4</sub> O	0.68	DSMO,DMF,TGF, xloroform, etil atsetat
IV	347	173±1	C <sub>18</sub> H <sub>16</sub> Cl <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O	0.66	DSMO,DMF,TGF, xloroform, etil atsetat

Sistema- geksan: aseton 2:1

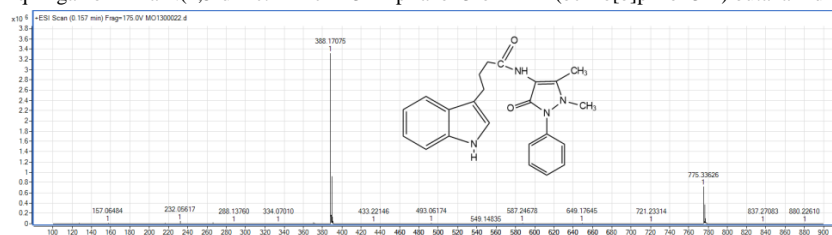
**Tahlil va natijalar (Analysis and results).** Sintez qilingan amidlarning IQ spektrlari dastlabki moddalar spektrlariga taqqoslab o'rganildi. Buning uchun IMKning IQ spektridagi asosiy xarakteristik tebranish soharini ko'rib chiqish zarur bo'ladi: 3380  $\text{cm}^{-1}$  da indol molekulasidagi N-H bog'i, 1691  $\text{cm}^{-1}$  da esa uning karbonil qismiga tegishli valent tebranishlar kuzatiladi. Bundan tashqari 2840 dan 3057  $\text{cm}^{-1}$  da ISK molekulasining OH funksional gruppasiga tegishli to'lqin sonlari namoyon bo'ladi.

IMK 4-amino antipirin amidining IQ-spektrida quyidagi tebratish chastotalari kuzatildi: dastlabki modda ISKning 3380  $\text{cm}^{-1}$  dagi N-H gruppasini ko'rsatuvchi to'lqin sonlari hamda 4-amino antipirindagi 3432 va 3324  $\text{cm}^{-1}$  sohada amino guruhga tegishli to'lqin sonlari mavjud edi. Mahsulot IQ-spektrida esa, 3432  $\text{cm}^{-1}$  ko'rinmadi, bundan amid bog'i hosil bo'lgan deb xulosa qilish mumkin. IQ-spektridan yana shuni xulosa qilish mumkinki, IMK dagi 1691  $\text{cm}^{-1}$  dagi to'lqin soni 1637  $\text{cm}^{-1}$  holatga siljib, olingan mahsulot IQ-spektrida ham mavjud. Indol molekulasidagi N-H dastlab 3380  $\text{cm}^{-1}$  da yutilish bergan bo'lsa, mahsulotda 3215  $\text{cm}^{-1}$  da 4-amino antipirin molekulasidagi amino guruhga tegishli 3324  $\text{cm}^{-1}$  bilan birgalikda umumiy keng intensivlikka ega yutilishni namoyan qildi deb xulosa qilish mumkin.



1-rasm. Indol-3-moy kislotaning 4-amino antipirin bilan olingan amidi IQ spektri

IMK amidining (4-amino antipirin 1H-indol-3-moy kislota amidi) kimyoviy tuzilishi va tozalik darajasi mass-spektrometriya usulidan foydalanib tadqiq qilindi. Bunda molekulyar ion ([M+] 388.1705 m/z.) (2- rasm) mavjudligi va uning nazariy jihatdan hisoblangan molekulyar ion bilan mos kelishi sintez qilingan birikma N(1,5-dimetil-2-fenil-3-H-pirazol-3-on 4-il-4(benzo[b]pirrol-3-il) butanamid ekanligidan dalolat beradi.



2-rasm. Indol-3-moy kislotaning 4-amino antipirin bilan olingan amidi.



**Olingan moddalarning biologik faolligi.** Mazkur ishda o'zining ta'sir doirasi bilan farq qiluvchi va turli xil o'sishni boshqaruvchi moddalar: IMK amidlari hamda qiyosiy solishtirish uchun kamersal preparat karbendazimdan foydalanildi. Inokulyatsiyadan so'ng agarli ozuqa muhiti yuzasida diametri 6 mm li chuqurchalar hosil qilindi va ularga turli konsratsiyalardagi tekshirilayotgan namunalar 100 mkl hajmda quyildi. O'rganilgan preparatlar DMF da eritildi va quyidagi konsratsiyalarda 500 mg/l, 100 mg/l, 50 mg/l, 10 mg/l, 2 mg/l yoki instruksiya bo'yicha tavsiya etilgan, ta'sir etuvchi moddaning proporsiyasiga mos bo'lgan holda o'rganildi. O'sishni boshqaruvchi eritmalar sovuq sterilizatsiya qilinib diametri 0.45 mkm li bakterial filterdan o'tkazildi. Sterilizatsiyalangan eritma avtoklavdan chiqqan ozuqa muhitiga quyildi. Tajribada ozuqa muhitda 5 va 10 kun davomida shakllangan patogenlarning mitselalari diametri hisoblandi.

Tadqiq etilgan preparatning antimikrob faolligini o'rganish natijalari 2-jadvalda keltirilgan Tadqiq etilgan amidlarning barchasi 2, 10, 50, 100 va 500 mg/l bo'lgan turli konsratsiyalarda antimikrob ta'sir namoyon etdi.

Geterosiklik tuzilishga ega IMK fitogarmonning olingan amidlari jumladan, Indol-3-moy kislotasining 4-amino antipirin amidi(I) *Fusarium poae* va *Fusarium oxysporum* zambrug'i uchun 0.05 mg/ml konsratsiyadan boshlab o'z ta'sirini ko'rsata boshladi. *Fusarium poae* uchun 0.05 mg/ml va 0.1 mg/ml konsratsiyali eritmalarda bir xil ya'ni 4 ga 0.5 mg/ml konsratsiyali eritmalarda zambrug'larni o'sishini to'xtatish maydoni 5 mm ga teng bo'ldi. *Fusarium oxysporum* uchun 0.05 mg/ml va 0.1 mg/ml konsratsiyali eritmalarda 3 va 8 ga, 0.5 mg/ml konsratsiyali eritmalarda esa zambrug'larni o'sishini to'xtatish maydoni mos ravishda 12 mm ga teng bo'ldi.

Indol-3-moy kislotasining 3-amino 1,2,4-trizol amidi(II) hamda shu kislotasining 3-aminopropil imidazol amidlari(III) *Fusarium poae* va *Fusarium oxysporum* zambrug'i uchun eng kuchsiz ta'sir ko'rsatdi va *Fusarium poae* uchun eng yuqori 0.5 mg/ml konsratsiyadan o'z ta'sirini ko'rsata boshladi. 0.5 mg/ml konsratsiyali eritmalari zambrug'larni o'sishini to'xtatish maydoni mos ravishda 3 va 2 mm ga teng bo'ldi. *Fusarium oxysporum* zambrug'iga nisbatan yaxshi ta'sir ko'rsatdi va 3-aminopropil imidazol amidi(III) 0.05 mg/ml konsratsiyadan boshlab o'z ta'sirini ko'rsata boshladi. 3-amino 1,2,4-trizol amidi(II) 0.1 mg/ml va 0.5 mg/ml konsratsiyali eritmalari zambrug'larni o'sishini to'xtatish maydoni mos ravishda 6 va 10 mm ga teng bo'ldi.

Indol-3-moy kislotasining 2,4-dixloranilin amidi(IV) *Fusarium poae* va *Fusarium oxysporum* zambrug'i uchun 0.05 mg/ml konsratsiyadan boshlab o'z ta'sirini ko'rsata boshladi va eng yuqori ko'rsatkich *Fusarium oxysporum*da kuzatildi. 0.5 mg/ml konsratsiyali eritmasi zambrug'larni o'sishini to'xtatish maydoni mos ravishda 11 mm ga teng bo'ldi.(2-jadval)

#### 2-jadval

Moddalar	O'sishni to'xtatish maydoni (mm)					Nazorat
	Fusarium poae					Karbendazim
	Konsratsiya (mg/ml)					
	0.002	0.01	0.05	0.1	0.5	0.5
I	-	-	4	4	5	4
II	-	-	-	-	3	
III	-	-	-	-	2	
IV	-	-	3	4	5	
	Fusarium oxysporum					Karbendazim
	Konsratsiya (mg/ml)					
	0.002	0.01	0.05	0.1	0.5	0.5
I	-	-	3	8	12	7
II	-	-	-	6	10	
III	-	-	3	4	11	
IV	-	-	2	6	9	

Olingan preparatlar va nazorat sifatida olingan karbendazimning zamburug'larga qarshi faolligini 0.5 mg/ml konsratsiyada taqqoslash, karbendazimning *Fusarium poae* va *Fusarium oxysporum* zambrug'lar o'sishiga sezgirligi 4 turdagi preparatlar orasida Indol-3-moy kislotasining 4-amino antipirin amidi(Dga nisbatan mos ravishda 1.25 va 1.7 marotaba kuchsiz ekanligini ko'rsatdi.

**Xulosa va takliflar.** Tadqiqotlar natijasi shuni ko'rsatdiki olingan Indol moy kislotaning 4 turdagi amidlari zambrug'larga nisbatan turli xil konsratsiyalarda turli xil faolliklarni namoyon qildi. Jumladan, eng yaxshi ko'rsatkich IMK 4-AA amidi bo'ldi. *Fusarium poae* va *Fusarium oxysporum* zambrug'i uchun 0.05 mg/ml konsratsiyadan boshlab o'z ta'sirini ko'rsata boshladi. *Fusarium poae* uchun 0.05 mg/ml va 0.1 mg/ml konsratsiyali eritmalarda bir xil ya'ni 4 ga 0.5 mg/ml konsratsiyali eritmalarda zambrug'larni o'sishini to'xtatish maydoni 5 mm ga teng bo'ldi. *Fusarium oxysporum* uchun 0.05 mg/ml va 0.1 mg/ml konsratsiyali eritmalarda 3 va 8 ga, 0.5 mg/ml konsratsiyali eritmalarda esa zambrug'larni o'sishini to'xtatish maydoni mos ravishda 12 mm ga teng bo'ldi. Nazorat sifatida olingan karbendazimning zamburug'larga qarshi faolligini 0.5 mg/ml konsratsiyada taqqosladik, karbendazimning *Fusarium poae* va *Fusarium oxysporum* zambrug'lar o'sishiga sezgirligi Indol-3-moy kislotasining 4-amino antipirin amidi(I)ga nisbatan mos ravishda 1.25 va 1.7 marotaba kuchsiz ekanligini ko'rsatdi.

#### ADABIYOTLAR

1. Wob U., Bishopp A., Farcot E., Bennett MJ. // Modeling of hormonal response and development. Trends Plant Sci. 2014; 19 :311–319
2. Davies PJ (ed.) (1995) Plant Hormones. Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. ISBN 0-7923-2985-6
3. Ludwig-Müller J, Hilgenberg W and Epstein E (1995) Thein vitro biosynthesis of indole-3-butyric acid in maize. Phytochemistry 40: 61–68
4. Ludwig-Müller J, Räsäig A and Hilgenberg W (1995) Uptake and transport of indole-3-butyric acid in Arabidopsis thaliana: Comparison with other natural and synthetic auxins. J Plant Physiol 147: 351–354
5. Rout, G.R. (Feb 2006). "Effect of auxins on adventitious root development from single node cuttings of Camellia sinensis (L.) Kuntze and associated biochemical changes". Plant Growth Regulation. Vol. 48, no. 2.
6. Pooja Goyal; Sumita Kachhwaha; S. L. Kothari (April 2012). "Micropropagation of Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth-a multipurpose leguminous tree and assessment of genetic fidelity of micropropagated plants using molecular markers". Physiol Mol Biol Plants. Vol. 18, no. 2
7. Costa, C.T.; Almeida, M.R.; Ruedell, C.M.; Schwambach, J.; Maraschin, F.S.; Fett-Neto, A.G. When stress and development go hand in hand: Main hormonal controls of adventitious rooting in cuttings. Front. Plant Sci. 2013, 4, 133
8. Singh, K.K.; Choudhary, T.; Kumar, A. Effect of various concentrations of IBA and NAA on the rooting of stem cuttings of mulberry (Morus Alba L.) under mist house condition in Garhwal Hill region. Indian J. Hill Farm. 2014, 27, 74–77
9. Abdel-Rahman, S.; Abdul-Hafeez, E.; Saleh, A.M. Improving rooting and growth of Conocarpus erectus stem cuttings using indole-3-Butyric acid (IBA) and some biostimulants. Sci. J. Flowers Ornam. Plants 2020, 7, 109–129
10. Захарычев В.В. Гербициды и регуляторы роста растений. Основы биохимии и применения: учебное пособие. – Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007 – 204 с
11. Nagaraja Naik, Honnaiah Vijay Kumar and Salakatte Thammaiah Harini // Synthesis and antioxidant evaluation of novel indole-3-acetic acid analogues European Journal of Chemistry September 2011 DOI: 10.5155/eurjchem.2.3.337-341.363



UDC:41.123.7

Mehroj KHUSHVAKTOV,

Basic doctoral student of the Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

E-mail: mehroj.xushvaqto@mail.ru

Axat TOGASHAROV,

Chief Researcher of the Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, PhD., Professor

Rizamat BEGMATOV,

Head of Analytical Chemistry Department of Institute of Biochemistry of Samarkand State University named after Sharof Rashidov

Rewiew PhD G.Abduraxmanov

### CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> – C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>S • NH<sub>2</sub>C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>OH – H<sub>2</sub>O SISTEMASINING POLITERMIK ERUVCHANLIGINI O'RGANISH

Аннотация

Bu ishda CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> – C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>S • NH<sub>2</sub>C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>OH – H<sub>2</sub>O tizimining politermik eruvchanligi binar sistemalar va yettita ichki kesmalar asosida vizual politermik usulda o'rganildi. Karbamid, monoetanolamonium sulfosalitsilat va suv komponentlarining eruvchanligi -27,2 °C dan -4,0 °C gacha bo'lgan harorat oralig'ida o'rganildi va politermik eruvchanlik diagrammasi tuzildi. Eruvchanlik diagrammasida ikkilamchi va uchlamchi nuqtalar topildi va proyeksiyasi chizildi. Diagrammada muz, monoetanolamonium sulfosalitsilat va karbamidning kristallanish maydonlari ajratildi.

O'rganilayotgan tizimning oddiy evtonik tipga mansubligi va yangi birikma hosil bo'lmaganligi vizual-politermik usulga asoslandi. Bu esa fiziologik faol va ozuqa komponentlarni o'z ichiga olgan yangi preparatni olish texnologiyasini ishlab chiqish imkonini beradi.

