



<https://doi.org/10.70728/a.series.tab.v08.i08.091>

**BA'ZI 3d-METALLARI BILAN 4-XLORO-2-NITROBENZOY
KISLOTA, 5-XLORO-2-NITROBENZOY KISLOTA VA 4-XLORO-3-
NITROBENZOY KISLOTA ASOSIDAGI KOMPLEKS BIRIKMALAR
SINTEZI VA TADQIQOTI**

Shopulatova Muhayyo Gulmurodovna

E-mail: shopulatova89@gmail.com

Termiz davlat universiteti, Stajyor – tadqiqotchisi

Annotatsiya. Mazkur maqolada 4-xloro-2-nitrobenzoy kislota, 5-xloro-2-nitrobenzoy kislota va 4-xloro-3-nitrobenzoy kislotalarning Fe, Co, Ni, Cu va Zn kabi 3d-metall ionlari bilan hosil qiladigan kompleks birikmalarini sintez qilish va tadqiq etish masalalari yoritilgan. Tadqiqot davomida kompleks birikmalarni olish uchun tegishli reagentlar va laboratoriya jihozlari tayyorlanib, dastlabki tajribalar amalga oshirildi hamda namunalar olindi. Olingan namunalar dastlabki sinov eritmalarida tekshirildi. Tajriba natijalari muhitning pH ko'rsatkichi va harorat kompleks hosil bo'lish jarayoniga sezilarli ta'sir ko'rsatishini ko'rsatdi. Tadqiqotning keyingi bosqichlarida komplekslarning koordinatsiya usuli va fizik-kimyoviy xossalarini FT-IQ, UV-Vis spektroskopiya, elementar va termik analiz, rentgen difraksiyasi hamda magnit xossalarini o'rganish orqali aniqlash nazarda tutilgan.

Kalit so'zlar: 3d-metallar, kompleks birikmalar, 4-xloro-2-nitrobenzoy kislota, 5-xloro-2-nitrobenzoy kislota, 4-xloro-3-nitrobenzoy kislota, koordinatsion birikma, sintez, sorbsiya.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы синтеза и исследования комплексных соединений 4-хлор-2-нитробензойной кислоты, 5-хлор-2-нитробензойной кислоты и 4-хлор-3-нитробензойной кислоты с ионами 3d-металлов Fe, Co, Ni, Cu и Zn. В ходе исследования были подготовлены необходимые реагенты и лабораторное оборудование, проведены предварительные эксперименты и получены образцы. Полученные образцы были испытаны в первичных тестовых растворах. Установлено, что значение pH среды и температура оказывают существенное влияние на процесс комплексообразования. На последующих этапах исследования предполагается определить способ координации и физико-химические свойства полученных комплексов методами ИК-Фурье, UV-Vis спектроскопии, элементного и термического анализа, рентгеновской дифракции и изучением магнитных свойств.

Ключевые слова: 3d-металлы, комплексные соединения, 4-хлор-2-нитробензойная кислота, 5-хлор-2-нитробензойная кислота, 4-хлор-3-нитробензойная кислота, координационные соединения, синтез, сорбция.

Abstract. This article considers the synthesis and investigation of coordination compounds formed by 4-chloro-2-nitrobenzoic acid, 5-chloro-2-nitrobenzoic acid and 4-chloro-3-nitrobenzoic acid with Fe, Co, Ni, Cu and Zn 3d-metal ions. During the study, the required reagents and laboratory equipment were prepared, preliminary experiments were carried out, and samples were obtained. The obtained samples were tested in initial test solutions. The experimental observations showed that the pH of the medium and temperature have a significant effect on the complex formation process. At the next stages of the research, the coordination mode and physicochemical properties of the complexes are planned to be determined using FT-IR and UV-Vis spectroscopy, elemental and thermal analysis, X-ray diffraction and magnetic measurements.

