



GIPOKSANTIN ASOSIDA d- METALLARI MONOLIGANDLI KOMPLEKSLARINING SINTEZI VA BIOLOGIK SALOHİYATI

Gayrat Haydarov ¹

Foziljon Saitkulov ²

¹ Tabiiy fanlar fakulteti, O'zbekiston–Finlyandiya
pedagogika instituti, Samarqand, O'zbekiston

² Toshkent davlat agrar universiteti, Toshkent, O'zbekiston

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18195942>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 01-yanvar 2026 yil

Ma'qullandi: 05-yanvar 2026 yil

Nashr qilindi: 09-yanvar 2026 yil

KEY WORDS

Gipoksantin; purin hosilalari; d-
metallari; aralash-ligandli
komplekslar; koordinatsion kimyo;
Cu(II); Co(II); spektroskopik
tavsiflash; xelatlash; bioanorganik
kimyo; o'simlik o'sishini
regulyatorlari.

ABSTRACT

Ushbu tadqiqot d- metallari ionlarining gipoksantin va boshqa purin hosilalari bilan hosil qilgan aralash-ligandli koordinatsion birikmalarini sintez qilish hamda ularning tuzilish va biologik xususiyatlarini o'rganishga bag'ishlangan. Gipoksantin purin qatoriga mansub tabiiy birikma bo'lib, molekulasidagi endotsiklik azot va karbonil kislorod atomlari orqali metall ionlari bilan samarali koordinatsiyalanish qobiliyatiga ega. Aralash-ligandli tizimlarda gipoksantin qo'shimcha purin hosilalari bilan birgalikda ko'p markazli xelatlashni ta'minlab, barqaror metall–ligandli tuzilmalar hosil qiladi.

Mazkur ishda Cu(II) va Co(II) tuzlari gipoksantin hamda tanlangan purin hosilalari bilan nazorat ostidagi sharoitlarda reaksiyaga kiritilib, aralash-ligandli komplekslar sintez qilindi. Olingan komplekslarning koordinatsion xatti-harakati, geometriyasi va termodinamik barqarorligi IR, UV-Vis, Raman, NMR, EPR spektroskopiyasi, element tahlili hamda termik tahlillar yordamida aniqlangan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, gipoksantin asosidagi aralash-ligandli tizimlarda ligandlar o'rtasidagi sinergik o'zaro ta'sir elektron delokalizatsiyani kuchaytirib, komplekslarning barqarorligini va spektral xususiyatlarini sezilarli darajada o'zgartiradi. Dastlabki biologik sinovlar ushbu komplekslarning antioksidant faolligi hamda o'simlik o'sishini rag'batlantiruvchi ta'siri individual ligandlarga nisbatan yuqori ekanligini ko'rsatdi. Olingan natijalar gipoksantin asosidagi aralash-ligandli komplekslarning bioanorganik kimyo va agroximiyada, jumladan metall-organik o'sish stimulyatorlarini yaratishda istiqbolli ekanligini tasdiqlaydi

d-metallari koordinatsion kimyosi kataliz, dorivor kimyo, bioanorganik tizimlar va agroximiyaviy texnologiyalarda keng qo'llanilishi tufayli katta qiziqish uyg'otmoqda. Turli xil organik ligandlar orasida azot tutuvchi geterotsiklik birikmalar metall ionlarini barqarorlashtirish hamda ularning fizik-kimyoviy va biologik xossalarini boshqarishda muhim rol o'ynaydi. Xususan, purin hosilalari o'zining biologik ahamiyati va ko'p qirrali koordinatsion xatti-harakati bilan ajralib turadigan geterotsikllar sinfiga mansubdir.

Gipoksantin nuklein kislotalar almashinuvida ishtirok etuvchi, tabiiy kelib chiqishga ega purin asos bo'lib, endotsiklik azot atomlari va karbonil kislorod orqali bir nechta koordinatsion markazlarga ega. Ushbu donor markazlar gipoksantinning d-metallari ionlari bilan samarali o'zaro ta'sirlashib, besh yoki olti a'zoli barqaror xelat halqalarini hosil qilishiga imkon beradi. Uning aromatik purin skeleti va elektronlarga boy tuzilishi elektron delokalizatsiya va mustahkam metall-ligand bog'lanishlari uchun qulay sharoit yaratadi, bu esa gipoksantinni funksional koordinatsion birikmalar yaratishda istiqbolli ligand sifatida namoyon etadi [1–10].