**Kalit so'zlar:** Eruvchanlik diagrammasi, kristallanish harorati, fiziologik faol modda, karbamid, monoetanolamoniy sulfosalitsilat.

### ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИТЕРМИЧЕСКОЙ РАСТВОРИМОСТИ СИСТЕМЫ CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> – C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>S • NH<sub>2</sub>C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>OH – H<sub>2</sub>O

Аннотация

В работе изучена политермическая растворимость системы CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> – C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>S • NH<sub>2</sub>C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>OH – H<sub>2</sub>O визуальным политермическим методом на основе бинарных систем и семи внутренних секций.

Изучена растворимость мочевины, сульфосалицилата моноэтаноламмония и водных компонентов в интервале температур от -27,2 °C до -4,0 °C и построена политермическая диаграмма растворимости. Найлены вторичная и третичная точки и спроецированы на диаграмму растворимости. На диаграмме выделены области кристаллизации льда, сульфосалицилата моноэтаноламмония и мочевины.

Тот факт, что изученная система относится к простому эвтоническому типу и что новое соединение не образовалось, основан на визуально-политермическом методе. Это дает возможность разработать технологию получения нового препарата, содержащего физиологически активные и питательные компоненты.

**Ключевые слова:** диаграмма растворимости, температура кристаллизации, физиологически активное вещество, мочевина, сульфосалицилат моноэтаноламмония.

### STUDY OF THE POLY THERMAL SOLUBILITY OF THE CO (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> – C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>S • NH<sub>2</sub>C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>OH – H<sub>2</sub>O SYSTEM

Annotation

In this work, polythermal solubility of CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> – C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>S • NH<sub>2</sub>C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>OH – H<sub>2</sub>O system was studied by visual polythermal method based on binary systems and seven internal sections. The solubilities of urea, monoethanolammonium sulfosalicylat and water components were studied in the temperature range from -27.2 °C to -4.0 °C, and the polythermal solubility diagram was constructed. On the solubility diagram, the binary and ternary phase separation points were found and projected. Crystallization areas of ice, monoethanolammonium sulfosalicylat and urea were separated in the diagram.

The simple eutonic type of the studied system and the fact that no new compound was formed was based on the visual-polythermal method. This makes it possible to develop a technology for obtaining a new drug containing physiologically active and nutritious components.

**Key words:** Solubility diagram, crystallization temperature, physiologically active substance, urea, monoethanolammonium sulfosalicylat.

**Introduction.** The most important problem is providing the population with foodstuff [1]. Plants require relatively large amounts of nitrogen fertilizers during cultivation, which often leads to nutrient deficiencies, especially soil fertility. As one of the most important nitrogen fertilizers, urea plays a key role in plant nutrition and soil fertility. Urea is the cheapest and nitrogen-rich fertilizer [2].

Urea [CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] - white; is an organic chemical compound in the form of a crystal, which is currently produced in granular form. This fertilizer has the highest concentration among solid nitrogen fertilizers, containing 46% nitrogen. Urea is widely used in agriculture as a fertilizer and animal feed additive[3].

It differs from other types of fertilizers in that it is widely applied to all types of crops and soils [4]. The main function of urea fertilizer is to provide nitrogen to plants to stimulate green leafy growth and make plants green [5].

Urea also helps the photosynthesis process of plants. When air humidity is moderate, it moderately attracts moisture, dissolves well in water [6].

Flowers are highly perishable, so any attempt to improve their vase life by regulating senescence through chemical or genetic means will reduce post-harvest losses. An experiment was conducted to study the effect of 5-sulfosalicylic acid (5-SSA) on the vase life of "Green willow" cut flowers.

Gladiolus grandiflora variety of willow was used in this experiment. The results of the experiments showed that the number of opened flowers significantly increased when the plant was treated with a solution containing sulfosalicylic acid [7].

When monoethanolamine solution is sprayed through the leaves of grain crops such as rye and barley, it was observed in experiments that it helps to increase the yield of plants up to 14% and the main stem parts to grow up to 17%[8].

Also, monoethanolamine is present in a number of food products, especially in cumin, grapes, radish, and similar plants, and has significant plant growth activity [9]. In addition, monoethanolamine and its derivatives have been used to protect plants from abiotic and biotic stresses such as salinity [10].

Under the influence of monoethanolamine salts, ethylene is released in the plant and accumulates in the plant band, as a result of which the leaves of the plant fall prematurely, which makes it possible to harvest the cotton crop in agriculture [11].

Since the urea, monoethanolammonium sulfosalicylate and water system has not been studied before, we studied the solubility of the three-component system consisting of urea, monoethanolammonium sulfosalicylate and water by visual polythermal method [12].

**Research Methodology.** In the study, monoethanolammonium sulfosalicylate was synthesized on the basis of sulfosalicylic acid and monoethanolamine, and its individuality was confirmed using chemical and physicochemical methods [13].

Urea (GOST 6691-67), sulfosalicylic acid (pure for analysis) GOST 4478-68, and monoethanolamine (chemically pure) (TU 2423-159-00203335-2004) were used in this study.

Visual-polythermal and analytical methods were also used in the research. The composition of liquid and solid phases was determined by methods of composition analysis, nitrogen by Keldal [14], carbon and hydrogen by Dumas micromethod [15].

**Results.** In order to synthesize the chemical preparation with physiologically active properties and containing nutrients and to substantiate its physicochemical properties, the solubility of the components of  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_6\text{S} \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} - \text{H}_2\text{O}$  was studied in the temperature range from  $-27.2^\circ\text{C}$  to  $-4.0^\circ\text{C}$ . The polythermal solubility diagram of this system was constructed on the basis of binary systems and seven internal sections (Fig. 1.)

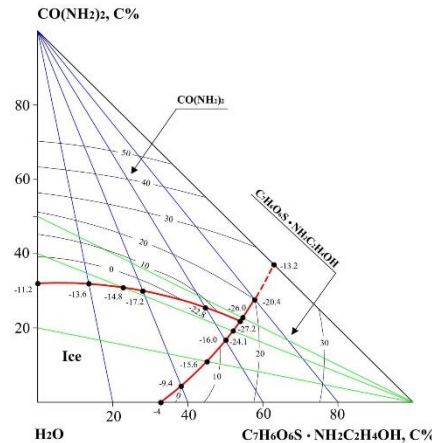


Figure 1. Solubility diagram of the  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_6\text{S} \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} - \text{H}_2\text{O}$  system.

In the polythermal solubility diagram of the system consisting of  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_6\text{S} \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} - \text{H}_2\text{O}$ , isotherms were performed at every  $10^\circ\text{C}$  temperature. One ternary and thirteen binary points were found in the polythermal solubility diagram (Table 1). Ternary point corresponds to 22.0%  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , 53.6%  $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_6\text{S} \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$  and 24.4% water at  $-27.2^\circ\text{C}$ . At this point, the solid phase consists of urea, monoethanolammonium sulfosalicylate, and ice.

Table 1.

Binary and ternary points of the  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_6\text{S} \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} - \text{H}_2\text{O}$  system.

Composition of the liquid phase, wt %			Cryst, T °C	Solid phase
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_6\text{S} \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$	$\text{H}_2\text{O}$		
32.0	-	68.0	-11.2	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{Ice}$
32.8	13.2	54.0	-13.6	-/-
31.6	19.6	48.8	-14.8	-/-
30.4	27.6	42.0	-17.2	-/-
25.2	44.8	30.0	-22.8	-/-
22.0	53.6	24.4	-27.2	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{Ice} + \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_6\text{S} \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$
23.2	54.4	22.4	-26.0	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_6\text{S} \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$
27.6	57.4	15.0	-20.4	-/-
37.6	62.4	-	-13.2	-/-
19.4	51.2	29.4	-24.1	$\text{Ice} + \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_6\text{S} \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$
15.8	48.0	36.2	-16.0	-/-
11.2	44.0	44.8	-15.6	-/-
5.20	38.0	56.8	-9.40	-/-
-	32.4	67.6	-4.0	-/-

In the polythermal solubility diagram of the system consisting of  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_6\text{S} \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} - \text{H}_2\text{O}$ , the crystallization areas of ice, urea, and monoethanolammonium sulfosalicylate were delimited. This system belongs to the simple eutonic type, and the components have preserved their individuality. Crystallization areas of ice, urea, and monoethanolammonium sulfosalicylate were distinguished in the spatial state diagram of the studied system. This crystallization area is connected at one ternary point (figure 2 and 3).

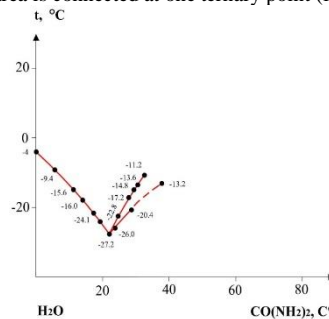


Figure 2. Projection diagram of the  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_6\text{S} \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} - \text{H}_2\text{O}$  system - Urea side.

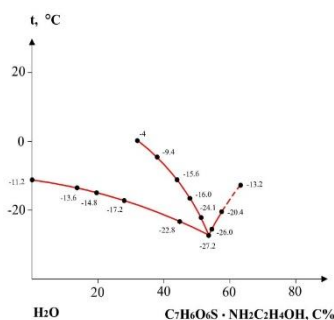


Figure 3. Projection diagram of the  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_6\text{S} \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} - \text{H}_2\text{O}$  system - monoethanolammonium sulfosalicylate side.

**Conclusions.** The polythermal solubility of the system consisting of urea, monoethanolammonium sulfosalicylate and water was studied and scientific information was obtained on the interaction of the components. This system belongs to a simple eutonic type, and the formation of a new compound was not observed.

The information obtained serves as a physico-chemical basis for the production of new types of chemicals for agriculture containing physiologically active and nutritious substances.

#### REFERENCES

1. P.Bacon // Nitrogen Fertilization in the Environment. *Marcel Dekker: New York, NY, USA*. 1995; 608 (3):189-192.
2. K.C.Cameron, H.J.Di, J.L.Moir // Nitrogen Losses from the Soil/Plant System: A Review. *Ann. Appl. Biol.* 2013;(162): 145–173.
3. B.Akhmedov, Zh.Shukhurov, I.Abdurakhmanov, R.Begmatov // Study of solubility of  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{HOOC} - \text{COOH} \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} - \text{H}_2\text{O}$  system. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. 2024; 59(3): 513-520.
4. S.A.Tuychiev, A.A.Sidikov, A.S.Togasharov, B.S.Zakirov // Solubility of Components in  $\text{NaClO}_3 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{CS}(\text{NH}_2)_2 - \text{H}_2\text{O}$  System. *Russian journal of inorganic chemistry*. 2022; 67,(2): 184-187. <https://doi.org/10.1134/S0036023622602112>
5. Y.A.Mubarak // Production of Crystalline Urea Phosphate using the Untreated Jordanian et Process Phosphoric Acid. *Department of Chemical Engineering, University of Jordan. Engineering Sciences*. 2011; 38(1): 61-72.
6. Zh.Sh.Bobozhonov, A.A.Sidikov, Zh.S.Shukurov // Study of solubility of  $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{H}_2\text{O}$  system. *J. Chem. Technol. Metall.* 2023; 58(2): 310.
7. K.Ezhilmathi // Physiological and biochemical studies of senescence in Gladiolus. *MSc Thesis, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi*.20011; 10(12).
8. H.Bergmann, H.Eckert // Effect of monoethanolamine on growth and biomass formation of rye and barley. *Plant Growth Regulation*. 1990; (9): 1–8. <https://doi.org/10.1007/BF00025273>
9. Zh.S.Shukurov, E.S.Khusanov, M.Sh.Mukhitdinova, and A.S.Togasharov // Component Solubilities in the Acetic Acid Monoethanolamine–Water System. *Russian journal of inorganic chemistry*. 2021; 66(6):902-908. doi:10.1134/S0036023621060176
10. M.Khushvaktov, A.S.Togasharov // Study of polythermal solubility of  $\text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} - \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}$  system. *Universum: технические науки: электрон. научн. журн.* 2023; 10(115): URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/16159>
11. A.S.Togasharov and S.Tukhtaev // Study of the Solubility of Components in the System  $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 - 2\text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} \cdot \text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 - \text{H}_2\text{O}$ . *Russian Journal of Inorganic Chemistry*. 2013; 58(5): 581–584.
12. А.С. Трунин, Д.Г. Петрова // Визуально-политермический метод. *Куйбышевский политехн. Инс-т. – Куйбышев*. 1977; 584(78): 94.
13. M.I.Khushvaktov, A.S.Togasharov, A.B.Ibragimov, R.Kh.Begmatov // Study of polythermal solubility of sulfosalicylic acid – monoethanolamine – water system. Integrated innovative development of zarafshan region: achievements, challenges and prospects.( 18-19 April, 2024 Navoi, Uzbekistan) 322-323.
14. М.М.Винник и др. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов. 1975;– 218.
15. В.А.Климова // Основные микрометоды анализа органических соединений. *Маскова.Химия*, 1975. – 224.



UDK: 541 - 23.022.246

**Sadoqat KHAYDAROVA,**  
Doctoral student National University of Uzbekistan  
E-mail: sadoqat\_salimjanovna@mail.ru  
**Alisher XAITBAYEV,**  
Doctor of chemical sciences, professor National University of Uzbekistan  
E-mail: polyphenol-10@yandex.ru

Review professor M.Maxkamov

#### DEVELOPMENT OF METHODS THE SYNTHESIS SODIUM DIALDEHYDE ALGINATE

Annotation

Sodium alginate is extracted from the Charophyceae plant using ultrasound. The oxidation process of sodium alginate was studied to obtain different properties. Sodium periodate was used as an oxidizing agent. As a result, dialdehyde sodium alginate was obtained. To study the optimal conditions of the oxidation process, attention was paid to the reaction temperature, time, and concentration of the oxidant. In addition, attention was paid to extracting dialdehyde sodium alginate in its pure form without additives. It was shown that the dialysis process is important in this regard. The degree of dialdehyde sodium alginate oxidation was determined by titration with hydroxylamine hydrochloride. The obtained substances were analyzed using IR and XRD methods.

**Key words:** charophyceae algae, degree of oxidation, extraction method using ultrasound, degree of crystallization, sodium alginate (SA), dialdehyde sodium alginate (DSA).