Keywords: 3d-metals, coordination compounds, 4-chloro-2-nitrobenzoic acid, 5-chloro-2-nitrobenzoic acid, 4-chloro-3-nitrobenzoic acid, coordination complex, synthesis, sorption.

KIRISH. Hozirgi vaqtda koordinatsion kimyo sohasida yangi kompleks birikmalarni sintez qilish, ularning tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalarini aniqlash hamda amaliy qo‘llanish imkoniyatlarini o‘rganishga katta e‘tibor qaratilmoqda. Ayniqsa, ligandlarning d-blok metallari bilan hosil qiladigan koordinatsion birikmalarini o‘rganish metall ionlarini ajratish, selektiv bog‘lash, sorbsiya jarayonlarini takomillashtirish va boshqa amaliy yo‘nalishlarda muhim ahamiyatga ega.

Xlor va nitro guruhlarini o‘z ichiga olgan benzoy kislota hosilalari tarkibidagi funksional guruhlarining mavjudligi ularning metall ionlari bilan o‘zaro ta’sirlashish xususiyatlarini o‘rganish uchun muhim asos yaratadi. Tadqiqotda 4-xloro-2-nitrobenzoy kislota, 5-xloro-2-nitrobenzoy kislota va 4-xloro-3-nitrobenzoy kislotalar ligand sifatida tanlangan bo‘lib, ular Fe, Co, Ni, Cu va Zn kabi 3d-metallar bilan kompleks hosil qilishi ko‘zda tutilgan.

Mazkur yo‘nalishning dolzarbligi shundaki, kompleks birikmalarning tarkibi va tuzilishini o‘rganish orqali ularning xossalari bilan koordinatsion tabiat o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash mumkin. Bundan tashqari, bunday tadqiqotlar koordinatsion kimyo va sorbsiya jarayonlari kesishgan yo‘nalishlarda yangi materiallarni izlash uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

ASOSIY QISM

Tadqiqot obyekti sifatida 4-xloro-2-nitrobenzoy kislota, 5-xloro-2-nitrobenzoy kislota va 4-xloro-3-nitrobenzoy kislotalar hamda ularning 3d-metall ionlari bilan hosil qiladigan kompleks birikmalari tanlangan.

4-xloro-3-nitrobenzoy kislota $C_7H_4ClNO_4$ tarkibga ega bo‘lib, ma’lumotlarga ko‘ra oq rangli kristall modda hisoblanadi. Uning tozaligi $\geq 98,0 \%$ bo‘lib, zichligi $1,64 \text{ g/sm}^3$, erish harorati $181-183 \text{ }^\circ\text{C}$ sifatida keltirilgan. 5-xloro-2-nitrobenzoy kislota ham

C₇H₄ClNO₄ tarkibga ega bo‘lib, och sariqdan sariq-yashil ranggacha bo‘lgan kristall kukun sifatida tavsiflangan va uning erish harorati 137-139 °C ni tashkil etadi. 4-xloro-2-nitrobenzoy kislota esa C₇H₄ClNO₄ tarkibli, molekulyar massasi 201,56 bo‘lgan och sariq rangli kukun sifatida qayd etilgan. Tadqiqotning maqsadi tanlangan xlor-nitrobenzoy kislotalarning Fe, Co, Ni, Cu va Zn kabi 3d-metallar bilan komplekslarini sintez qilish hamda ularning fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganishdan iborat. Shu bilan birga, komplekslarning hosil bo‘lish mexanizmi va ligandlarning metall ionlari bilan koordinatsiyalanish xususiyatlarini aniqlash ham asosiy yo‘nalishlardan biridir. Tadqiqot davomida ilmiy rahbar bilan hamkorlikda nazariy-metodologik dastur ishlab chiqilgan, mavzu bo‘yicha adabiyotlar va elektron ma’lumotlar bazalari o‘rganilgan. Tajribalarni amalga oshirish uchun zarur reagentlar va asbob-uskunalar yig‘ilgan, dastlabki xomaki tajribalar bajarilib, tegishli namunalar olingan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Tadqiqotning metodologik asosi kompleks birikmalarni sintez qilish, dastlabki namunalarni olish va ularning hosil bo‘lishini kuzatishdan iborat. Birinchi bosqichda tanlangan ligandlar va 3d-metall tuzlari bilan ishlash uchun zarur reaktivlar tayyorlangan. Shundan so‘ng xomaki tajribalar o‘tkazilib, kompleks birikmalarning dastlabki namunalari olingan. Olingan moddalarning birinchi sinov eritmalaridagi holati amalda tekshirilgan.