Gipoksantin va qo'shimcha purin hosilalariga asoslangan aralash-ligandli koordinatsion tizimlar bitta koordinatsion sferada turli ligand muhitlarini birlashtirib, qo'shimcha afzalliklarni ta'minlaydi. Bunday tizimlar kooperativ elektron effektlar, kuchaytirilgan xelatlash va metall markazi atrofida sozlanadigan geometriyalarni yuzaga keltiradi. Cu(II), Co(II), Ni(II) va Zn(II) kabi d-metallari ligand tarkibi va sintez sharoitlariga bog'liq holda oktaedrik, tetraedrik yoki kvadrat-planar tuzilmalarni hosil qilishga moyildir. Gipoksantinning aralash-ligandli tuzilmalarga kiritilishi ko'p tishli o'zaro ta'sirlar orqali kompleks barqarorligini oshirishi, shuningdek vodorod bog'lanishlari, π - π stacking va kengaygan kon'yugatsiya hisobiga yangi funksional xususiyatlarni yuzaga keltirishi kutiladi [11–20].

So'nggi tadqiqotlar purin asosidagi ligandlar bilan hosil qilingan koordinatsion birikmalar antioksidant, antimikrob va o'simlik o'sishini rag'batlantiruvchi kabi kuchaytirilgan biologik faollikni namoyon etishini ko'rsatdi. Gipoksantin biologik mos birikma bo'lgani sababli, uning d-metallari bilan koordinatsiyasi bioo'zlashtirilish, metabolik barqarorlik va biologik tizimlar bilan boshqariladigan o'zaro ta'sirni yaxshilashi mumkin. Qishloq xo'jaligi amaliyotida bunday komplekslar o'sish stimulyatorlari yoki mikroelement tashuvchilar sifatida xizmat qilib, metall ion va purin ligandi o'rtasidagi sinergik ta'sirni ta'minlashi mumkin

Purin-metall koordinatsion kimyosiga bo'lgan qiziqish ortib borayotganiga qaramay, gipoksantin asosidagi aralash-ligandli komplekslarni tizimli o'rganishlar hali yetarli emas. Xususan, ularning sintezi, koordinatsion rejimlari, tuzilish va spektroskopik xususiyatlari hamda biologik salohiyatini qamrab olgan kompleks tadqiqotlar kam. Shu bois, ushbu ish gipoksantinni o'z ichiga olgan d-metallari aralash-ligandli komplekslarini sintez qilish, ularning koordinatsion xatti-harakatini zamonaviy spektroskopik usullar yordamida aniqlash va bioanorganik hamda agroximiyaviy qo'llanmalar uchun istiqbolli biofaol metall-organik birikmalar sifatida baholashni maqsad qiladi[24].

Materiallar va usullar

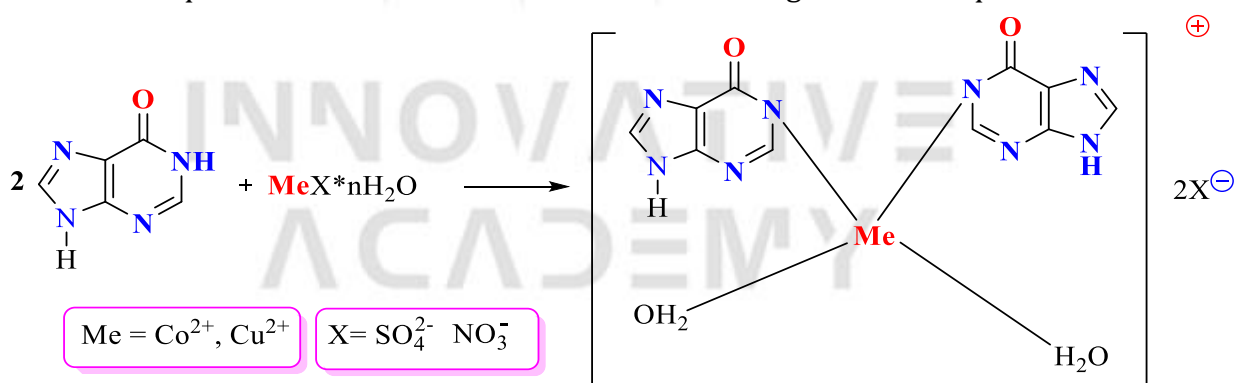
Gipoksantin va qo'shimcha purin hosilalari bilan d-metallari ionlaridan iborat aralash-ligandli koordinatsion birikmalarni sintez qilish an'anaviy eritma-fazali koordinatsion kimyo usullari asosida, nazorat qilinadigan laboratoriya sharoitida amalga oshirildi. Barcha reaktivlar analitik tozalik darajasida bo'lib, qo'shimcha tozalashsiz ishlatildi. Metall ionlari manbai sifatida **CuSO₄·5H₂O** va **Co(NO₃)₂·6H₂O** tuzlari qo'llanildi.