#### DIALDEGID NATRIY ALGINATNI SINTEZ QILISH USULLARINI ISHLAB CHIQUISH

Annotatsiya

Charophyceae o'simligidan natriy alginat ultratovushli ekstraksiya usuli yordamida ajratib olindi. Uning turli hosilalarini olish uchun natriy alginatning oksidlanish jarayoniamalga oshirildi. Oksidlovchi vosita sifatida natriy periodatdan foydalanilgan. Natijada dialdegid natriy alginat olindi. Oksidlanish jarayonining optimal sharoitlarini o'rganish uchun oksidlovchining konsentratsiyasiga reaksiya haroratiga va vaqtiga e'tibor berildi. Bundan tashqari, bu jarayonda dialdegid natriy alginatni qo'shimchalarsiz sof holda ajratib olishga e'tibor qaratilgan. Bu borada dializ jarayoni muhim ahamiyatga ega ekanligi ko'rsatildi. Dialdegid natriy alginat oksidlanish darajasi gidroksilamin gidrokslorid bilan titrlash orqali aniqlandi. Olingan moddalar IQ va XRD usullari yordamida tahlil qilindi.

**Kalit so'zlar:** charophyceae, oksidlanish darajasi, ultratovushli ekstraksiya usuli, kristallanish darajasi, natriy alginat (SA), dialdegid natriy alginat (DSA).

#### РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ДИАЛЬДЕГИД АЛЬГИНАТА НАТРИЯ

Аннотация

Альгинат натрия экстрагировали из Charophyceae с помощью ультразвука. Был изучен процесс окисления альгината натрия для получения различных свойств. В качестве окислителя использовали периодат натрия. В результате был получен диальдегид-альгинат натрия. С целью изучения оптимальных условий процесса окисления внимание уделялось температуре реакции, времени и концентрации окислителя. Кроме того, было уделено внимание извлечению диальдегида альгината натрия в чистом виде без добавок. Было показано, что процесс диализа важен в этом отношении. Степень окисления диальдегида-альгината натрия определяли титрованием гидрохлоридом гидроксиламина. Полученные вещества анализировали методами ИК и РФА.

**Ключевые слова:** charophyceae водоросли, степень окисления, метод экстракции с ультразвука, степень кристаллизации, альгинат натрия (SA), диальдегид альгината натрия (DSA).

**Introduction.** Alginates are important polysaccharides from algae, and due to their high biocompatibility, today they occupy the main place in the delivery of biomedical substances to organisms [1]. In researchs, we can see that oxidized alginate-based hydrogels are used for tissue engineering, including bone tissue, muscle tissue, blood vessels, cornea, and other soft tissues. Covalent cross-linking of DSA leads to a decrease in the number of free aldehyde groups, which increases the mechanical properties of alginate derivatives and improves the biocompatibility of DSA. Therefore, DSA-based hydrogels can have properties suitable for various medical applications by adjusting the composition or oxidation level of the ingredients in the gel. Injectable alginate hydrogels and their compositions can be used for bone tissue regeneration [2-5].

Therefore, in this work, special attention was paid to determining the oxidation level by oxidation of sodium alginate with an oxidizing agent (NaIO<sub>4</sub>) and titration with hydroxylamine hydrochloride [6]. In this case, the dependence of the oxidizing agent concentration, reaction time, and reaction temperature on the optimization of the sodium alginate oxidation reaction was established. All obtained substances were analyzed using physical research methods: infrared (IR) and X-ray phase analysis (XRD).

**Materials and methods.** As starting materials sodium alginate (SA) (≥96%; Charophyceae, found in water bodies in Uzbekistan, was isolated from blue-green algae using the extraction method), sodium periodate (≥99.8%; Sigma Aldrich), hydroxylamine hydrochloride (≥99%; Sigma Aldrich), ethylene glycol, sodium chloride, sulfuric acid, chloroform, methanol, sodium carbonate, sodium hypochlorite, alcohol, acetone were used without further purification.

##### Extraction of sodium alginate (SA) from plant material

20 g of charophyceae algae were placed in a flat-bottomed flask equipped with ultrasonic equipment (Witeg, Germany. 230V-50/60Hz) at 60°C, 40Hz, 150V and extracted with 0.2M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> acid solution for 1 hour. After a certain period, the plant residue was collected from the extraction composition and washed three times with distilled water. The resulting product was extracted with 5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> for 1 hour. The resulting extract was centrifuged and plant residues were collected from the extract. 2.5% NaClO solution was added to the extract to bleach sodium alginate. Then the extract was passed through a vacuum filter and the polysaccharide was precipitated by adding ethanol to the extract in a ratio of 1:3. Sodium alginate from the extract was collected by filtration, washed twice with acetone, and dried in a drying cabinet at 40°C. The product constituted 2.8% of the plant mass.

##### Synthesis of dialdehyde sodium alginate (DSA)

Sodium alginate oxidation reactions were carried out in a water-alcohol solution (3:1 ratio). 2.0 g of sodium alginate was dissolved in a water-alcohol solution in an 80 ml 150 ml flask equipped with a magnetic stirrer (the flask was protected from light with aluminum foil to prevent



additional reactions under the influence of light). Then 20 ml of 0.2 M sodium periodate solution was added. After a certain time (24 hours), 1 ml of ethylene glycol was added to the reaction (where ethylene glycol acts as an inhibitor stopping the reaction) and stirred for 30 minutes. Then dialdehyde sodium alginate (DSA), formed upon the addition of 1 g of NaCl and 300 ml of ethanol, was precipitated and separated by filtration. After that, it was dissolved in 10 ml of deionized water, and 20 ml was placed in a dialysis bag (7K MWCO dialysis tubing, dry diameter (ID) 22 mm × 10.7 m) and dialyzed in 1000 ml of deionized water for 24 hours. After a certain time, DSA was reprecipitated by adding 0.5 g of NaCl and 100 ml of alcohol and after filtration, it was reprecipitated by stirring in 20 ml of acetone. Finally, the filtered DSA was dried in a drying oven at 40 °C. The obtained substance is 1.54 g.

#### Determination of DSA oxidation level using hydroxylamine hydrochloride

Sodium dialdehyde was quantitatively reacted with  $\text{NH}_2\text{OH}$  to determine the oxidation state of alginate and determined by titration to the initial pH value with NaOH solution. 0.02 g of DSA was dissolved in 5 ml of deionized water, then 5 ml of 0.25 M  $\text{NH}_2\text{OH}$  was added and stirred. The reaction was carried out at room temperature for 48 h under magnetic stirring. Quantitatively,  $\text{NH}_2\text{OH}$  reacts with -CHO groups of sodium alginate, releasing one mole of HCl for each -CHO group. Then 2.00 ml of the sample was taken and diluted with 5 ml of deionized  $\text{H}_2\text{O}$ , then titrated with 0.01 M standard NaOH solution until pH 4.6 was reached and calculated using the following formula (1).

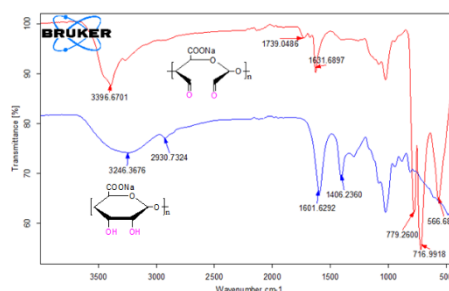
$$OD = 198 \times 0.01 \frac{V_2 - V_1}{2W} \times 100\% \quad (1)$$

Here: OD is the degree of oxidation of the polymer chain; 198 – mass of sodium alginate monomer; 0.01 – NaOH standard molar solution;  $V_2$  – volume of NaOH used for titration of dialdehyde sodium alginate (ml);  $V_1$  – volume of NaOH (ml) used for titration of unoxidized sodium alginate; W is the molecular weight of sodium alginate.

#### Results and discussion.

##### Analysis of IR spectra of sodium alginate and dialdehyde sodium alginate.

As a result of the reaction, DSA was obtained, and when comparing the IR spectra of sodium alginate and its dialdehyde derivative (picture 1), a new vibration frequency was formed in the region of  $1739 \text{ cm}^{-1}$  due to the stretching vibrations of the carbonyl (C=O) group of the aldehyde compound of sodium alginate dialdehyde.



Picture 1. IR spectr: – dialdehyde sodium alginate (DSA) and – sodium alginate (SA)

Also, both compounds have a stretching vibration frequency of the carbonyl (C=O) bonds of the carboxyl group in the region of  $1601\text{--}1631 \text{ cm}^{-1}$ , while the stretching vibration frequency of OH bonds shifted from  $3246 \text{ cm}^{-1}$  to  $3396 \text{ cm}^{-1}$ .

To study the degree of oxidation of DSA, the dependence on the reaction temperature, time, and concentration of sodium periodate was considered. Sodium periodate solutions were used in concentrations of 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1.0 M. As the concentration of sodium periodate increased, DSA with a high degree of oxidation was obtained, and the yield of DSA formation also increased significantly (table 1).

Table 1. The degree oxidation of sodium alginate

Dialdehyde sodium alginate					
Substance	Concentration, M (mol/l)				
Sodium peroxide concentration	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
Oxidation degree of sodium alginate (%)	50.96	51.88	52.56	53.91	56.84

The degree of oxidation of dialdehyde sodium alginate was studied as a function of time from a minimum of 2 hours to a maximum of 48 hours, and as a result of the experiment, it was determined that the optimal reaction time was 24 hours. From Table 2, we can see that as the reaction time increased, the degree of oxidation also increased, but after 24 hours, the degree of oxidation remained almost unchanged. When analyzing the samples obtained as a result of the experiment using the IR spectroscopy method, based on the results obtained after the first 2 hours, it is evident that due to the stretching vibrations, a new vibration frequency was formed in the region of  $1726 \text{ cm}^{-1}$  bonds of the carbonyl (C=O) group of the aldehyde compound in sodium dialdehyde alginate. As the reaction time increased, the intensity of the valence vibration frequency of the carboxyl group (C=O) bonds of sodium alginate in the region of  $1603 \text{ cm}^{-1}$  was observed to decrease. As a result, it can be seen that the productivity of DSA is increasing.

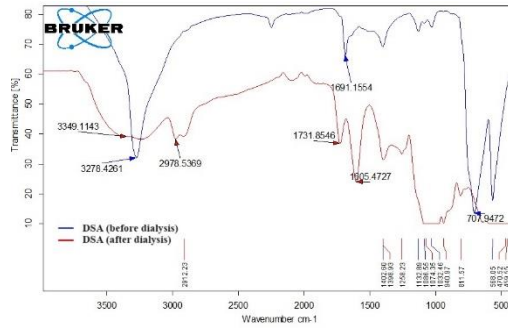
Table 2. Time dependence of sodium alginate oxidation degree

Dialdehyde sodium alginate									
Reaction time (hour)	2	4	6	8	10	12	24	36	48
Oxidation degree of sodium alginate (%)	21.44	36.57	43.7	48.32	51.63	52.84	86.31	86.47	86.53

After 24 hours, in the period of 48 hours, the level of oxidation of DSA was almost unchanged. Therefore, based on the results of the experiments, the optimal time of the oxidation reaction was 24 hours.

#### Dialdehyde sodium alginate dialysis process

Dialysis is an important process to obtain dialdehyde-sodium alginate in pure form. The main purpose of this is to purify the unreacted sodium periodate from the DSA formed by the oxidation of sodium alginate with sodium periodate. Alternatively, DSA prevented the analysis of desired functional groups when viewed by infrared (IR) spectroscopic analysis (picture 2). According to the IR spectroscopy analysis of DSA before dialysis, it was observed that DSA produced an intense peak at  $3278 \text{ cm}^{-1}$  due to excess sodium periodate instead of the signal belonging to the -OH group at  $3300\text{--}3500 \text{ cm}^{-1}$ . When DSA was re-dissolved in water and dialyzed through a dialysis bag, excess sodium periodate in the solution medium was removed from the solution medium and DSA was isolated pure. The presence or absence of  $\text{NaIO}_4$  in the dialysis medium is determined by  $\text{AgNO}_3$  solution.



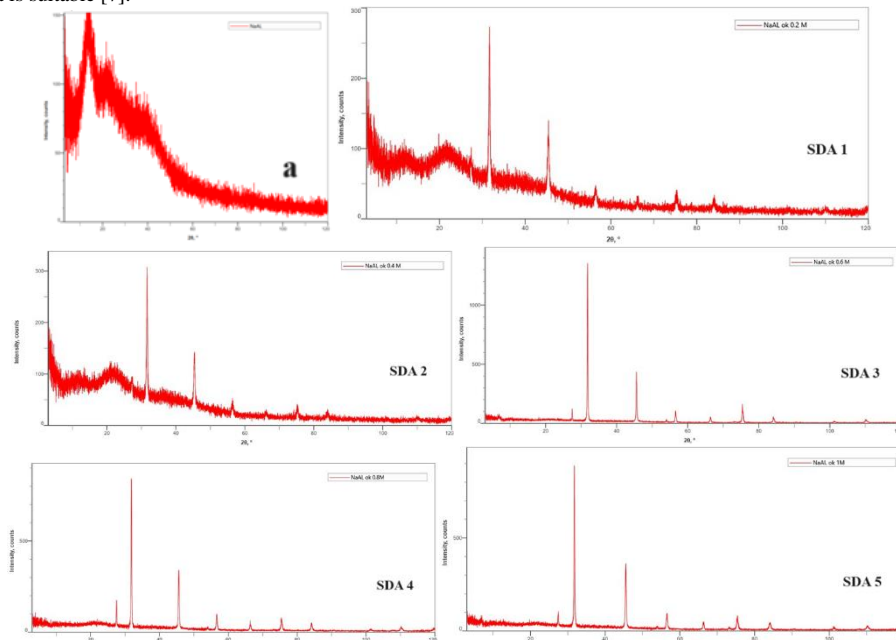
Picture 2. IR spectr of dialdegidnatriy alginat (DSA)

Comparing the IR spectra of all DSA obtained after dialysis, a broadened signal was formed in the region of 3349 cm<sup>-1</sup>, characteristic of the valence vibration of the -OH group. Also, the frequency corresponding to the aldehyde group is shown in the area of 1731 cm<sup>-1</sup>.

**Analysis of XRD of sodium alginate (SA) and dialdehyde sodium alginate (DSA)**

The result of XRD analysis shows that sodium alginate (SA) has a high intensity at 2θ = 13.6° and an average intensity peak at 2θ = 27.5°. The degree of crystallinity of sodium alginate extracted from Charophyceae algae was 26.4%, and sodium alginate was found to be semi-crystalline.

Compared with the values given in the literature, it has been proved that the roentgenogram of sodium alginate extracted from the Charophyceae plant is suitable [7].



Picture 3. Roentgenograms of the SA and SDA specimens

According to the above X-ray diffraction results, SDA1 of all samples; SDA2; SDA3; We can see that the peak generated by SDA4 and SDA5 2θ=31.68° increases in intensity. The low-intensity peak formed at 2θ = 43.92, which belongs to sodium alginate, shifted to 2θ = 45.38° and showed moderate intensity. Also, the increase in the number of new peaks in the areas of 56.36° and 109.94° indicates that the SDA5 sample has a higher crystallinity index than the SDA1 sample. And SDA1 < SDA2 < SDA3; In the sequence of SDA4 and SDA5, sodium alginate is inversely proportional to the amorphous property, that is, it represents an increasing degree of crystallinity.