Moddalar nomi	Kimyoviy formulasi	Ularga xos bo‘lgan umumiy xususiyatlar
4-xloro-3-nitrobenzoy kislota	C ₇ H ₄ ClNO ₄	Tashqi ko‘rinishi: oq rangli kristal Tahlil: ≥98,0% Zichlik: 1,64 Qaynash nuqtasi: 760 mm simob ustunida 371,6 °C Erish nuqtasi: 181-183 °C Yonish nuqtasi: 178,5 °C Barqarorlik: odatdagi saqlash va tashish sharoitida yopiq idishlarda xona haroratida barqaror.
5-xloro-2-nitrobenzoy kislota	C ₇ H ₄ ClNO ₄	Tashqi ko‘rinishi: Ochiq sariqdan sariq-yashil ranggacha Kristalli kukun Tahlil: ≥95,0% Zichlik: 1,602 Qaynash nuqtasi: 760 mm simob ustunida 362 °C Erish nuqtasi: 137-139 °C Yonish nuqtasi: 100°C Barqarorlik: odatdagi saqlash va tashish sharoitida yopiq idishlarda xona haroratida barqaror.
	C ₁₃ H ₁₂ N ₄ S	Qora, binafsha-qora yoki ko‘k-qora kristallar; suvda erimaydi, etanolda, dietil efirda juda oz eriydi, xloroformda eriydi. 168 °C da eriydi, Analitik kimyoda indikator sifatida ishlatiladi.

Tadqiqot metodologiyasida komplekslarning hosil bo‘lishini faqat vizual kuzatish bilan cheklanib qolmasdan, keyingi bosqichlarda zamonaviy fizik-kimyoviy usullardan foydalanish rejalashtirilgan. Jumladan, FT-IQ spektroskopiyasi yordamida funksional guruhlarining tebranish chastotalaridagi o‘zgarishlarni aniqlash, UV-Vis spektroskopiyasi yordamida elektron o‘tishlarni o‘rganish, elementar analiz orqali tarkibni aniqlash, termik analiz orqali termik barqarorlikni baholash, rentgen difraksiyasi yordamida tuzilish xususiyatlarini aniqlash va magnit xossalarini o‘rganish ko‘zda tutilgan.

Shuningdek, komplekslarning monodentat, bidentat yoki koordinatsiya usullaridan qaysi biri orqali hosil bo‘lishini aniqlash tadqiqotning muhim metodologik vazifalaridan hisoblanadi.

MUAMMO VA UNING YECHIMI

Dastlabki tajribalar davomida kompleks hosil bo‘lish jarayonining bir xil sharoitlarda kechmasligi asosiy muammolardan biri sifatida kuzatilgan. Tajriba davomida ko‘plab namunalar olingan bo‘lib, ularning taxminan 15–20 tasida ma‘lum effekt kuzatilgan. Natijalar tahlili shuni ko‘rsatganki, tajriba sharoitida muhitning pH ko‘rsatkichi va haroratni doimiy saqlash muhim ahamiyatga ega.

Mazkur muammoning asosiy yechimi tajriba sharoitlarini qat’iy standartlashtirishdan iborat. Bunda reaksiya muhitning pH qiymatini nazorat qilish, haroratni belgilangan chegarada ushlab turish, reaktivlar miqdorini aniq o‘lchash va tajribalarni bir xil ketma-ketlikda olib borish zarur.