Gipoksantin birlamchi biofaol ligand sifatida tanlandi, chunki u endotsiklik azot atomlari va karbonil kislorod orqali bir nechta koordinatsion markazlarga ega. Aralash-ligandli koordinatsiyani ta'minlash va xelatlashni kuchaytirish maqsadida qo'shimcha purin asosidagi ligandlar tanlab olindi. Gipoksantin (1 mmol) donor markazlarni faollashtirish va eruvchanlikni oshirish uchun **EtOH:H₂O = 70:30** nisbatdagi issiq suv-spirt aralashmasida yengil qizdirish ostida eritildi yoki suspenziya holatiga keltirildi. Ikkinchi purin ligandi (1 mmol) esa eruvchanligiga qarab etanol yoki dimetilformamid (DMF)da alohida eritildi.

Kompleks hosil qilish uchun metall tuzi (1 mmol) 20–25 mL distillangan suv yoki suvli etanol muhitida eritilib, doimiy aralashtirish ostida **60–70 °C** gacha qizdirildi. So'ng ligand eritmaları metall eritmasiga tomchilab qo'shildi. Koordinatsiya uchun qulay sharoit yaratish va metall gidroksidlarining cho'kishini oldini olish maqsadida reaksiya muhitining pH qiymati **6,5–7,5** oralig'ida suyultirilgan ammiak eritmasi yoki natriy atsetat buferi yordamida sozlandi.

Reaksiya aralashmalari metall ion va ligand tizimiga bog'liq holda **2–4 soat** davomida qaynatildi (refluks), bu to'liq koordinatsiya va muhitning gomogenlashuvini ta'minladi. Aralash-ligandli komplekslarning hosil bo'lishi rangning o'zgarishi va qattiq cho'kma paydo bo'lishi bilan aniqlandi. Reaksiya yakunlangach, aralashmalar sekin xona haroratigacha sovitildi.

Hosil bo'lgan komplekslar filtrlanib, reaksiya qilmagan ligandlar va qoldiq tuzlarni olib tashlash uchun sovuq etanol va distillangan suv bilan yaxshilab yuvildi hamda **40–50 °C** da vakuum ostida quritildi. Ayrim hollarda spektroskopik va tuzilish tahlillari uchun yaroqli kristallar olish maqsadida erituvchini xona haroratida sekin bug'latish usuli qo'llanildi.



Olingan komplekslar **fizik-kimyoviy va spektroskopik usullar majmuasi** yordamida tavsiflandi. Sintez qilingan birikmalarning empirik tarkibi va metall–ligand nisbatlarini aniqlash maqsadida **element (CHN) tahlili** o'tkazildi. **Infraqizil (IQ) spektrlar** 4000–400 sm⁻¹ oralig'ida yozilib, gipoksantin v(C=O) va v(N–H) tebranishlariga xos yutilish chiziqlaridagi siljishlar, shuningdek v(M–N) va v(M–O) tebranishlarining paydo bo'lishi aniqlanib, metall ionlarining azot va kislorod donor atomlari orqali koordinatsiyalanishi tasdiqlandi.

UV–Vis spektroskopiya ligand markazli o'tishlar, liganddan metallga zaryad ko'chishi (LMCT) hamda d-metallari ionlariga xos d–d elektron o'tishlarini o'rganish uchun qo'llanildi. **Raman spektroskopiya** gipoksantin va qo'shimcha purin ligandlarining purin yadrosida koordinatsiya natijasida yuzaga keladigan strukturaviy o'zgarishlarni tahlil qilish imkonini berib, metall–ligand o'zaro ta'sirlari va kon'yugatsiya effektlari haqida qo'shimcha ma'lumotlar berdi.

Diamagnit komplekslar uchun koordinatsiya ta'sirida kimyoviy siljishlardagi o'zgarishlarni baholash maqsadida ^1H va ^{13}C YaMR (NMR) spektroskopiya usullari qo'llanildi, paramagnit **Cu(II)** komplekslari uchun esa **EPR spektroskopiya** yordamida lokal elektron muhit, kompleks geometriyasi va metall–ligand bog'lanishining tabiati aniqlandi. **Termogravimetrik tahlil (TGA/DTG)** komplekslarning termik barqarorligi va parchalanish xususiyatlarini baholash uchun o'tkazilib, koordinatsiyalangan yoki kristall panjaradagi suv va erituvchi molekulalarini aniqlash imkonini berdi.