Table 3. Degree of crystallinity of sodium alginate

Dialdegido- natriy alginat (DSA)						
Substance	SA	SDA1	SDA2	SDA3	SDA4	SDA5
Degree of crystallinity %	26.4	50.6	51.8	63.3	63.4	63.7

XRD analysis showed that as the oxidation state of SDA increased, so did its crystallinity, as shown in the diagram below (figure 1).

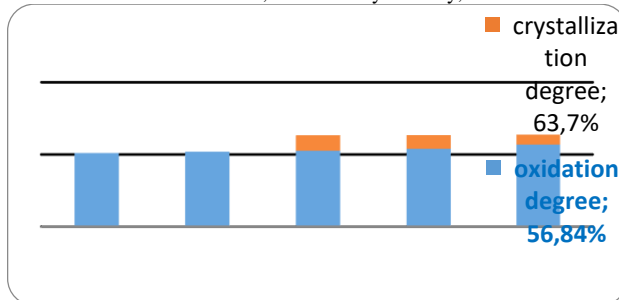


Figure 1. The degree of oxidation of SDA depends on the degree of crystallinity

**Conclusion.** Extraction of sodium alginate from Charophyceae plant using ultrasonic extraction method was successfully carried out. Compared with the conventional method, the product yield was much higher and was 2.8%. In order to obtain new derivatives of sodium alginate,

its oxidation process was studied. Dialdehyde was studied by titration using hydroxylamine hydrochloride to study the degree of oxidation of sodium alginate. Special attention was paid to the dialysis process in the extraction of pure dialdehyde sodium alginate and the goal was achieved.

#### REFERENCE

1. Isiklan N, Inal M, Kursu F, Ercan G. pH responsive itaconic acid grafted alginatemicrospheres for the controlled release of nifedipine. // Carbohydrate Polymers. –2010. V. –84. –PP. 933-943.
2. Yang J, Xie Y, He W. Research progress on chemical modification of alginate: A review. // Carbohydrate Polymers. –2010. V. –84. –PP. 33-39.
3. Reakasame S, Boccaccini A. Oxidized alginate-based hydrogels for tissue engineering applications. // Biomacromolecules. –2018. V. –19. –PP. 3-21.
4. Hernandez A, Tellez L, Rodriguez L. Alginate hydrogels for bone tissue engineering, from injectables to bioprinting. // Carbohydr. Polym. –2020. –PP. 229
5. Helmiyati M, and Aprilliza M. Characterization and properties of sodium alginate from brown algae used as an ecofriendly superabsorbent. // Materials Science and Engineering. –2019. doi:10.1088/1757-899X/188/1/012019
6. Reyes J, Herretes S, Pirouzmanesh A, Wang D, and other. A modified chondroitin sulfate aldehyde adhesive for sealing corneal incisions. // Investig. Ophthalmol. Vis. Sci. –2005. V. –46, –PP. 1247-1250.
7. Jonas S, Otgontuul T, Nohman A, and other. A fast method to measure the degree of oxidation of dialdehyde celluloses using multivariate calibration and infrared spectroscopy // Carbohydrate Polymers. –2022. V. –278. –PP. 118887



УДК: 581.547.54.05.577.13.

Қиличбек ШЕРҒОЗИЕВ,

Преподаватель кафедры химии Ферганского государственного университета

E-mail: qilichbek1000@gmail.com

Икболжон ЖАЛОЛОВ,

Доцент кафедры химии Ферганского государственного университета, DSc

Шавкатжон ТУРГУНБОЕВ,

Доктор философии по химическим наукам (PhD)

E-mail: shavkatjonturgunboev@mail.ru

Рецензент PhD Х.Саминова

#### ANABASIS APHYLLA L. O'SIMLIGINING ENDOFIT ZAMBURUG'LARI TOMONIDAN SINTEZ QILINGAN BIOLOGIK FAOL MODDALAR TADQIQI

Аннотация

Ushbu maqolada *Anabasis aphylla* L. o'simlik zamburuglaridan deoksixol kislotasining birinchi marta izolyatsiya qilinishi va uning fizik-kimyoviy xususiyatlari haqida ma'lumot beriladi. Tadqiqot jarayonida yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) va LC-MS tahlil usullari qo'llanilib, moddaning tozaligi, tarkibi va molekulyar massasi aniqlangan. Fizik-tadqiqot usullari, jumladan YaMR, UB va IQ spektroskopiyalari orqali deoksixol kislotasining aniq kimyoviy tuzilishi tasdiqlandi. Ushbu natijalar, *Anabasis aphylla* L. o'simlik zamburuglaridan deoksixol kislotasining potentsial biologik faoliyatini o'rganish uchun yangi imkoniyatlar yaratadi va kelajakdagi tadqiqotlar uchun muhim asos bo'ladi.

**Kalit so'zlar:** *Anabasis aphylla* L., deoksixol kislotasi, endofit zamburuglar, YaMR, yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC), LC-MS, IQ va UB spektrofotometriya, spektroskopiya, biologik faollik.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ ЭНДОФИТНЫМИ ГРИБАМИ РАСТЕНИЯ ANABASIS APHYLLA L.

Аннотация

В данной статье представлена информация об изоляции дезоксихоловой кислоты из грибов растения *Anabasis aphylla* L. впервые, а также о её физико-химических свойствах. В ходе исследования использовались методы высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и LC-MS анализа для определения чистоты, состава и молекулярной массы вещества. С помощью физических методов исследования, включая ЯМР, УФ и ИК-спектроскопии, была подтверждена точная химическая структура дезоксихоловой кислоты. Эти результаты создают новые возможности для изучения потенциальной биологической активности дезоксихоловой кислоты, выделенной из грибов растения *Anabasis aphylla* L., и представляют важную основу для будущих исследований.

**Ключевые слова.** *Anabasis aphylla* L., дезоксихоловая кислота, эндофитные грибы, ЯМР, высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), LC-MS, ИК и УФ спектрофотометрия, спектроскопия, биологическая активность.

#### STUDY OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS SYNTHESIZED BY ENDOPHYTIC FUNGI OF ANABASIS APHYLLA L.

Annotation

This article provides information on the first-time isolation of deoxycholic acid from the fungi of *Anabasis aphylla* L. and its physicochemical properties. During the study, high-performance liquid chromatography (HPLC) and LC-MS analysis methods were used to determine the purity, composition, and molecular mass of the substance. Through physical research methods, including NMR, UV, and IR spectroscopy, the precise chemical structure of deoxycholic acid was confirmed. These findings open new possibilities for studying the potential biological activity of deoxycholic acid isolated from the fungi of *Anabasis aphylla* L. and lay a crucial foundation for future research.

**Key words.** *Anabasis aphylla* L., deoxycholic acid, endophytic fungi, NMR, high-performance liquid chromatography (HPLC), LC-MS, IR and UV spectrophotometry, spectroscopy, biological activity.

**Введение.** *Anabasis aphylla* L. - одно из растений, широко распространённых в Средней Азии, адаптированных к суровым природным условиям и богатое рядом биологически активных веществ. Это растение произрастает в степных и полупустынных регионах, демонстрируя высокую устойчивость к солёным и засушливым условиям. В традиционной медицине применение растения *Anabasis aphylla* L. весьма распространено, главным образом благодаря веществам с ранозаживляющим, противовоспалительным и антисептическим свойствами.

Проведено несколько научных исследований, направленных на выделение и изучение биологически активных веществ. Исследования показывают, что химический состав *A. aphylla* L. весьма богат. В частности, начиная с 1960-х годов, учёные уделяли особое внимание выделению из этого растения биологически активных веществ, таких как алкалоиды, флавоноиды и сапонины. Было установлено, что многие из этих веществ обладают антибактериальными, противогрибковыми, противовоспалительными и даже противоопухолевыми свойствами. Например, в результате проведённых исследований из растения *A. aphylla* L. был выделен алкалоид анабасин, который, как было установлено, является эффективным инсектицидом. В другом исследовании рассматривались возможности применения флавоноидов, выделенных из *A. aphylla* L., в качестве антиоксидантов. Благодаря способности флавоноидов защищать клетки от воздействия свободных радикалов, это вещество приобрело важное значение в косметической и фармацевтической областях [1-3].

Эндофиты - это микроорганизмы, в основном грибы и бактерии, которые живут в симбиотической связи с растениями. Они обитают в клетках растений и участвуют в синтезе различных биологически активных веществ. Биологическая активность веществ, синтезированных эндофитами растений, активно исследуется в научных работах, и были выделены многочисленные соединения с лекарственными свойствами. Например, вещество паклитаксел (таксол), синтезированное эндофитами, выделенными из растения *Taxus brevifolia*, широко используется в лечении рака [4-5].

С этой точки зрения актуальным является выделение и исследование биологически активных веществ из эндофитов таких растений, как *A. aphylla* L., и изучение их химических свойств. В рамках данного исследования рассмотрены результаты исследований образцов растения *A. aphylla* L., собранных в Олтиарыкском районе Ферганской области. Вещества, синтезированные с помощью эндофитных грибов, выделены химическими методами, а также изучена их биологическая активность. Основным полученным веществом

является дезоксихоловая кислота, которая впервые была синтезирована грибами и идентифицирована с помощью различных физико-химических методов.

**Материалы и методы.** Для исследования образцы растения *A. aphylla* L. были собраны на холмистой местности Олтиарыкского района Ферганской области. Пробы, взятые из корня, стебля и листьев растения, были доставлены в лабораторию, очищены и стерилизованы 96%-м раствором этанола при высоком давлении и температуре. Для выделения эндофитных грибов из растений использовали питательную среду (Nutrient Agar Hi Media M001 500gm, Non Prescription) в устройстве (БМБ-П-«Ламинар-С»-1,2 NEOTERIC). Части образцов помещали в питательную среду и инкубировали при температуре 28 °С. Колонии грибов выделялись после 14 дней инкубации. Для получения чистой культуры гриба этот процесс повторяли трижды.

После 14 дней культивирования эндофитные грибы были подвергнуты воздействию неблагоприятных условий для стимуляции процесса синтеза. Для этого количество питательной среды периодически уменьшалось, температура снижалась, а pH среды изменялся. Поддерживаемые в таких условиях в течение 14 дней грибы выделяли синтезированные вещества. Водная часть была отделена от колоний эндофитных грибов.

Вещества, синтезированные эндофитными грибами, были экстрагированы из водной фазы с помощью этилового ацетата. В процессе экстракции вещества, синтезированные грибами, переходили в органическую фазу. Выделенный экстракт затем был фракционирован с помощью колоночной хроматографии. Остаток после испарения из смеси растворяли в различных органических растворителях для проверки растворимости. В результате из смеси было выделено чистое белое кристаллическое вещество, растворимое в воде и этаноле, но не растворимое в метаноле. Данное вещество было исследовано с помощью физико-химических методов, таких как ультрафиолетовая (УФ), инфракрасная (ИК), ядерно-магнитно-резонансная (ЯМР) спектроскопия, высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), масс-спектрометрия (МС).

Ядерно-магнитный резонанс (ЯМР) проводили на спектрометре с частотой 600 МГц. В качестве растворителей использовали  $\text{CDCl}_3$  и  $\text{DMSO-d}_6$ . Спектры  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  NMR были записаны при комнатной температуре. Внутренним стандартом для калибровки служил тетраметилсилан (TMS) [6].

Обратная фазовая папо-LC-MS/MS проводилась с использованием чип-Q-TOF масс-спектрометра Agilent Technologies 6520B, подключённого к системе папо-ЖХ Agilent 1200. Образец фракционировали на хроматографе Agilent Technologies 1200 через Zorbax SB C18 ЧИП, 5 мкм, 75 мкм x 43 мм. Мобильная фаза: А — 0,1% раствор муравьиной кислоты + 5% ацетонитрил, В — ацетонитрил + 0,1% муравьиной кислоты + 10% дейонизированной воды. Анализ выполнялся на приборе Agilent Technologies 1260 Series Cap Pump с потоком 4 мкл/мин. Элюция проводилась на приборе Agilent Technologies 1260 Nano Pump с потоком 0,6 мкл/мин. Градиент концентрации В — по времени: 0% - 3 мин, 60% - 12-18 мин, 0% - 20 мин. Растворы дегазировались на дегазаторе Agilent Technologies 1260 mk. Образцы наносили на колонку объёмом 2 мкл с помощью прибора Agilent Technologies Micro WPS. Фракции анализировали с использованием масс-спектрометрии в следующих условиях:

Источник ионизации: ESI+, поток сушащего газа: 4 л/мин, температура сушащего газа: 350°C, напряжение на конусе скриммера: 65V, фрагментатор: 175V, диапазон массы: в режиме MS 50 – 3000 m/z, в режиме MS/MS 50 – 2500 m/z, напряжение CAP от 1800 до 2500V. Метод ионизации: положительный [7].

Для УФ-спектроскопии вещества использовали спектрофотометр MetashUV5100 с длиной волны 190-1100 нм. ИК-спектр был записан на спектрометре Shimadzu IR spiritX в диапазоне 400-4000  $\text{cm}^{-1}$  [8-9].

**Результаты и анализ.** Исследованы начальные физические свойства вещества, выделенного в чистом виде (Рис. 1). Было установлено, что вещество является твёрдым, беловатого цвета, с температурой плавления 174-177°C.

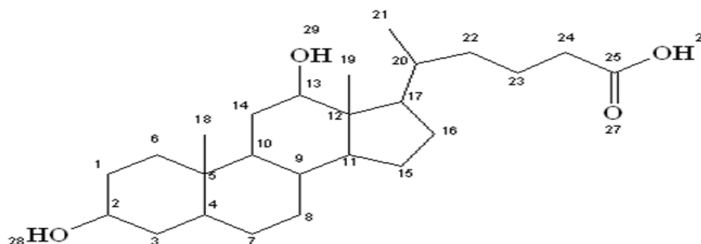


Рисунок 1. Структура вещества

Вещество было исследовано физико-химическими методами, такими как ультрафиолетовая (УФ), инфракрасная (ИК) спектроскопия, ядерный магнитный резонанс (ЯМР), высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) и масс-спектрометрия (МС).