Shuningdek, kompleks hosil bo‘lish jarayonining samaradorligini oshirish uchun optimal sharoitlarni bosqichma-bosqich tanlash maqsadga muvofiq. Bunda metall ionining tabiati, ligand tuzilishi, eritma muhiti va harorat kabi omillarning alohida ta’sirini baholash kerak. Bunday yondashuv olingan namunalar soni va sifatini oshirish, shuningdek, takrorlanuvchan natijalarga erishish imkonini beradi.

NATIJALAR TAHLILI

Tadqiqotning dastlabki bosqichida zarur reagent va asbob-uskunalar tayyorlangan, xomaki tajribalar bajarilgan hamda kompleks birikmalarning dastlabki namunalari olingan. Olingan namunalar birinchi sinov eritmalarida amaliy jihatdan tekshirilgan.

Tajriba jarayonida ko‘plab namunalar orasidan 15–20 ta namunada ma‘lum effekt kuzatilgani qayd etilgan. Bu holat kompleks hosil bo‘lishi uchun tajriba sharoitlarini optimallashtirish zarurligini ko‘rsatadi. Ayniqsa, pH va haroratning nazorat qilinmasligi asosiy kamchiliklardan biri sifatida qayd etilgan.



Olingan dastlabki natijalar asosida ushbu tadqiqot yo‘nalishida keyingi bosqichlarda sintez sharoitlarini takomillashtirish, olingan komplekslarning tarkibi va tuzilishini instrumental usullar yordamida aniqlash muhim hisoblanadi. FT-IQ va UV-Vis spektroskopiyalari orqali ligand va metall ionlari o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirni baholash, elementar va termik analiz yordamida komplekslarning tarkibi hamda barqarorligini aniqlash, rentgen difraksiyasi orqali kristall tuzilishga oid ma’lumotlarni olish mumkin. Ushbu usullar natijasida kompleksning tuzilishi va uning fizik-kimyoviy xossalari o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash imkoniyati yuzaga keladi.

Shu bilan birga, mavjud taqdimot materiallarida mazkur instrumental tahlillarning yakuniy sonli natijalari keltirilmagan. Shu sababli ushbu bosqichda komplekslarning aniq molekulyar tuzilishi, koordinatsion soni, barqarorlik konstantalari yoki spektral ko‘rsatkichlari bo‘yicha qat’iy xulosa chiqarish mumkin emas. Bu ko‘rsatkichlar keyingi tajriba va instrumental tahlillar natijalari bilan to‘ldirilishi lozim.

XULOSA. Olib borilgan dastlabki tadqiqotlar asosida 4-xloro-2-nitrobenzoy kislota, 5-xloro-2-nitrobenzoy kislota va 4-xloro-3-nitrobenzoy kislotalarning 3d-metallar bilan kompleks birikmalarini olish yo‘nalishida tajribalar amalga oshirildi. Tadqiqotning dastlabki bosqichida zarur reagentlar va asbob-uskunalar tayyorlanib, xomaki sintezlar bajarildi hamda namunalar olindi.

Tajriba natijalari kompleks hosil bo‘lish jarayoniga pH va harorat kabi omillar sezilarli ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatdi. Shu sababli keyingi tadqiqotlarda ushbu parametrlarni nazorat qilish va optimal sintez sharoitlarini aniqlash asosiy vazifalardan biri bo‘lib qoladi.

