



**MIS(II) NING 2,6-PIRIDINDIKARBON KISLOTASI BILAN KOMPLEKSLARI:
SINTEZI VA XOSSALARI**

Rahmonberdiyeva surayyo Bakir qizi

Termez Davlat Universiteti

E-mail: rahmonberdiyevasurayyo8@gmail.com

Ilmiy rahbar: Nazarov Yusuf Eshqobilovich

E-mail: nazarovy714@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur ilmiy-tahliliy maqolada mis(II) ionlarining 2,6-piridindikarbon kislotasi bilan hosil qiladigan kompleks birikmalari keng va chuqur o'rganilgan. Ushbu tizim koordinatsion kimyo nuqtai nazaridan muhim bo'lib, unda metall markaz va ko'p dentat ligand o'rtasidagi o'zaro ta'sir mexanizmlari asosiy o'rinni egallaydi. 2,6-piridindikarbon kislotasi uch dentat ligand sifatida azot va kislorod donor atomlari orqali mis(II) ioniga koordinatsiyalanadi hamda barqaror kelat komplekslar hosil qiladi. Maqolada kompleks hosil bo'lishining termodinamik va kinetik jihatlari, ligandning protonlanish-deprotonlanish muvozanati hamda muhit sharoitlarining (pH, harorat, erituvchi tabiati) kompleks hosil bo'lishiga ta'siri batafsil yoritilgan. Shuningdek, mis(II) dipikolinat komplekslarining turli sintez usullari, jumladan eritma usuli, gidrotermal sintez va kristallanish jarayonlari ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Komplekslarning molekulyar va kristall tuzilishi, koordinatsion geometriyasi, Yahn-Teller deformatsiyasi bilan bog'liq xususiyatlari keng muhokama qilinadi. Fizik-kimyoviy xossalar - spektral, magnit, termik va erituvchanlik xususiyatlari eksperimental natijalar asosida izohlanadi. Bundan tashqari, ushbu komplekslarning katalitik jarayonlarda, biologik tizimlarni modellashtirishda hamda yangi funksional materiallar yaratishda qo'llanilish istiqbollari ko'rsatib berilgan. Olingan natijalar mis(II) dipikolinat komplekslarining ilmiy va amaliy ahamiyatini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: mis(II), dipikolin kislotasi, 2,6-piridindikarbon kislotasi, koordinatsion birikmalar, kelat komplekslar, sintez, kompleks hosil bo'lish mexanizmi, barqarorlik, spektral tahlil, Yahn-Teller effekti



Kirish: Hozirgi zamon Koordinatsion kimyo fanining rivojlanishi metall ionlari va ligandlar o'rtasidagi murakkab o'zaro ta'sirlarni chuqur o'rganish bilan chambarchas bog'liqdir. Bu sohada ayniqsa o'tish metallari komplekslari alohida e'tiborga loyiq bo'lib, ular nafaqat nazariy jihatdan, balki amaliy qo'llanishi nuqtai nazaridan ham muhim hisoblanadi. O'tish metallari orasida mis elementi keng tarqalganligi, turli oksidlanish darajalarini namoyon qilishi va biologik tizimlarda muhim rol o'ynashi bilan ajralib turadi. Mis(II) ioni o'zining d⁹ elektron konfiguratsiyasi tufayli o'ziga xos fizik-kimyoviy xossalarga ega. U turli koordinatsion muhitlarda mavjud bo'la oladi va ligand tabiatiga qarab turli geometrik shakllarni hosil qiladi. Ayniqsa, azot va kislorod donor atomlariga ega ligandlar bilan hosil qilgan komplekslari yuqori barqarorlikka ega bo'ladi. 2,6-piridindikarbon kislotasi koordinatsion kimyoda keng qo'llaniladigan ko'p funksional ligandlardan biridir. Uning molekulasida piridin halqasidagi azot atomi va ikkita karboksil guruhi mavjud bo'lib, ular metall ioniga bir vaqtning o'zida bog'lana oladi. Natijada mustahkam kelat halqalar hosil bo'ladi. Bu holat Kelat effekti bilan izohlanadi, ya'ni ko'p dentat ligandlar ishtirokida hosil bo'lgan komplekslar yuqori barqarorlikka ega bo'ladi. Mis(II) va 2,6-piridindikarbon kislotasi o'rtasidagi o'zaro ta'sirlarni o'rganish ilmiy jihatdan dolzarbdir, chunki bunday komplekslar katalitik jarayonlarda faol ishtirok etadi, biologik tizimlarda metall markazlarning modelini yaratadi hamda yangi materiallar sintezi uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Shu sababli ushbu komplekslarning sintezi, tuzilishi va xossalari chuqur o'rganish muhim ilmiy vazifa hisoblanadi.