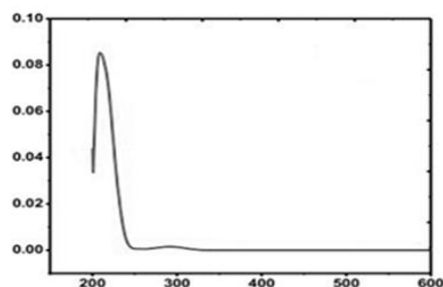


Рисунок 2. УФ-спектр вещества

Путём измерения УФ-спектра поглощения вещества были получены предварительные данные о его структуре. Было установлено, что спектр показал максимальную точку поглощения на 208 нм, что свидетельствует об отсутствии ароматических компонентов, так как это значение характерно для неконъюгированных систем, обычно не содержащих большое количество  $\pi$ -электронов. Ароматические соединения, такие как бензольное кольцо, обычно показывают поглощение при более высоких длинах волн, однако в данном спектре такие поглощения отсутствовали (Рис. 2).



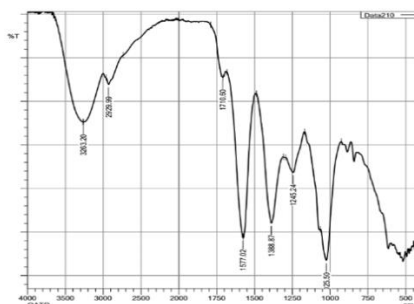


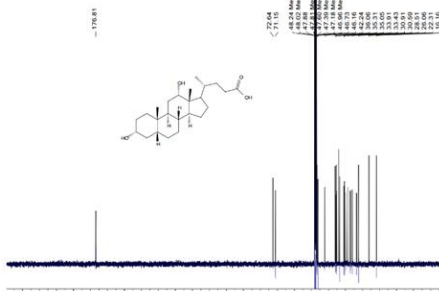
Рисунок 3. ИК спектр вещества

Для определения функциональных групп в молекуле вещество было исследовано с использованием инфракрасного излучения. Анализ ИК-спектра помогает определить различные функциональные группы в молекуле. В спектре наблюдалось широкое поглощение в области  $3300\text{--}2500\text{ см}^{-1}$ , что соответствует валентным колебаниям гидроксильной группы (O-H). Для карбоновых кислот это поглощение обычно проявляется в широкой форме, тогда как спирты образуют более узкие полосы поглощения. Поглощение в диапазоне  $1700\text{--}1725\text{ см}^{-1}$  указывает на валентные колебания карбонильной группы (C=O), что характерно для карбоновых кислот, поскольку гидроксильная группа, присоединённая к карбонильной группе, влияет на её связь. Колебания в диапазонах  $2850\text{--}2960\text{ см}^{-1}$  и  $1350\text{--}1470\text{ см}^{-1}$  указывают на наличие метиленовых ( $-\text{CH}_2-$ ) и метильных ( $-\text{CH}_3$ ) групп. Также в спектре наблюдаются полосы поглощения в диапазонах  $1050\text{--}1300\text{ см}^{-1}$  и  $700\text{--}900\text{ см}^{-1}$ , характерные для валентных колебаний C-O в карбоновых кислотах и спиртовых группах, а также для циклоалкановых структур (Рис. 3).

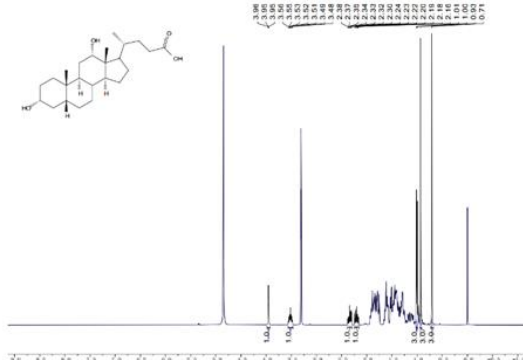
Для получения информации о чистоте и составе вещества использовали высокоэффективную жидкостную хроматографию (ВЭЖХ). На хроматограмме ВЭЖХ наблюдается чёткий сигнал, указывающий на наличие только одного основного компонента в веществе. Это указывает на высокую чистоту вещества, так как сигнал представлен с одинаковой интенсивностью и однородностью. Обычно такой чёткий сигнал наблюдается в случае отсутствия побочных продуктов или примесей, что подтверждает чистоту вещества.

Молекулярная масса вещества была точно определена с помощью LC-MS. Основной пик в масс-спектре наблюдается при  $m/z$  391, что соответствует молекулярной массе 391 г/моль, что подтверждает принадлежность к молекулярному иону  $[\text{M}^+]$  дезоксихоловой кислоты. Наличие этого сигнала указывает на ионизацию молекулы без существенного распада, что подтверждает её целостность.

Данные ЯМР-спектра были также проанализированы. На  $^1\text{H}$  ЯМР-спектре видно несколько резонансных сигналов, что свидетельствует о наличии атомов водорода, находящихся в различных химических окружениях. Сигнал в области 0,70 м.д., предположительно принадлежащий метильной группе ( $-\text{CH}_3$ ), указывает, что эта группа не связана с бензольным кольцом. Сигналы с высокой плотностью в областях 0,91, 0,95 и 1,43 м.д. указывают на водородные атомы в алифатической углеводородной цепи, находящиеся близко друг к другу. Кроме того, в областях 2,10 и 2,22 м.д. видны сигналы, указывающие на водородные атомы, находящиеся рядом с ароматической системой. Сигнал в области 3,65 м.д. принадлежит водороду, находящемуся рядом с углеродом, связанным с гидроксильной ( $-\text{OH}$ ) или метоксильной ( $-\text{OCH}_3$ ) группой. Синглетный сигнал в области 4,06 м.д. может принадлежать отдельному протону, потенциально связанному с бензольным кольцом (Рис. 4).

Рисунок 4.  $^1\text{H}$  ЯМР-спектр вещества

В  $^{13}\text{C}$  ЯМР-спектре сигналы в области 0,70–1,70 м.д. указывают на различное положение атомов углерода, что помогает подтвердить наличие карбонильной группы, связанной с бензольным кольцом, или ароматической системы (Рис. 5).

Рисунок 5.  $^{13}\text{C}$  ЯМР-спектр вещества.

**Заключение.** В ходе исследования впервые была синтезирована дезоксихоловая кислота из эндофитных грибов растения *A. aphylla* L. В процессе исследования были использованы методы анализа высокой эффективности жидкостной хроматографии (HPLC) и LC-MS, которые предоставили важные сведения о чистоте и составе вещества. Это подтвердило его определённый и точный состав, а также показало, что молекулярная масса равна 391,28589. Кроме того, физико-химические методы исследования, включая ЯМР, УФ и ИК спектроскопии, позволили точно определить химическую структуру дезоксихоловой кислоты. Результаты данного исследования предоставляют новые знания о выделении дезоксихоловой кислоты из грибов растения *A. aphylla* L. Это также закладывает основу для

будущих исследований потенциальной биологической активности данного вещества, которое составляет основу многих препаратов, применяемых для профилактики и лечения заболеваний пищеварительной системы и желудочно-кишечного тракта [10-12].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гречаный И.А. Большой иллюстрированный справочник лекарственных растений. 600 рецептов и секретов потомственного травника. Белгород. 2015. 544 с., ил.
2. Du H, Wang Y, Hao X, Li C, Peng Y, Wang J, Liu H, Zhou L. Antimicrobial phenolic compounds from *Anabasis aphylla* L. Nat Prod Commun. 2009 Mar;4(3):385-8. PMID: 19413118.
3. Yang Y, Li WL, Gong T, Wang HQ, Chen RY. Studies on the chemical constituents of *Anabasis aphylla* L. Yao Xue Xue Bao. 2010 Dec;45(12):1523-6. PMID: 21348421.
4. Ancheeva E, Daletos G, Proksch P. Bioactive Secondary Metabolites from Endophytic Fungi. Curr Med Chem. 2020;27(11):1836-1854. doi: 10.2174/0929867326666190916144709. PMID: 31526342.
5. Ernest Hodgson, Toxins and Venoms, Progress in Molecular Biology and Translational Science, Volume 112, 2012, P 373-415, ISSN 1877-1173, ISBN 9780124158139, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-415813-9.00014-3>.
6. Gunawan, Ramdhan & Nandiyanto, Asep & Ijost, Ijost. (2021). How to Read and Interpret 1H-NMR and 13C-NMR Spectrums. Indonesian Journal of Science and Technology. 6. 267-298. 10.17509/ijost.v6i2.34189.
7. Thurman, E. M.; Ferrer, Imma (2003). Liquid chromatography/mass spectrometry, MS/MS and time of flight MS: analysis of emerging contaminants. Columbus, OH: American Chemical Society. ISBN 978-0-8412-3825-1.
8. Mohammed, A.M. 2018. UV-Visible Spectrophotometric Method and Validation of Organic Compounds. European Journal of Engineering and Technology Research. 3, 3 (Mar. 2018), 8–11. DOI:<https://doi.org/10.24018/ejeng.2018.3.3.622>.
9. Lawrence, Candace M., "Organic Chemistry I Drill (CHEM2210D) - Module 2 - Functional Groups and Infrared Spectroscopy" (2019). Course Modules. 8. [https://digitalcommons.xula.edu/doc\\_cm/8](https://digitalcommons.xula.edu/doc_cm/8).
10. <https://www.gastroscan.ru/handbook/144/7953>.
11. <https://www.vidal.ru/drugs/molecule/1100>.
12. <https://medach.pro/post/2906>.



UDK: 66.045.5

**Надира ЮСУПОВА**,  
д.ф.т.н., доцент, (DSc) докторант «ПиАХТ» ИОНХ АН РУз Узбекистан  
E-mail: nadira\_87@mail.ru  
**Нурлан САРСЕНБАЕВ**,  
стажёр преподаватель КГУ имени Бердаха Узбекистан, Р.Каракалпакстан  
**Акмошак ИСАКОВА**,  
стажёр преподаватель Янгийерский филиал ТашХТИ Узбекистан, Сырдарийнская область  
**Кумуш АХМЕДОВА**,  
PhD Докторант «ПиАХТ» ИОНХ АН РУз

Под рецензией старшего преподавателя филиала "Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина", PhD, Аюсбаева Алишера.

### ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНДЕНСАЦИИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ В ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ

Аннотация

В статье приведены результаты экспериментальных исследований и результаты визуальных наблюдений многокомпонентной парогазовой смеси в процессе конденсации. Было определено что, если в составе многокомпонентной парогазовой смеси доля твердых частиц составляет более 3%, теплоотдача несколько замедляется, т.е. количество теплоты, которое передается в единицу времени через расчетную единицу поверхности.

### DEPENDENCE OF CONDENSATION EFFICIENCY ON SOLID PHASE CONCENTRATION IN THE VAPOUR-GAS MIXTURE

Annotation

The article presents the results of experimental studies and the results of visual observations. It was determined that when the share of solid particles in the composition of a multicomponent vapour-gas mixture is more than 3%, the growth of the heat transfer coefficient value is somewhat slower.

### KONDENSATSIYA SAMARADORLIGINING BUG'-GAZ ARALASHMASIDAGI QATTIQ FAZANING KONSENTRATSIYASIGA BOG'LIQLIGI

Annotatsiya

Maqolada eksperimental tadqiqotlar natijalari va kondensatsiya jarayonida ko'p komponentli bug'-gaz aralashmasini vizual kuzatish natijalari keltirilgan. Ko'p komponentli bug'-gaz aralashmasidagi qattiq zarrachalarning ulushi 3% dan ortiq bo'lsa, issiqlik uzatish biroz sekinlashishi aniqlandi, ya'ni, sirtning hisoblangan birligi orqali vaqt birligida uzatiladigan issiqlik miqdori.

**Ключевые слова:** Теплообменник, подогреватель, экстракция, интенсификация, конденсация, концентрация.

**Введение.** Учитывая перспективность рынка в Узбекистане для использования пластинчатых теплообменников, предусматриваем в программных комплексах возможность расчета достаточно широко используемой у нас двухступенчатой смешанной схемы присоединения подогревателей горячего водоснабжения, принципы работы и расчета, которой в целом подобны одноступенчатой параллельной схеме, хотя и несколько сложнее [1].

Однако, программные комплексы фирм производителей не дают возможности расчета самой экономичной и наиболее применяемой в Узбекистане двухступенчатой последовательной схемы присоединения подогревателей горячего водоснабжения. При подборе теплообменников в этой схеме необходимо производить расчет подогревателя первой ступени путем многократных попыток и уточнений [2].

#### Анализ литературы по теме

В химической промышленности пары экстракционного бензина часто содержат микрочастицы шрота до 100 мкм, а шротоловушки не обеспечивают их полную фильтрацию, оставляя до 5-7% частиц. Известно, что мелкодисперсные твердые частицы способствуют росту центров конденсации и ускоряют процесс. В исследованиях для интенсификации конденсации применялись поверхностно-активные и инертные частицы пыли [3-4].

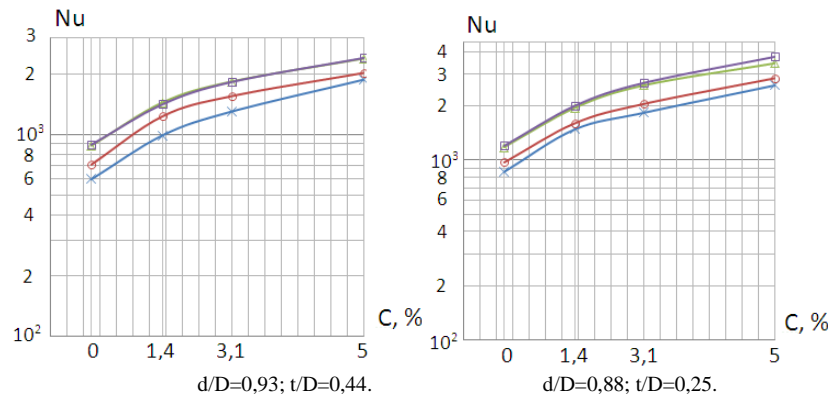
Несмотря на тот факт, что на пучке горизонтальных труб интенсивность теплообмена намного выше, чем на вертикальных трубах, последние чаще используют в химической и пищевой промышленности. Это продиктовано процессом самоочистки трубного пространство при использовании охлаждающей воды со средней и высокой жесткостью [5].

Процесс конденсации как правило происходит на поверхности при температуре, при которой давление насыщенного пара меньше парциального давления пара в парогазовой смеси [6]. Процесс может протекать на некоторой охлаждаемой поверхности или объеме смеси – на центрах конденсации, т.е. частицах пыли, ионах, каплях и т.д. [7]. Конденсация всегда начинается на поверхности каких-либо зародышей. Для повышения эффективности процесса, создаются условия конденсационного осаждения паров на поверхности микрочастиц [8].

#### Методология исследования

С целью интенсификации теплообмена при конденсации смеси экстракционный бензин - вода - частицы шрота смонтирована опытная установка (гл.2) и проведены исследования на трубах с кольцевыми канавками в широком диапазоне изменения режимных параметров [9].