Kelgusida olingan komplekslarning koordinatsion tuzilishi, tarkibi va fizik-kimyoviy xossalarini FT-IQ, UV-Vis, elementar va termik analiz, rentgen difraksiyasi hamda magnit xossalarni o‘rganish usullari orqali batafsil tadqiq etish maqsadga muvofiqdir. Natijada komplekslarning tuzilishi va xossalari o‘rtasidagi o‘zaro

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. **Yusupov V.G., Toshev M.T., Parpiyev N.A.** *Koordinatsion birikmalar kimyosi*. Toshkent, 1996. - 298 b. Ushbu darslik bevosita koordinatsion birikmalar kimyosiga bag‘ishlangan.
2. **Shomurotova Sh.X.** *Kompleks birikmalar kimyosi*. Toshkent: Toshkent davlat pedagogika universiteti, 2024. - 123 b.
3. **To‘lakov N.Q.** *Kompleks birikmalar kimyosi*. O‘quv-uslubiy majmua. - 103 b. O‘zbek tilida.
4. **Parpiyev N.** *Kompleks birikmalar kimyosining dolzarb muammolari*. Toshkent: O‘zMU nashriyoti, 2011. - 170 b.
5. **Kompleks birikmalar kimyosi**. O‘zbekiston oliy ta‘lim muassasalari uchun o‘quv adabiyoti. Kompleks birikmalarning tuzilishi, Verner nazariyasi, ligandlar va koordinatsion markazlar bo‘yicha materiallar.
6. **Xaliqulov X., Nurmaxamtoy D., Kuchkarov O.** “D-metallarning atom orbitallarini gibridlanishi va ularning koordinatsion birikmalar hosil qilishdagi roli.” *Modern Science and Research*, 2025. DOI: [10.71337/inlibrary.uz.science-research.87206](https://doi.org/10.71337/inlibrary.uz.science-research.87206).
7. **Nakamoto K.** *Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds. Part A: Theory and Applications in Inorganic Chemistry*. 6th ed. Wiley. DOI: [10.1002/9780470405840](https://doi.org/10.1002/9780470405840).
8. **Nakamoto K.** *Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds. Part B: Applications in Coordination, Organometallic, and Bioinorganic Chemistry*. 6th ed. Wiley. DOI: [10.1002/9780470405888](https://doi.org/10.1002/9780470405888).
9. **Constable E.C., Parkin G., Que L. (eds.)**. *Comprehensive Coordination Chemistry III*. 3rd ed. Elsevier, 2021. DOI: [10.1016/B978-0-08-102688-5.00001-5](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102688-5.00001-5).
10. **Loubalová I., Kopel P.** “Coordination Compounds of Cu, Zn, and Ni with Dicarboxylic Acids and N Donor Ligands, and Their Biological Activity: A Review.” *Molecules*, 2023, 28(3), 1445. DOI: [10.3390/molecules28031445](https://doi.org/10.3390/molecules28031445).
11. **Sharma R.P. et al.** “Influence of nitrogen donor ligands on the coordination modes of copper(II) 2-nitrobenzoate complexes: structures, DFT calculations and magnetic properties.” *New Journal of Chemistry*, 2014. DOI: [10.1039/C3NJ00736G](https://doi.org/10.1039/C3NJ00736G).
12. **Li J.-H., Nie J.-J., Xu D.-J.** “Bis(3-hydroxypyridine-κN)bis(3-nitrobenzoato-κO)zinc(II).” *Acta Crystallographica Section E*, 2009, 65, m927. DOI: [10.1107/S1600536809027147](https://doi.org/10.1107/S1600536809027147).
13. **Structural variations in self-assembled coordination complexes of Zn(II) with hexamethylenetetramine and isomeric 2-, 3- and 4-nitrobenzoates.** *Polyhedron*, 2012, 46, 8–15. DOI: [10.1016/j.poly.2012.07.068](https://doi.org/10.1016/j.poly.2012.07.068).
14. **Nickel(II) complexes self-assembled from hexamethylenetetramine and isomeric nitrobenzoates: Structural diversity and supramolecular features.** *Polyhedron*, 2014, 79, 66–71. DOI: [10.1016/j.poly.2014.04.038](https://doi.org/10.1016/j.poly.2014.04.038).