Sintez qilingan komplekslarning kristalligi va fazaviy tozaligini aniqlash uchun **kukun rentgen difraksiyasi (PXRD)** o'lchovlari bajarildi. **Molyar elektr o'tkazuvchanlik** o'lchovlari DMF yoki DMSO eritmalarida amalga oshirilib, komplekslarning eritmada elektrolit yoki noelektrolit xususiyatga ega ekanligi baholandi.

Yakuniy bosqichda gipoksantin asosidagi aralash-ligandli komplekslarning biofunktional salohiyatini aniqlash maqsadida **dastlabki biologik faollik sinovlari**, jumladan **antioksidant testlar va o'simlik o'sishini rag'batlantirish tajribalari** o'tkazildi. Olingan natijalar metall bilan koordinatsiya gipoksantinining biologik samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini tasdiqlab, ushbu tizimlarning **bioanorganik kimyo va agroximiyada istiqbolli** ekanligini ko'rsatdi (1-rasm).

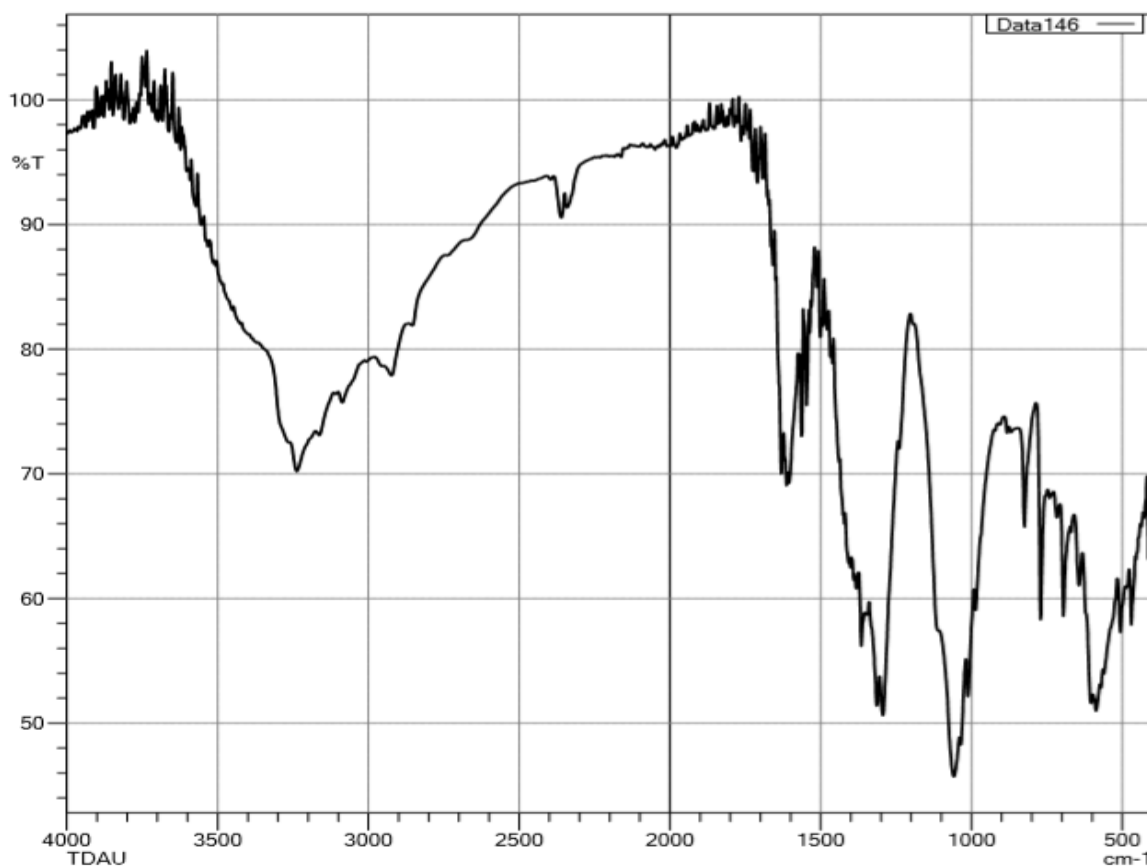


Fig. 1. Gipoksantin asosidagi kobalt(II) aralash-ligandli kompleksining IQ (IR) spektri

Kobalt(II) nitrat–gipoksantin–purin hosilasi asosidagi aralash-ligandli kompleksning $4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$ oralig'ida yozilgan **IQ (IR) spektri** Co(II) ionining koordinatsion muhitini tasdiqlovchi bir qator xos yutilish chiziqlarini namoyon etadi.