Температура воды на входе изменялась в пределах 8-14°C, а скорость от 0,05 до 2,5 м/с. Скорость парогазовой смеси на входе варьировалась в диапазоне  $w_{шгс}=0,1-11$  м/с, что соответствует числам Рейнольдса  $Re_{шгс}=(0,22-20) \cdot 10^3$ . Концентрация твердой фазы в составе парогазовой смеси изменялась в диапазоне  $c=0-5\%$ .



**Рис.1.** Зависимость интенсивности теплообмена Nu от концентрации твёрдой фазы многокомпонентной парогазовой смеси экстракционного бензина при пленочной конденсации.

×-Re=3500; ○-Re=7800; Δ-Re=12000; □-Re=20000;

На рисунке 1 представлены результаты по пленочной конденсации паров экстракционного бензина содержащих твёрдую фазу на гладких поверхностях и трубах с кольцевыми канавками в виде функции  $Nu = f(c)$  для различных значений Re, d/D и t/D.

Из графиков видно, что с ростом концентрации частиц шрота в смеси наблюдается увеличение интенсивности теплоотдачи во всём диапазоне скоростей потока, для трубы с d/D=0,93 при Re=12000 и c=0% значение коэффициента теплоотдачи Nu=1450, при c=1,4% коэффициент Нуссельта Nu=1680, при c=3,1% Nu=1890 и соответственно при c=5% коэффициент Nu=1870. Резкий рост Nu с увеличением происходит до c=3-3,5%, а затем рост существенно замедляется. Подобная закономерность зафиксирована для всех экспериментальных труб и значений чисел Re.

Сравнение значений функций Nu=f(c) для труб с t/D=0,44 и t/D=0,25 при относительно одинаковых d/D=0,93, числа Re=12000 и c=1,4% величина Nu выше при шаге расположения кольцевых канавок t/D=0,25. Так, например, при t/D=0,44 значения Nu=1550, то при t/D=0,25 соответственно – Nu=2110, т.е. увеличение в 1,36 раза.

**Анализ и результаты**

Интенсификация теплообмена происходит за счёт осаждения микрочастиц шрота на теплообменную поверхность, которые служат центрами конденсации экстракционного бензина. Частое обновление плёнки увеличивает количество центров конденсации. При концентрации твёрдой фазы выше 3% рост коэффициента теплоотдачи замедляется из-за насыщения центров образования капель. Интенсификация теплообмена снижает температуру стенок труб, предотвращая прикипание микрочастиц.

Следует отметить, что наличие некоторого количества примеси в составе парогазовой смеси при плёночной конденсации является положительным фактором и способствует интенсификации конденсации.

Теоретический анализ показал, что для улучшения теплообмена и снижения гидравлического сопротивления лучше использовать витые трубы с канавками. Для интенсификации теплообмена в межтрубном пространстве оптимален выбор витой конструкции, так как витые трубы можно располагать тесными пучками, что невозможно с гладкими трубами, несмотря на повышение гидравлического сопротивления и затрат на прокачку теплоносителя.

Гидравлическое сопротивление в пучках витых труб не зависит от числа труб в пучке.

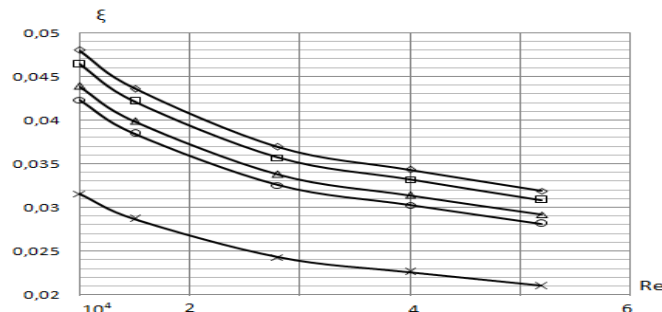
Характерно, что зависимость коэффициента гидравлического сопротивления  $\xi$  от числа Рейнольдса Re является плавной, без ярко выраженных переходов от ламинарного течения к турбулентному. Причем, чем меньше s/d, тем плавнее зависимость  $\xi$  от Re.

Для пучка из гладких труб коэффициент гидравлического сопротивления можно с высокой точностью определить по формуле Блазиуса которая имеет вид [10]:

$$\xi = \frac{0,266}{\sqrt[4]{Re}} \tag{1}$$

Для пучка из витых труб коэффициент гидравлического сопротивления можно с высокой точностью определить по формуле проф.Б.В.Дзюбенко которая имеет вид [11]:

$$\xi = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}} \cdot (1 + 3,6Fr^{-0,357}) \tag{2}$$



**Рис.2.** Гидравлическое сопротивление пучка гладких и витых труб при течении воды. × - гладкая труба; пучок витых труб:  $\diamond$  - Fr=230;  $\square$  - Fr=298,7;  $\triangle$  - Fr=496;  $\circ$  - Fr=714,3.

На рис.2 представлены результаты численных экспериментов по гидравлическому сопротивлению пучка витых труб при поперечном обтекании [12].

Функция  $\lambda(\xi = f(Re))$  плавно снижается. Для пучка гладких труб при увеличении числа Рейнольдса с 10,000 до 40,000 коэффициент гидравлического сопротивления уменьшается с 0.032 до 0.022, что составляет более 30%. Это соответствует данным других исследований.

**Выводы и предложения.** В заключении следует отметить, что при  $s/d < 6$  наклон экспериментальных кривых  $\xi = f(Re)$  отличается от теоретических из-за сложных потерь в ядре потока. Закрутка потока усиливает влияние вторичных течений, особенно при малых числах Рейнольдса, что ведёт к большему росту  $\xi$  в переходных режимах. При  $Re > 60000$  начинается автомодельный режим, увеличивая расхождение с теорией.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев В.Н. Теплообмен и трение на поверхностях, профилированных сферическими углублениями /В.Н. Афанасьев, А.И. Леонтьев, Я.П. Чудновский// Препр. МГТУ им. Н.Э. Баумана №1-90. – М.: Изд-во МГТУ, 1990. – 118с.: ил.
2. Бельский М.Я. Теплогидравлические характеристики поперечно обтекаемых поверхностей с лунками /М.Я. Бельский, М.А. Готовский, Б.М. Леках //Теплоэнергетика. – 1995. - №1. – С.49-51.
3. Бельский М.Я. Экспериментальное исследование тепловых и гидравлических характеристик теплообменных поверхностей, формируемых сферическими лунками. /М.Я. Бельский, М.А. Готовский, Б.М. Леках // Теплофизика высоких температур. – 1991. – Т.29. - №6. – С.1142-1147.
5. Жукаускас А.А. Конвективный перенос в теплообменниках. М.: Наука, 1982. 472 с.
6. А.М.Хурмаатов, Н.К.Юсупова, О.Т.Маллабаев, Д.Х. Мирхамитова. Physicochemical Properties of Light Ractions Which Released During the Distillation of Diluted Oil Sludge// Nat. Volatiles & Essent. Oils. – 2021. Vol. 8. №5. – P.10688 – 10693.
7. А.М.Хурмаатов, Н.К.Юсупова. Влияние режимных параметров на процесс получения битума//Научно-технический журнал наманганского инженерно-технологического института, - Наманган, 2019. -№3. – С. 74-79.
8. А.М. Хурмаатов, Н.К. Юсупова. Получение строительного битума из нефтяных шламов//Журнал «Химическая промышленность»: – Санкт-Петербург, 2020. №2. –С. 88-92.
9. А.М.Хурмаатов, Н.К.Юсупова. Результаты определения фракционного состава и физико-химические свойства нефтяных шламов// Журнал «Химическая промышленность»: - Санкт-петербург, 2019, №1. – С. 38-43.
10. Бектурсынов А.М., Бердимбетов С. Б, Юсупова Н.К. Интенсификация теплообмена в межтрубном пространстве кожухотрубчатых теплообменников // “UNIVERSUM” Технические науки №6 (99), 2022. – С. 41-44.
11. Бельский М.Я. Экспериментальное исследование тепловых и гидравлических характеристик теплообменных поверхностей, формируемых сферическими лунками. М.Я. Бельский, М.А. Готовский, Б.М. Леках // Теплофизика высоких температур. – 1991. – Т.29. - №6. – С.1142-1147.
12. Кесарев В.С. Структура течения и теплообмен при обтекании полисферического углубления турбулизированным потоком воздуха /В.С. Кесарев, А.П. Козлов// Вестник МГТУ. Сер. Машиностроение. – 1993. - №1. – С.106-115.
13. Бажан П.И., Каневец Г.Е., Селиверстов В.М. Справочник по теплообменным аппаратам. – М.: Машиностроение, 1989. – 366 с.





UDK: 502.55; 543.42

**Zuhra YAXSHIYEVA**,  
Jizzax davlat pedagogika universiteti professori, DSc  
E-mail: yaxshiyeva67@mail.ru  
**Zulayxo SMANOVA**,  
O'zbekiston milliy universiteti professori, k.f.d  
**Nazira MADUSMANOVA**,  
Jizzax davlat pedagogika universiteti doktoranti, PhD  
**Gulyorxin MIRADXAMOVA**,  
I Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali assistenti

#### ATROF MUHIT OBYEKTLARIDAN Mn (II) IONLARINI ANIQLASHNING SORBSION-SPEKTROSKOPIK USULI

Annotatsiya

Sanoat chiqindi suvlar tarkibidagi marganes (II) ionini sorbsion spektroskopik aniqlash usuli ishlab chiqildi. Immobillash metodikasi keltirildi. Marganes (II) ionini aniqlash uchun organik reagent bilan hosil qilgan kompleksni hosil bo'lishini pH muhiti, har xil vaqt oralig'i, xaroratga bog'liqligi o'rganildi. Immobillangan kupferon reagent bilan hosil qilgan kompleksning tuzilishini va reagentni tolaga immobillanish mexanizmi Rentgen flouressent va SEM orqali isbotlandi.

**Kalit so'zlar:** sorbsion-spektroskopiya, immobillash, kupferon, Marganes, organik reagentlar, PPD tola.

#### СОРБИЦИОННО-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ Mn(II) ИЗ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Аннотация

Разработан метод сорбционно-спектроскопического определения ионов марганца(II) в промышленных сточных водах. Представлен метод иммобилизации. Для определения иона марганца(II) изучена зависимость образования комплекса с органическим реагентом от pH среды, различных временных интервалов и температуры. Методами рентгенофлуоресценции и сканирующей электронной микроскопии доказана структура комплекса иммобилизованного купферонного реагента и механизм иммобилизации реагента на волокне.

**Ключевые слова:** сорбционно-спектроскопия, иммобилизация, купферон, марганец, органические реагенты, волокно ППД.

#### SORPTION-SPECTROSCOPIC METHOD FOR DETERMINATION OF Mn(II) IONS FROM ENVIRONMENTAL OBJECTS

Annotation

Developed the method of sorption-spectroscopic determination of manganese (II) ions in industrial wastewater. Presented the method of immobilization. For the determination of the manganese ion (II), the dependence of the formation of a complex with an organic reagent on the pH of the medium, various time intervals and temperature has been studied. The structure of a complex of immobilized copper-ion reagent and the mechanism of immobilization of the reagent on the fiber have been proved by X-ray and scanning electron microscopy.

**Key words:** sorption-spectroscopy, immobilization, kupferon, manganese, organic reagents, PDP fibers.

Marganets – bu organizmda oz miqdorda mavjud bo'lgan elementdir. U asosan suyaklar, jigar, buyraklar va oshqozon osti bezida mavjud. Marganets organizmga biriktiruvchi to'qima, suyaklar, qon ivish omillari va jinsiy gormonlar hosil bo'lishiga yordam beradi. Shuningdek, u yog 'va uglevod almashinuvda, kaltsiyning so'rilishida va qon shakarini tartibga solishda rol o'ynaydi. Marganets miya va asab faoliyatini normal ishlashi uchun ham zarurdir.

Kunlik marganesga bo'lgan extiyoj oziq-ovqat mahsulotlaridan erkaklar 2,1-2,3mg/sutka, ayollar 1,6-1,8 mg/sutkani tashkil qiladi [3]. Ichimlik suvidagi marganets darajasi 1-100 mkg / 1 orasida o'zgarishi mumkin, ko'pincha bu ko'rsatkich 10 mkg / 1 dan oshmaydi ruxsat etilgan maksimal konsentratsiya 0,05 mg (50 mkg) / 1 ni tashkil qiladi [1-2].

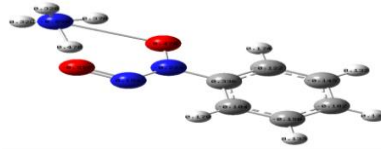
Zaharlanish belgilari bir necha oy yoki hatto yillar davomida asta-sekin namoyon bo'ladi. Jiddiy intoksikatsiya holatida Parkinson kasalligining namoyon bo'lishiga o'xshash belgilar bilan (tremor, yuz mushaklarining spazmlari, yurish qiyinligi) doimiy nevrologik buzilish rivojlanishi mumkin. Natijada paydo bo'lgan sindrom manganizm deb ham ataladi va undan oldin tajovuzkorlik, asabiylashish va hatto gallyutsinatsiyalar paydo bo'lishi mumkin. Ichimlik suvida marganetsning ko'payishi Parkinson kasalligiga o'xshash nevrologik alomatlar olib keladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, marganetsni miqdori 1,8 dan 2,3 mg / 1 gacha bo'lgan suvni istemol qilganlarda nevrologik simptomlarni boshdan kechirganlar keng tarqalgan. Ichimlik suvidagi ruxsat etilgan konsentratsiyalar 0,05 mg/l dan oshmaydi [3].

Dengiz cho'kindilarida marganets aylanishi fizik-kimyoviy va biologik sharoitlarga qarab oksidlanish va qaytarilish jarayonlarining o'zgaruvchanligi bilan tavsiflanadi: shuning uchun Mn miqdorini va turlarini baholash cho'kindilardagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi va tashish jarayonlarini tushunish uchun muhim masaladir. Qattiq Mn fazalarini operativ aniqlangan Mn fraksiyalarni tanlab yuvish imkonini beruvchi kimyoviy ekstraksiya usullari yordamida aniqlash mumkin. Ushbu adabiyotda Mn ni spektroskopik usuli bilan o'rganilgan [4].

Marganets(II) ioni konsentratsiyasini nazorat qilish elektrolitik marganets sanoatida mahsulot sifati uchun muhim ahamiyatga ega. An'anaviy Mn 2+ aniqlash usullari murakkab va reaktivlarni talab qilishi bu esa ishni sekinlashtiradi va moddani ifloslantiradi. Elektrolitlardagi Mn 2+ miqdorini aniqlashning yangi tez va ekologik toza usulini ishlab chiqish katta ahamiyatga ega. Ushbu tadqiqotda ishlab chiqilgan usul elektrolitik marganets sanoatida konsentratsiyani tahlil qilishda ifloslantiruvchi moddalar emissiyasini kamaytirish bilan birga aniqlash tezligini oshirish maqsadiga erishishga yordam beradi [5].