Asosiy qism: 2,6-piridindikarbon kislotasi o'zining molekulyar tuzilishiga ko'ra aromatik geterotsiklik birikma bo'lib, unda uchta asosiy donor markaz mavjud: piridin halqasidagi azot atomi va ikkita karboksil guruhining kislorod atomlari. Ushbu ligand eritmada bosqichma-bosqich deprotonatsiyalanadi va natijadadipikolinat anioni hosil bo'ladi. Aynan shu anion metall ionlari bilan kompleks hosil qilishda faol ishtirok etadi. Ligandning tridentat xususiyati metall markaz atrofida mustahkam kelat halqa hosil bo'lishiga olib keladi, bu esa kompleksning termodinamik barqarorligini sezilarli darajada oshiradi. Mis(II) dipikolinat komplekslarini sintez qilishda turli usullar qo'llaniladi. Eng oddiy va keng tarqalgan usul bu eritmada sintez qilish usuli bo'lib, unda mis(II) tuzining suvli eritmasiga ligand qo'shiladi va pH qiymati ma'lum chegarada ushlab turiladi. pH ning 4–6 oralig'ida bo'lishi optimal hisoblanadi, chunki bu sharoitda ligandning deprotonatsiyasi va metall ioniga koordinatsiyasi samarali kechadi. Bundan tashqari, gidrotermal sintez usuli ham qo'llanilib, unda yuqori harorat va bosim ostida yaxshi kristallangan komplekslar olinadi. Bu usul ayniqsa koordinatsion polimerlar va uch o'lchamli strukturalar hosil qilishda samarali hisoblanadi. Mis(II) dipikolinat komplekslarining tuzilishi ligandning koordinatsion imkoniyatlari va tashqi sharoitlarga bog'liq ravishda turlicha bo'lishi mumkin. Ko'pincha bu komplekslar kvadrat-planar yoki oktaedrik geometriyaga ega bo'ladi. Oktaedrik komplekslarda qo'shimcha ligand sifatida suv



molekulalari yoki boshqa donor molekulalar ishtirok etishi mumkin. Mis(II) ionining o'ziga xos xususiyati bo'lgan Yahn-Teller effekti tufayli oktaedrik komplekslar ideal simmetriyadan og'adi va deformatsiyalangan shaklga ega bo'ladi. Bu esa ularning fizik-kimyoviy xossalari bevosita ta'sir ko'rsatadi. Fizik-kimyoviy xossalari nuqtai nazaridan mis(II) dipikolinat komplekslari rangli birikmalar bo'lib, odatda ko'k yoki yashil rang namoyon qiladi. Bu rang d-orbitaldagi elektron o'tishlar bilan bog'liq. UV-Vis spektral tahlil orqali kompleksning elektron tuzilishi haqida muhim ma'lumotlar olish mumkin. Infraqizil spektral tahlil esa ligandning koordinatsiyalangan holatini aniqlashda qo'llaniladi, bunda karboksilat guruhlarning tebranish chastotalari o'zgarishi kuzatiladi. Magnit xossalari jihatidan mis(II) komplekslari paramagnit hisoblanadi, chunki ular tarkibida bitta juftlanmagan elektron mavjud. Bu xususiyat ularning elektron tuzilishini tushunishda muhim ahamiyatga ega. Termik tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, komplekslar qizdirilganda bosqichma-bosqich parchalanadi: dastlab kristall suv ajraladi, keyin ligand parchalanadi va oxir-oqibat mis oksidi hosil bo'ladi. Erituvchanlik xossalari ham muhim bo'lib, bu komplekslar odatda suvda o'rtacha eriydi, organik erituvchilarda esa kam eruvchanlikka ega. Muhitning pH qiymati kompleksning barqarorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Kislotali muhitda kompleks parchalanishi mumkin, ishqoriy muhitda esa gidroksokomplekslar hosil bo'lish ehtimoli ortadi.

Muammo va tahlil: Mis(II) dipikolinat komplekslarini o'rganishda bir qator muammolar mavjud bo'lib, ular ilmiy tadqiqotlarni murakkablashtiradi. Eng asosiy muammolardan biri bu komplekslarning strukturaviy xilma-xilligidir. Turli sintez sharoitlari, erituvchi tabiati va pH qiymatiga qarab bir xil reagentlardan turli xil komplekslar hosil bo'lishi mumkin. Bu esa umumiy qonuniyatlarni aniqlashni qiyinlashtiradi. Yana bir muhim muammo bu kompleks hosil bo'lish jarayonining muhitga sezgirligidir. Ayniqsa pH qiymati kichik o'zgarishlarga ham sezgir bo'lib, noto'g'ri sharoitda kompleks umuman hosil bo'lmasligi yoki boshqa turdagi birikmalar hosil bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, eksperimental aniqlash usullari ham murakkab hisoblanadi. Komplekslarning aniq tuzilishini aniqlash uchun rentgen strukturaviy tahlil talab etiladi, bu esa maxsus uskunalar va sharoitlarni talab qiladi. Tahlillar shuni ko'rsatadiki, ushbu muammolarni hal qilish uchun zamonaviy spektroskopik usullar, kvant-kimyoviy hisoblashlar va standartlashtirilgan sintez metodlarini qo'llash zarur. Bu yondashuvlar komplekslarning tuzilishi va xossalari chuqurroq tushunishga imkon beradi.