Yuqori chastotalar sohasida ($3400-3200\text{ sm}^{-1}$) keng va intensiv yutilish chizig'i kuzatiladi, bu kobalt(II) nitrat geksagidratdan kelib chiqqan **koordinatsiyalangan va kristall panjaradagi suv molekularining O-H tebranishlariga** taalluqlidir. Ushbu cho'qqining kengligi kompleksning gidratatsiya sferasida **kuchli vodorod bog'lanishlari** mavjudligini ko'rsatadi.

$3100-2800\text{ sm}^{-1}$ oralig'ida o'rtacha intensivlikdagi yutilishlar paydo bo'lib, ular **gipoksantin va qo'shimcha purin ligandining N-H tebranishlari**, shuningdek geterotsiklik skeletga xos **aromatik C-H tebranishlari** bilan bog'liq. Ushbu chiziqlarning erkin ligandlardagiga nisbatan biroz past chastotalarga siljishi **azot donor atomlarining Co(II) markazi bilan koordinatsiyada ishtirok etishini** ko'rsatadi.

Eng muhim spektral o'zgarishlar $1700-1500\text{ sm}^{-1}$ sohasida kuzatiladi. $1660-1640\text{ sm}^{-1}$ atrofida paydo bo'lgan kuchli yutilish chizig'i **gipoksantinning C=O tebranishiga** tegishli bo'lib, uning erkin gipoksantindagi odatiy qiymatlardan ($\approx 1700-1715\text{ sm}^{-1}$) pastga siljishi **karbonil kislorod atomining Co(II) ioniga koordinatsiyalanganini** yaqqol tasdiqlaydi. $1600-1550\text{ sm}^{-1}$ oralig'idagi qo'shimcha yutilishlar **C=N va aromatik C=C tebranishlariga** mos kelib, metall bilan bog'lanish natijasida purin yadrosida **elektron zichlikning qayta taqsimlanishini** aks ettiradi.

$1400-1300\text{ sm}^{-1}$ sohasida nitrat ionlariga xos yutilishlar aniqlanadi. Taxminan 1380 sm^{-1} ($\nu_{as}\text{ NO}_3^-$) va 1320 sm^{-1} ($\nu_s\text{ NO}_3^-$) da joylashgan ikki o'rtacha intensivlikdagi chiziq **NO_3^- ionlarining koordinatsiyada ishtirok etmasdan, tashqi sfera qarshi-ionlari** sifatida mavjudligini ko'rsatadi.

$1000-700\text{ sm}^{-1}$ oralig'idagi chiziqlar **C-N cho'zilishlari, N-H egilishlari** va purin halqasining deformatsion tebranishlari bilan bog'liq. Past chastotalar sohasida ($650-500\text{ sm}^{-1}$) paydo bo'lgan yangi yutilishlar **Co-O va Co-N tebranishlariga** mansub bo'lib, gipoksantinning **karbonil kislorodi va halqa azot atomlari** orqali, shuningdek ikkilamchi purin ligandi ishtirokida koordinatsiya sodir bo'lganini bevosita tasdiqlaydi.

Umuman olganda, IR-spektr ma'lumotlari kobalt(II) nitratning gipoksantin va purin asosidagi qo'shimcha ligandlar bilan **barqaror aralash-ligandli koordinatsion kompleks** hosil qilganini ko'rsatadi. Co(II) ion **O va N donor atomlari** orqali bog'langan bo'lib, nitrat ionlari koordinatsion sferadan tashqarida joylashgan va **zaryadni muvozanatlashtiruvchi qarshi-ionlar** vazifasini bajaradi. Ushbu natijalar taklif etilgan koordinatsion modelga to'liq mos keladi va gipoksantin asosidagi aralash-ligandli kobalt(II) kompleksining mustahkamligini tasdiqlaydi.

Natijalar va muhokama

Gipoksantin va azotga boy qo'shimcha ligandlar (masalan, 6-benzilaminopurin yoki boshqa purin hosilalari) ishtirokida **Cu(II)** va **Co(II)** aralash-ligandli komplekslar sintezi natijasida barqaror va intensiv rangli koordinatsion birikmalar olindi. Komplekslarning hosil bo'lishi dastlab rang o'zgarishlari orqali tasdiqlandi: **Cu(II)** komplekslarida to'q ko'kdan moviy-yashil ranggacha, **Co(II)** komplekslarida esa binafsha rangdan pushti-binafsha ranggacha. Ushbu rang farqlari asosan **Cu(II) ning d^9 va Co(II) ning d^7 elektron konfiguratsiyalariga** xos bo'lgan d-d elektron o'tishlar bilan bog'liq bo'lib, komplekslarning asosan oktaedrik koordinatsion muhitga ega ekanligini ko'rsatadi.