O'nlab yillar davomida marganetsli oqava suvlar ta'sirida bo'lgan daryo cho'kindilari nafaqat ko'plab mikroorganizmlarni, balki organik/noorganik moddalarni ham o'z ichiga oladi. Tarkibida marganets (Mn) bo'lgan oqava suvlarni samarali tozalash va suv/cho'kindidan Mn ni ajratib olish uchun Mn qazib olinadigan hududlardagi oqava suvlar tarkibidagi Mn(II)ionini sorbsiya mexanizmi o'rganilgan. Ushbu tadqiqot orqali marganets qazib olish joylarida daryo cho'kindilaridan Mn ni boshqarish va qayta tiklash bo'yicha ko'rsatmalar berish, sorbsiyasi va desorbsiyasi mexanizmini yaxshiroq tushuntirishga harakat qilingan [6].

Xozirgi kunda og'ir va zaharli metal ionlarini oqova, sanoat choqindi suvlari tarkibidan aniqlash uchun turli organik reagentlardan foydalanilmoqda. Marganes (II) ionini aniqlash usullari ko'p. Ushbu ishda Marganes (II) ionini aniqlash uchun nitrozo gurux saqlagan organik reagent kupferondan foydalanilgan.



1-rasm. Kupferonning tuzilish formulasi.

Optimal tashuvchi tanlash

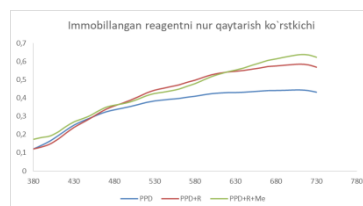
1-jadval

Tola	A Immobilashgacha	A, Immobilangandan so'ng	ΔA
PPA	0,553	0,433	0,12
PPD	0,553	0,295	0,298
PPF	0,553	0,387	0,166
SMA-1	0,553	0,424	0,129
SMA-2	0,553	0,490	0,063
SMA-3	0,553	0,465	0,088

Immobilangan tashuvchi tanlash uchun turli tashuvchilar tanlab olindi. Ularni immobilashga tayyorlash uchun xlor formaga keltirib olindi. Buning uchun har xil tashuvchilarni 0,2000 g dan analitik tarozida tortib olindi. Ularni 50,0ml 0,1 M li HCl ga 1 soatga solib qo'yildi. So'ng 2-3 marta distillangan suvda yuvildi. Xlor formaga o'tgan tashuvchilarni kupferon reagentiga solib optimal tashuvchi tanlandi. 1-jadvalda keltirilgan natijalardan xulasa qilib optimal tashuvchi sifatida PPD tolasi tanlab olindi.

Immobilangan tashuvchini Mn(II) ioni bilan kompleks hosil qilishi

Immobilangan tashuvchini Mn(II) ioni li tuz eritmasiga solib qo'yildi va nur qaytarish spektroskopik asbob bilan nur qaytarish ko'rsatkichi o'lchandi.



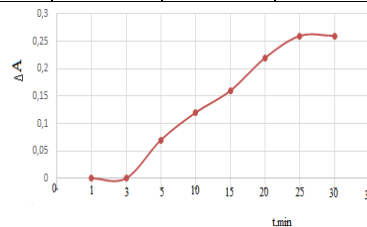
2- rasm. Immobilangan reagentni nur qaytarish ko'rsatkichi (l=1, PPD, t=25C)

Kupferon reagentini tolali sorbentga immobilashni vaqt va xaroratga ta'siri. Muhitni pH ga bog'liqligi va xaroratga ta'siri o'rganildi. Kupferon reagent uchun tanlangan PPD tolalarni 50 ml li stakanlarga 0,01 % li eritmasidan 5 ml, 5 ml ammiyakli buffer eritmasidan ( pH=6-8 oralig'ida xarorat 25C da) solib har xil vaqt oralig'ida optic zichlik o'rganildi. Natijalar 2-jadval, 3-rasmda keltirilgan.

2-jadval

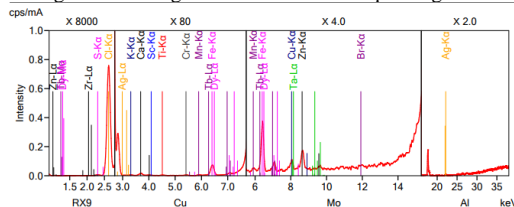
Immobilashni vaqtga bog'liqligi (l=1, PPD, T=25C, λ=365nm)

№	Vaqt, min.	A1	ΔA
1	1	0,55	0
2	3	0,52	0,03
3	5	0,48	0,07
4	10	0,43	0,12
5	15	0,39	0,16
6	20	0,33	0,22
7	25	0,29	0,26
8	30	0,29	0,26

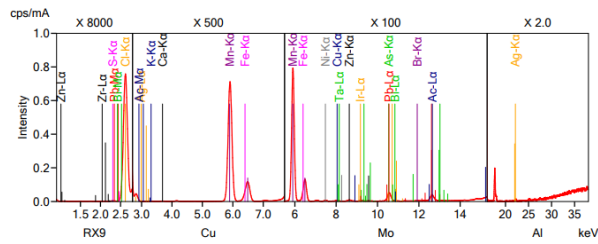


3-rasm. Immobilashni vaqtga bog'liqligi

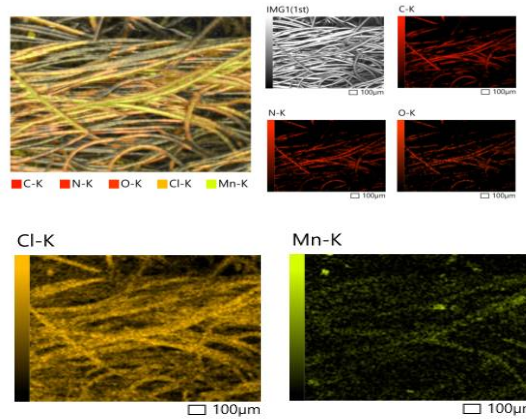
Immobilangan kompleksni tuzilishini Rentgen flouesent va skanirlovchi elektr mikroskop orqali o'rganish. Mn(II) ionini immobilangan kupferon reagent bilan hosil qilgan kompleksning tarkibi Rentgen flouesent analiz orqali o'rganildi.



a)Immobilangan kipferon



b) Imobilizatsiya qopqon va Mn(II) ionidan hosil bo'lgan kompleks  
4-rasm. Mn(II) ionini bilan imobilizatsiya qopqon reagentini Rentgen fluoressent analiz natijalari



5-rasm. Mn(II) ionini bilan imobilizatsiya qopqon reagentini skanerlovchi mikroskop analiz natijalari

Mn(II) ionini bilan qopqon reagent hosil qilgan kompleksning tuzilishini Rentgen fluoressent va skanerlovchi elektron mikroskop orqali tahlil qilinganda olingan natijalarga asoslanib haqiqardan ham kompleks hosil bo'lgani isbotlandi. Aniqlashning optimal sharoit (pH=6-8, t=30 min, T=25C) lari tanlandi.

#### ADABIYOTLAR

1. Sudeshna Dey, Banismita Tripathy, M. Santosh Kumar, Alok Prasad Das Ecotoxicological consequences of manganese mining pollutants and their biological remediation// Environmental Chemistry and Ecotoxicology Volume 5, 2023, Pages 55-61 <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.01.001>
2. EPA Office of Water. Current Drinking Water Standards. Environmental Protection Agency, [Web page]. Available at: <http://www.epa.gov/safewater/mcl.html>. Accessed 9/14/06.
3. Pal PK, Samii A, Calne DB. Manganese neurotoxicity: a review of clinical features, imaging and pathology. Neurotoxicology. 1999;20(2-3):227-238. PubMed
4. Селин Шарбонье, Пьер Аншуд Спектрофотометрическое определение марганца в подкисленных матрицах из (поровых) вод и последовательного выщелачивания осадков //Таланта Том 195, 1 апреля 2019 , страницы 778-784
5. Чжэуа Сюэ и Лэй Ли Быстрое и экологически безопасное обнаружение марганца в электролитах с помощью ультрафиолетовидимой спектроскопии для контроля выбросов загрязняющих веществ.// PLOS ONE |<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264532> February 25, 2022 pp.1-14.
6. Фань Ян, Янькуй Тан, Ювэй Ми, Лу Цзян, Пэнхун Луоюян Ян Сорбция Mn(II) на речных отложениях, отобранных на территории добычи марганца: динамика и механизмы//Appl. Sci. 2022, 12, 3368. <https://doi.org/10.3390/app12073368> pp.1-19.
7. N.K. Madusmanova, Z.A.Smanova Нового аналитического реагента 2-нитрозо-5-метоксифенола// O'zbekiston Milliy universiteti xabarlari . №3, 2018y., 510-513b.
8. R. Mirzaxmedov, N.K. Madusmanova, Z.A.Smanova Volfram(IV) ni 3-gidroksi-4-nitrozo-2-naftoy kislotasi yordamida sorbsion-fotometrik aniqlash// O'zbekiston Milliy universiteti xabarlari №3, 2021y., 282-285b.
9. R. Mirzaxmedov, N.K. Madusmanova, Z.A.Smanova Vismutol-2 reagenti yordamida reny ionini sorbsion-spektroskopik o'rganish// O'zbekiston Milliy universiteti xabarlari №3, 2022y., 323-327b.
10. N. K. Madusmanovaa, Z. A. Smanovab, I. I. Zhuraev Properties of the New Analytical Reagent 2-Hydroxy-3-Nitrosophthaldehyde//ISSN 1061-9348, Journal of Analytical Chemistry, 2020, Vol. 75, No. 1, pp. 135-138. © Pleiades Publishing, Ltd., 2020. Russian Text © The Author(s), 2020, published in Zhurnal Analiticheskoi Khimii, 2020, Vol. 75, No. 1, pp. 92-96.



UDK: 547.541.3.547.542.7

Zarifa YAXSHILIKOVA,  
O'zMU tayanch doktoranti  
Tursunali XOLIQOV,  
O'zMU professori, k.f.d  
Sherzod JO'RAQULOV,  
O'zRFA O'MKI "Alkaloidlar kimyosi" laboratoriya mudiri kat.i.x., k.f.d

O'zbekiston Milliy universiteti professori M.Maxkamov taqrizi asosida

### N-BUTIL, N-PENTIL, N-GEKSIL, N-NONIL MORFOLINLAR SINTEZI

Аннотация

Morfolini butil, pentil, geksil, nonil bromidlar bilan reaksiyalari olib borildi. Olib borilgan sintezlar natijasida tegishli N-alkilmorfolinlar olindi. Olingan mahsulotlarni vakumda xaydash usuli yordamida tozalandi. Morfolin hosilalari biologik faol moddalar hisoblanib, qishloq xo'jaligida, tibbiyotda qo'llaniladigan birikmalar hisoblanadi. Olingan birikmalar tuzilishi fizik-kimyoviy tahlillar IQ, YaMR spektrlari yordamida tahlil qilindi.

**Kalit so'zlar:** Morfolin, butilbromid, pentilbromid, geksilbromid, nonilbromid, etanol, aseton.

### SYNTHESIS OF N-BUTYL, N-PENTYL, N-HEXYL, N-NONYL MORPHOLINES

Annotation

Reactions of morpholine with butyl, pentyl, hexyl, nonyl bromides were carried out. The corresponding N-alkylmorpholines were obtained as a result of the conducted syntheses. The obtained products were cleaned using vacuum drying method. Morpholine derivatives are considered biologically active substances and compounds used in agriculture and medicine. The structure of the obtained compounds was analyzed with the help of physico-chemical analysis IR, NMR spectra.

**Key words:** Morpholine, butylbromide, pentylbromide, hexylbromide, nonylbromide, ethanol, acetone.

### СИНТЕЗ N-БУТИЛ, N-ПЕНТИЛ, N-ГЕКСИЛ, N-НОНИЛМОРФОЛИНОВ

Аннотация

Проведены реакции морфолина с бутил, пентил, гексил, нонил бромидами. В результате проведенных синтезов были получены соответствующие N-алкилморфолины. Полученные продукт очищали методом вакуумной сушки. Производные морфолина считаются биологически активными веществами и соединениями, используемыми в сельском хозяйстве и медицине. Строение полученных соединений анализировали с помощью физико-химического анализа ИК, ЯМР спектров.

**Ключевые слова:** Морфолин, бутилбромид, пентилбромид, гексилбромид, нонилбромид, этанол, ацетон.

N-butyl, N-pentyl, N-geksil, N-nonil morfolinlar sintezi.

Adabiyot ma'lumotlaridan bizga ma'lumki morfolin hosilalari fiziologik faolligni namoyon qiladi va analgetik, anestetik sifatida ishlatiladi [1]. Morfolin tarkibida ikkita geteroatom tutgan noaromatik olti a'zoli xalqaga ega. U bir vaqtning o'zida tuzilishiga ko'ra ikkilamchi amin va siklik efir xossasini namoyon qiladi. Morfolinning gidroksidorlari va N-alkilmorfolinning to'rtlamchi tuzlari antistatiklik, bakteritsidlik, korroziyaga qarshi ingibitorlik xossasini namoyon qiladi [2]. Morfolin va uning hosilalari (N-formil-morfolin, N-asetilmorfolin, N-metilmorfolin-N-oksidi v.b) erituvchilik qobiliyati yuqori bo'lganligi sababli, aromatik uglevodorodlarni ajratishda [3] va tabiiy polimerlarda erituvchi sifatida foydalaniladi [4-5]. N-metilmorfolin-N-oksidi nafaqat erituvchi sifatida balki, organik sintezda muhim reagent sifatida xam keng qo'llaniladi [6-7]. Azollar, fenollar va monoetanolaninni alkillash reaksiyalari, N-metilmorfolin-N-oksidi/suv (NMO/H<sub>2</sub>O) sistemasida olib borilgan [8-11]. Ko'rsatilgan sistemada shuningdek ikkilamchi aminlarni formillash reaksiyalari xam olib borilgan [12]. Ikkilamchi aminlarni FAK va NMO/H<sub>2</sub>O sistemasida allilxlorid va metallilxlorid bilan alkillash usullari xam o'rganilgan. Tajribalar natijasi shuni ko'rsatganki, propargilbromid va allilbromid bilan alkillash mahsulot unumi, FAK usuli bilan olingan mahsulot unumidan kam emas. Shu usulda morfolin, piperidin i pirroliddin galogenalkanlar bilan NMO/H<sub>2</sub>O sistemasida alkillanganda mahsulot unumi FAK usulidan kam bo'lmagan hatto ba'zi hollarda unum yuqori bo'lgan [13]. N-alkilmorfolinlar asosiy va nozik organik sintezda muhim axamiyatga ega. Sanoatda pestitsidlar, gerbitsidlar, fungitsidlar sovtish suvi uchun ko'p qirrali qurilish buloklari sifatida, bundan tashqari moylash materiallari, sirt faol moddalar, tolaga ishlov berish vositalari va boshqalar olishda ishlatiladi [14].