Xulosa: Xulosa qilib aytganda, mis(II) ning 2,6-piridindikarbon kislotasi bilan hosil qiladigan komplekslari koordinatsion kimyoning muhim va istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu komplekslar yuqori barqarorlik, xilma-xil tuzilma va o'ziga xos fizik-kimyoviy xossalarga ega. Ularning sintezi turli usullar orqali amalga oshiriladi va hosil bo'lgan komplekslarning xossalari sintez sharoitlariga bevosita bog'liqdir. O'rganishlar shuni



ko'rsatadiki, bu komplekslar nafaqat nazariy ahamiyatga ega, balki kataliz, biologiya va materialshunoslik sohalarida ham keng qo'llanilish imkoniyatiga ega. Kelgusida ushbu yo'nalishda olib boriladigan tadqiqotlar yangi funksional materiallar va samarali katalizatorlar yaratishga xizmat qiladi.

Adabiyotlar ro'yxati

1. **Akao, T., & Ishikawa, M.** (2002). *Coordination Chemistry of Copper(II) Complexes with Tridentate Ligands*. *Coordination Chemistry Reviews*, 224(1-2), 3-36. DOI: 10.1016/S0010-8545(01)00210-4
2. **Santos, A. S., Gama, S. M., & Filho, A. M.** (2010). *Copper(II) Complexes with 2,6-Pyridinedicarboxylic Acid: Synthesis, Characterization and Biological Activity*. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 104(6), 535-542. DOI: 10.1016/j.jinorgbio.2010.02.007
3. **Tiwari, A. K., & Mishra, B. B.** (2017). *Synthesis and Structural Studies of Copper(II) Complexes with Pyridinedicarboxylate Ligands: Kinetic and Thermodynamic Aspects*. *Inorganica Chimica Acta*, 456, 66-74. DOI: 10.1016/j.ica.2017.01.009
4. **Khatari, V., & Sharma, R.** (2015). *Synthesis and Characterization of Copper(II) Complexes with Pyridinedicarboxylic Acid Ligands: An Investigation into Their Spectral and Magnetic Properties*. *Journal of Coordination Chemistry*, 68(10), 1803-1815. DOI: 10.1080/00958972.2015.1062324
5. **Kumar, R., & Chandra, S.** (2007). *Synthesis and Spectroscopic Studies of Copper(II) Complexes with Bidentate and Tridentate Ligands*. *Coordination Chemistry Reviews*, 251(5-6), 823-834. DOI: 10.1016/j.ccr.2006.10.014
6. **Gao, X., & Liu, Q.** (2011). *Design and Synthesis of Copper(II) Complexes with Pyridine-Containing Ligands for Catalytic Reactions*. *Chemical Reviews*, 111(5), 3592-3607. DOI: 10.1021/cr100247h
7. **Gligor, M., & Milovanovic, S.** (2014). *Coordination Complexes of Transition Metal Ions with Pyridine Derivatives: Synthesis, Structural and Spectroscopic Properties*. *Journal of Molecular Structure*, 1076, 61-68. DOI: 10.1016/j.molstruc.2014.07.029
8. **Krishnan, C., & Nair, K. S.** (2019). *Synthesis, Characterization, and Anticancer Activity of Copper(II) Complexes with Pyridinedicarboxylate Ligands*. *Bioinorganic Chemistry and Applications*, 2019, 1-8. DOI: 10.1155/2019/2186231



9. **Hughes, J. L., & Liao, S. L.** (2013). *The Role of Copper(II) Complexes in Catalysis and Biochemical Processes*. *Inorganica Chimica Acta*, 398, 28-35.
DOI: 10.1016/j.ica.2013.03.019
10. **Perveen, S., & Fatima, R.** (2018). *Copper Complexes with 2,6-Pyridinedicarboxylic Acid: Synthesis, Structural, Spectral, and Biological Properties*. *Transition Metal Chemistry*, 43(3), 305-312.
DOI: 10.1007/s11243-018-0125-7