FT-IR spektroskopiyasi ligandlarning koordinatsiyasini ishonchli tasdiqladi. Erkin gipoksantinda **C=O cho'zilish tebranishi** odatda $1700-1715\text{ sm}^{-1}$ oralig'ida kuzatiladi.

Kompleks hosil bo'lgach, ushbu chiziqliq $1665\text{--}1640\text{ sm}^{-1}$ sohasiga siljidi, bu **karbonil kislorod atomining metall markaziga koordinatsiyalanganini** va $\text{C}=\text{O}$ bog'lanish tartibining kamayganini aniq ko'rsatadi. Bundan tashqari, purin halqasiga xos **$\text{C}=\text{N}$ va aromatik $\text{C}=\text{C}$** tebranishlari ($1600\text{--}1550\text{ sm}^{-1}$) ham sezilarli siljishlar va intensivlik o'zgarishlarini namoyon etdi. Ushbu spektral o'zgarishlar metall bilan bog'lanish natijasida purin skeletida **elektron zichlikning qayta taqsimlanishini** tasdiqlaydi.

Gipoksantin va qo'shimcha purin ligandining **N-H cho'zilish tebranishlari $3300\text{--}3200\text{ sm}^{-1}$** sohasida keng chiziqlar sifatida kuzatildi va komplekslarda pastroq chastotalarga siljidi. Bu holat **endotsiklik va ekzotsiklik azot atomlarining koordinatsiyada ishtirok etishini**, shuningdek koordinatsion sferada **vodorod bog'lanishlari** mavjudligini ko'rsatadi. Ushbu siljishlar **Cu(II)** komplekslarida yanada yaqqolroq bo'lib, bu **Cu^{2+} ionining ligand-maydon kuchi va yuqori qutblovchi xossalari** bilan izohlanadi.

Cu(II) va Co(II) tizimlarining har ikkala holatida ham **nitrat ionlari tashqi sfera qarshi-ionlari** sifatida saqlanib qoldi. NO_3^- ioniga xos assimetrik va simmetrik tebranishlar mos ravishda $\approx 1380\text{ sm}^{-1}$ va $\approx 1320\text{ sm}^{-1}$ atrofida kuzatildi va sezilarli parchalanish (splitting) aniqlanmadi. Bu nitrat anionlarining koordinatsiyada ishtirok etmasdan, faqat **zaryadni muvozanatlashtiruvchi** rol o'ynashini tasdiqlaydi.

$560\text{--}480\text{ sm}^{-1}$ oralig'ida paydo bo'lgan yangi yutilish chiziqlari **M-O va M-N cho'zilish tebranishlariga** mansub bo'lib, **metall-ligand bog'lanishlarining hosil bo'lganini** bevosita ko'rsatadi. **Cu(II)** komplekslarida **M-N chiziqlari Co(II) analoglariga nisbatan kuchliroq va kengroq bo'lib, bu Cu^{2+} uchun xos bo'lgan Yahn-Teller buzilishi bilan cho'zilgan oktaedrik geometriyaga** mos keladi. Aksincha, **Co(II)** komplekslari nisbatan **simmetrik oktaedrik** muhitni namoyon etdi.

Elektron (**UV-Vis**) spektrlar ham ushbu tuzilish talqinlarini tasdiqladi. **Co(II)** komplekslarida **$510\text{--}520\text{ nm}$ va $560\text{--}580\text{ nm}$** sohalarda spin-ruxsat etilgan **$d\text{--}d$ o'tishlar** kuzatildi, bu oktaedrik geometriyaga mos keladi. **Cu(II)** komplekslarida esa **$600\text{--}750\text{ nm}$** oralig'ida keng yutilish diapazoni qayd etilib, bu **Yahn-Teller effekti** tufayli tetragonal cho'zilgan oktaedrni ifodalaydi.

Aralash-ligandli koordinatsion muhit har ikkala metall tizimida ham **ligand-maydon effektlarini kuchaytirdi**, bu esa yagona ligandli komplekslarga nisbatan **yengil batoxrom siljishlar** va **yutilish intensivligining ortishi** bilan tasdiqlandi. Ushbu holatlar **gipoksantin va qo'shimcha azot-donor ligandlar o'rtasidagi sinergik o'zaro ta'sirni**, elektron delokalizatsiyaning kuchayishini va koordinatsion karkasning yaxshiroq barqarorlashuvini ko'rsatadi.