Morfolinning alkil hosilalari sintezi. Umumiy metodika. Metod A. Hajmi 50 ml bo'lgan tubi yumaloq kolbaga 4.95gr (0.06 mol) morfolin solindi. Erituvchi sifatida 0.6 mol etanol solingandan so'ng, 0.06 mol kaliy karbonat (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) solinib so'ngra tegishli alkilgalogend (butil, pentil, geksil, nonil bromid) lar 1:1 nisbatda ya'ni 0.06 mol solindi. Reaksiyon aralashma teskari sovtgichda magnitli aralashtirgich yordamida 1-9 soat vaqt davomiyligida qizdirildi (YuQX nazorat qilindi). So'ngra erituvchi xaydash olindi. Eritmada qolgan kaliy karbonat suvda eritilib, reaksiya mahsuloti xloroformda (CHCl<sub>3</sub>) ekstraksiya qilindi. Xloroform xaydalangan so'ng, mahsulot qayta kristallandi yoki vakumda quritib olindi.

Metod B. 4.95gr (0.06 mol) morfolinga aseton erituvchisidan 0.6 mol solingandan so'ng, 0.06 mol kaliy karbonat (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) solinib so'ngra tegishli alkilgalogend (butil, pentil, geksil, nonil bromid) lar 1:1 nisbatda ya'ni 0.06 mol solindi. Reaksiyon aralashma teskari sovtgichda magnitli aralashtirgich yordamida 1-9 soat vaqt davomiyligida qizdirildi (YuQX nazorat qilindi). Reaksiyon aralashmadan kaliy karbonat (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) filtirlab olindi, so'ngra erituvchi xaydalib, mahsulot qayta kristallandi yoki vakumda quritib olindi.

4-butil morfolin, C<sub>8</sub>H<sub>17</sub>NO

A metodi ga ko'ra sintez qilindi. 4.95 g (0.06 mol) (1), 6.44 ml (0.06 mol) butilbromid va 8.28 g (0.06 mol) K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Unum (70%).

B metodi ga ko'ra sintez qilindi. 4.95 g (0.06 mol) (1), 6.44 ml (0.06 mol) butilbromid va 8.28 g (0.06 mol) K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Unum (69%).

YaMR 1H (600 MGs, CDCl<sub>3</sub>, δ, m.u., J/Gs): 0.88 (3H, t, J= 7.4, H-10), 1.30 (2H, dt, J= 8.1, 7.2, H-9), 1.43 (2H, m, H-8), 2.29 (2H, ddd, J= 9.1, 6.0, 1.2, H-7), 2.40 (4H, s, N-2,6), 3.68 (4H, t, J= 4.7, H-3,5).

YaMR 13C (150 MGs, CDCl<sub>3</sub>, δ, m.u.): 14.11 (C-10), 20.77 (C-9), 28.77 (C-8), 53.88 (C-2,6), 59.00 (C-7), 67.08 (C-3,5).

IQ spektr (KBr, ν<sub>max</sub>, sm<sup>-1</sup>): 2957, 2858, 2807, 1455, 1307, 1358, 1274, 1147, 1117, 1070, 1034-755, 975, 914, 866, 628.

4-pentil morfolin, C<sub>9</sub>H<sub>19</sub>NO

A metodi ga ko'ra sintez qilindi. 4.95 g (0.06 mol) (1), 7.50 ml (0.06 mol) pentilbromid va 8.28 g (0.06 mol) K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Unum (72%).

B metodi ga ko'ra sintez qilindi. 4.95 g (0.06 mol) (1), 7.50 ml (0.06 mol) pentilbromid va 8.28 g (0.06 mol) K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Unum (71%).  
YaMR 1H (600 MGs, CDCl<sub>3</sub>, δ, m.u., J/Gs): 0.85 (3H, t, J= 7.2, H-11), 1.26 (4H, m, H-9,10), 1.44 (2H, kd, J=7.4, 2.1, H-8), 2.27 (2H, dt, J= 7.9, 2.4, H-7), 2.39 (4H, s, H-2,6), 3.68 (4H, s, H-3,5).

YaMR 13C (150 MGs, CDCl<sub>3</sub>, δ, m.u.): 14.09 (C-11), 22.41 (C-10), 26.31 (C-8), 29.89 (C-9), 53.62 (C-2,6), 59.29 (C-7), 66.93 (C-3,5).

IQ spektr (KBr, ν<sub>max</sub>, sm<sup>-1</sup>): 2957, 2931, 2856, 2807, 1708, 1454, 1358, 1271, 1118, 1071-1757, 1034, 1004, 914, 864, 796, 628.  
4-geksil morfolin, C<sub>10</sub>H<sub>21</sub>NO

A metodi ga ko'ra sintez qilindi. 4.95 g (0.06 mol) (1), 8.34 ml (0.06 mol) geksilbromid va 8.28 g (0.06 mol) K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Unum (78%).

B metodi ga ko'ra sintez qilindi. 4.95 g (0.06 mol) (1), 8.34 ml (0.06 mol) geksilbromid va 8.28 g (0.06 mol) K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Unum (74%).

YaMR 1H (600 MGs, CDCl<sub>3</sub>, δ, m.u., J/Gs): 0.84 (3H, m, H-12), 1.26 (6H, m, H-9,10,11), 1.43 (2H, m, H-8), 2.28 (2H, m, H-7), 2.39 (4H, s, H-2,6), 3.68 (4H, t, J= 4.7, H-3,5).

YaMR 13C (150 MGs, CDCl<sub>3</sub>, δ, m.u.): 14.04 (C-12), 25.54 (C-11), 26.60 (C-9), 27.28 (C-8), 31.86 (C-10), 53.88 (C-2,6), 59.34 (C-7), 67.08 (C-3,5).

IQ spektr (KBr, ν<sub>max</sub>, sm<sup>-1</sup>): 2929, 2855, 2807, 1456, 1357, 1275, 1118, 1071, 1034-1726, 1010, 917, 866, 793, 757.

4-nonil morfolin, C<sub>13</sub>H<sub>27</sub>NO

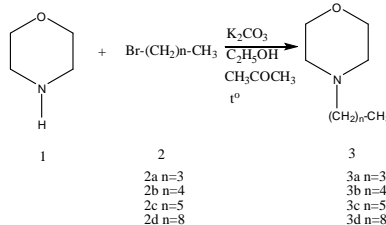
A metodi ga ko'ra sintez qilindi. 4.95 g (0.06 mol) (1), 11.5 ml (0.06 mol) nonilbromid va 8.28 g (0.06 mol) K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Unum (81%).

B metodi ga ko'ra sintez qilindi. 4.95 g (0.06 mol) (1), 11.5 ml (0.06 mol) nonilbromid va 8.28 g (0.06 mol) K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Unum (79%).

YaMR 1H (600 MGs, CDCl<sub>3</sub>, δ, m.u., J/Gs): 0.84 (3H, t, J= 7.1, H-15), 1.26 (12H, m, H-9,10,11,12,13,14), 1.48 (2H, t, J= 7.7, H-8), 2.32 (2H, m, H-7), 2.45 (4H, s, H-2,6), 3.72 (4H, t, J= 4.7, H-3,5).

YaMR 13C (150 MGs, CDCl<sub>3</sub>, δ, m.u.): 14.18 (C-15), 22.74 (C-14), 26.43 (C-9), 27.56 (C-8), 29.34 (C-12), 29.60 (C-10, 11), 31.94 (C-13), 53.76 (C-2,6), 59.27 (C-7), 66.87 (C-3,5).

IQ spektr (KBr, ν<sub>max</sub>, sm<sup>-1</sup>): 2924, 2854, 2807, 1459, 1357, 1274-1071, 1119, 1007-755, 915, 866, 629.



N-alkil morfolinlar sintezi reaksiya tenglamasi.

Reaksiya mahsulot unumi reaksiyaga kirishgan alkilgalogenidlar tabiatiga qarab turlicha bo'ldi. Bunda zanjir uzaygan sari reaksiya mahsulot unumi xam mos ravishda oshib bordi.

Natijalar va ularning tahlili. Morfolin bilan alkilgalogenidlarning reaksiyasini amalga oshirish uchun reaksiya mahsulotining unumiga erituvchilar, vaqt va modda tabiati kabi omillar ta'siri o'rganildi. Erituvchilar sifatida etanol va aseton erituvchilari tanlandi. Tajriba natijasida etanol erituvchisida unum yuqori bo'lganligini ko'rishimiz mumkin.

Reaksiyalarda mahsulot unumiga reaksiya davomiyligining ta'sirini o'rganish maqsadida reaksiyalar turli xil vaqtlarda olib borildi. Bunda tajribalar 1-9 (soat) vaqt oralig'ida olib borildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki 5 soat davomida olib borilgan reaksiya mahsulot unumi yuqori bo'ldi.

Morfolin va galogenalkanlar reaksiyasida, mahsulot unumiga reagentlar mol nisbatlari xam o'rganildi. Olingan natijalardan ko'rinadiki reagentlarning mol miqdorlari 1:1 nisbatda olinganda samarali natijalarga erishildi.

O'tkazilgan tajribalar natijasida morfolinni alkilgalogenidlar bilan alkilash reaksiyalari o'rganildi va olingan natijalar taqqoslandi. Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, reagentlar miqdori 1:1 nisbatda, etanol erituvchisida, 5 soat vaqt davomida olib borish eng qulay sharoit bo'lishi mumkin ekan. Olingan natijalar umumlashtirilgan holda quyidagi jadvalda keltirilgan.

Morfolin va alkilgalogenidlar reaksiyalarining optimal sharoitlari va unumlari

№	Alkilgalogenidlar	Erituvchi	Reaksiya vaqti, soat	Reagentlarning mol nisbatlari	Reaksiya unumi
1	Butilbromid	Aseton	5	1:2	69%
		Etanol	5	1:1,1	70%
2	Pentilbromid	Aseton	5	1:1	71%
		Etanol	5	1:1	72%
3	Geksilbromid	Aseton	5	1:1	74%
		Etanol	5	1:1	78%
4	Nonilbromid	Aseton	7	1:1	79%
		Etanol	7	1:1	81%

Demak olib borgan tajribalar natijasida ushbu reaksiyalar uchun optimal sharoitlari o'rganilib yuqori unum bilan chiqadigan reaksiyalar sharoitlari belgilab olindi va olingan birikmalar fizik-kimyoviy usullar yordamida tahlil qilindi.

#### ADABIYOTLAR

- Алекберова И. А. Синтез N-производных пиперидина и морфолина по реакции маннинна //XXIV Российская молодежная научная конференция «Проблемы теоретической и экспериментальной химии».—Екатеринбург, 2014. – Издательство Уральского университета, 2014. – №. 24. – С. 322-323.
- Ю А Орликова Синтез и свойство производных. N-бутилморфолина.\\ XXIV Российская молодежная научная конференция «Проблемы теоретической и экспериментальной химии».2014 — V. 50. P. 370-371 с.
- Гайле А.А., Сомов В.Е., Залищевский Г.Д. Морфолин и его производные. СПб.: Химиздат 2007. С. 3-330.
- Chanzy H., Nawrot S., Peguy A., Smith P., Chevalier J. Phase behavior of the quasiternary system N -methylmorpholine-N-oxide, water, and cellulose. J. Polymer Sci.: Polymer Phys. Ed. 1982. N 20(10). P. 1909–1924. DOI: 10.1002/pol.1982.180201014.
- Fink H.P., Weigel P., Purz H., Ganster J. Structure formation of regenerated cellulose materials from NMMO-solutions. Progress Polymer Sci. 2001. N 26(9). P. 1473–1524. DOI: 10.1016/s0079-6700(01)00025-9
- Rosenau T., Pothast A., Sixta H., Kosma P. Radicals derived from N-methylmorpholine-N-oxide (NMMO): structure, trapping and recombination reactions. Tetrahedron. 2002. N 58(15). P. 3073–3078. DOI: 10.1016/s0040-4020(02)00163-1.
- Klobukowski E.R., Angelici R.J., Woo L.K. Bulk Gold-Catalyzed Oxidations of Amines and Benzyl Alcohol Using Amine N-Oxides as Oxidants. Catal. Lett. 2012. N 142(2). P. 161–167. DOI: 10.1007/s10562-011-0758-0.



8. Закарян Г.Б., Айоцян С.С., Айвазян А.Г., Тамазян Р.А., Паносян Г.А., Данагулян Г.Г., Аттарян О.С. Ал-килирование 3-нитро-1,2,4-триазола в водной щелочной среде в присутствии N-оксида-N-метилморфолина и до-казательство структуры продуктов реакции. ХГС. 2016. 52 (4). С. 253-256.
9. Асратян А.Г., Алексанян А.Г., Хачатрян А.Н., Закарян Г.Б., Айоцян С.С., Данагулян Г.Г., Аттарян О.С. Водный раствор N-оксида N метилморфолина как новая среда для алкилирования пиразолов. ХГС. 2018. 54 (7). С. 751-754.
10. Асратян А.Г. Алкилирование фенола галогеналка-нами в условиях межфазного катализа и в системе N-метилморфолин N-оксид/вода. Хим. Ж. Армении. 2019. Т. 72. № 3. С. 321-329.
11. Закарян Г.Б., Айоцян С.С., Аттарян О.С., Асратян Г.В. Альтернативная реакционная среда для алкилирования аминоэтанола. ЖОХ. 2016. Т. 86. Вып. 5. С. 859-862
12. Асратян А.Г., Багдасарян Г.А., Айоцян С.С., Аттарян О.С. Реакция вторичных аминов с дихлоркарбеном, ге-нерируемым в водно-щелочной среде в присутствии N-оксида N-метилморфолина. ЖОрХ. 2018. Т. 54. Вып. 6. С. 951-952
13. А.Г. Асратян, А.Г. Алексанян, Г.Г. Данагулян, О.С. Аттарян Водный раствор N-метилморфолин- N-оксида как новая среда для алкилирования гетероциклических соединений. Химия и хим. технология. 2022 Т 65 ВЫП 1
14. Xinzhi Chen• Hu Luo• Chao Qian• Chaohong He Research on theN-alkylation of morpholine with alcohols catalyzed by CuO–NiO/c–Al2O3 Reac Kinet Mech Cat (2011) 104:163–171 DOI 10.1007/s11144-011-0325-0