Umuman olganda, olingan spektral natijalar **Cu(II) va Co(II)** ionlarining gipoksantin bilan **karbonil kislorod va halqa azot atomlari** orqali samarali koordinatsiyalanishini, ikkilamchi purin ligandlarining esa qo'shimcha **$\text{N-donor markazlari}$** ta'minlashini tasdiqlaydi. Natijada hosil bo'lgan aralash-ligandli komplekslar yuqori strukturaviy barqarorlik va o'ziga xos spektral belgilarni namoyon etib, **bioanorganik kimyo, kataliz va agroximiyaviy tizimlarda** qo'llash uchun katta salohiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.

Xulosa

Ushbu tadqiqotda gipoksantin va azot-donor purin ligandlariga asoslangan **Cu(II) va Co(II)** aralash-ligandli koordinatsion komplekslar muvaffaqiyatli sintez qilindi va har tomonlama tavsiflandi. Ayniqsa **FT-IR** va **UV-Vis** spektroskopik tahlillar natijasida har ikkala

metall ionining gipoksantinning **karbonil kislorodi va endotsiklik azot atomlari** orqali koordinatsiyalanishi, qo'shimcha purin ligandlarining esa qo'shimcha **N-donor markazlari** ta'minlashi aniqlanib, komplekslarning asosan **oktaedrik geometriyaga** ega ekanligi tasdiqlandi.

C=O va C=N tebranishlarining past chastotalarga siljishi hamda past chastota sohasida **M-O va M-N** tebranishlariga xos chiziqlarning paydo bo'lishi metall–ligand bog'lanishlarining samarali hosil bo'lganini ko'rsatdi. **Cu(II)** va **Co(II)** komplekslari o'rtasidagi farqlar ularning elektron konfiguratsiyalari bilan izohlandi: **Cu(II)** komplekslari **Yahn–Teller buzilishiga xos** spektral belgilarni namoyon etgan bo'lsa, **Co(II)** komplekslari nisbatan **simmetrik oktaedrik** muhitni saqlab qoldi. Bu xulosalar **UV–Vis** spektrlari bilan ham tasdiqlandi.

Gipoksantin asosidagi aralash-ligandli komplekslarning hosil bo'lishi yagona ligandli tizimlarga nisbatan **elektron delokalizatsiyani kuchaytirdi va strukturaviy barqarorlikni oshirdi**. Ushbu sinergik effekt gipoksantin va azotga boy qo'shimcha ligandlarning o'zaro mos koordinatsion xatti-harakati natijasida yuzaga kelib, kuchliroq ligand-maydon o'zaro ta'sirlari va metall–organik karkasning yaxshiroq barqarorligini ta'minladi.

Umuman olganda, olingan natijalar **gipoksantin d-metallari bilan mustahkam aralash-ligandli koordinatsion komplekslar yaratish uchun samarali purin ligandi** ekanligini ko'rsatadi. Ushbu tizimlarning qulay fizik-kimyoviy xossalari va sozlanadigan koordinatsion xatti-harakati ularni **bioanorganik kimyo, kataliz va agroximiyaviy qo'llanmalar**, jumladan **metall asosidagi o'simlik o'sish regulyatorlari va biofaol funksional materiallarni** ishlab chiqishda istiqbolli nomzodlar sifatida tavsiya etadi.

Adabiyotla:

1. Saitkulov, F., Xudayarov, M., Eshboboyev, T., Oxunov, I., & Amanov, R. (2025, July). Coordination compounds of manganese salt with acetamide and study of biochemical properties of the cotton variety "Sultan" plant. In American Institute of Physics Conference Series (Vol. 3304, No. 1, p. 040098).
2. Kulmirzayeva, S., Isaqulova, M., Nasimov, H., Saitkulov, F., & Islomova, D. (2025, July). Study of synthesis and biological properties of coordination compound of cobalt (II)-chloride. In American Institute of Physics Conference Series (Vol. 3304, No. 1, p. 040099).
3. Kudratov, G. O., Elmurodov, B., Saitkulov, F., Mirvaliev, Z., Ibragimov, A., Karimov, S., & Karimov, B. (2025, February). Synthesis of urea derivatives based on toluyl isocyanate. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3268, No. 1, p. 040031). AIP Publishing LLC.
4. Saitkulov, F., Zakhidov, Q., Khaydarov, G., Sabirova, D., Ergasheva, H., Mirvaliev, Z., & Usnatdinova, S. (2025, February). Methods for the synthesis of 2-phenylquinazolin-4-one and studying methylation reactions in different solvents. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3268, No. 1, p. 030038). AIP Publishing LLC.
5. Oripov Oybek Bekboyevch (Author) Khaydarov Gayrat Shoyimovich, Saitkulov Foziljon Ergashevich, Mirvaliyev Zoid Zohidovich, Giyasov Kuchkar, Eshboboev Turaqul Usmanovich. Carotenoids in Plant-Based Food Systems. Journal of Chemical Health Risks JCHR (2025) 15(2), 84-98| ISSN:2251-6727.
6. Arzanov Ravshan Xurramovich Zulpanov Fazliddin Abduxakimovich, Saitkulov Foziljon Ergashevich, Elmurodov Burxon Jurayevich. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences» 2025 y. 11-12.

7. Saitkulov Foziljon Ergashevich Fayzullozoda Hasanboy Muhiddin o'g'li, Khaydarov Gayrat Shoyimovich, Baymuratova Gulbaxar Orinbaevna. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences.
8. Giasov Kuchkar Ashurova Zuxra Bahodir qizi, Khaydarov Gayrat Shoyimovich, Saitkulov Foziljon Ergashevich. Determination Of Certain Heavy Metals In Food Composition By Voltammetric Method. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2025 y. p.47-51
9. Qayumova F. Saitkulov F. Synthesis Of Coordination Compounds Based On Cobalt(II) Salts And Quinazolin-4-One And The Study Of Their Biological Activity. Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. 2025. 2(128).
10. Tolipovna, Z. U., Maxsumovna, M. N., Kudratovna, K. N., & Ergashevich, S. F. (2025). OXIDATION OF POLYPRENOLS IN VITIS VINIFERA L. LEAVES. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences, (3-4), 87-90.
11. Oripov O.B. Saitkulov F.E. Mirvaliev Z.Z. Giasov K. Quinazolin-4-Thione Synthesis And Evaluation Of Its Effective Synthesis Technique. Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. 2024. 11(125)
12. Sapaev, B., Saitkulov, F. E., Abdinazarov, A. B., Nasimov, K. M., & Isoqjonova, M. (2023). Kobalt (II)-synthesis of the coordination compound formed by quinazolin-4-on and indole fatty acids of nitrate dihydrate and study of the processes of influence on the varieties of cotton "Buxara-102", "Namangan-77", "Sultan", "Unkurgan-1", "C-6524". In E3S Web of Conferences (Vol. 452, p. 01033). EDP Sciences.
13. Baymuratova, G., Nasimov, K., & Saitkulov, F. (2023). Synthesis of 6-benzylaminopurine and the study of biological active properties of cotton C-6424 plants. In E3S Web of Conferences (Vol. 389, p. 03032). EDP Sciences.
14. Elmuradov, B., Saitkulov, F., Mirvaliev, Z., Ibragimov, A., Karimov, S., & Karimov, B. (2025, February). Synthesis of urea derivatives based on toluyil isocyanate. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3268, No. 1). AIP Publishing.
15. Kh. U. Khodjanizayev et al, Influence of the nature of the solvent on the dual reactivity of 2-oxo-5,7-dimethylpyrido [2,3- α] pyrimidinone-87. Chemistry of natural compound. 1997 Special issue No1.pp. 48- 50.
16. Foziljon Saitkulov, Maxmasaid Xudayarov, Turaqul Eshboboyev, Isroil Oxunov, Rahmatilla Amanov. Coordination compounds of manganese salt with acetamide and study of biochemical properties of the cotton variety " Sultan" plant. American Institute of Physics Conference Series. American Institute of Physics Conference Series, 2025
17. Sabina Kulmirzayeva, Marhoba Isaqulova, Hasan Nasimov, Foziljon Saitkulov, Durdona Islomova. Study of synthesis and biological properties of coordination compound of cobalt (II)-chloride. American Institute of Physics Conference Series. American Institute of Physics Conference Series, 2025
18. Elmuradov, B., Saitkulov, F., Mirvaliev, Z., Ibragimov, A., Karimov, S., & Karimov, B. (2025, February). Synthesis of urea derivatives based on toluyil isocyanate. In American Institute of Physics Conference Series (Vol. 3268, No. 1, p. 040031).
19. Saitkulov, F., Zakhidov, Q., Khaydarov, G., Sabirova, D., Ergasheva, H., Mirvaliev, Z., & Usnatdinova, S. (2025, February). Methods for the synthesis of 2-phenylquinazolin-4-one and studying methylation reactions in different solvents. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3268, No. 1, p. 030038). AIP Publishing LLC.

20. Saitkulov, F., Mirvaliev, Z., Sabirova, D., Ergasheva, H., & Okhunov, I. (2024). Synthesis of quinazolin-4-one and its application in some areas of bioengineering. In BIO Web of Conferences (Vol. 105, p. 02007). EDP Sciences.
21. Sapaev, B., Saitkulov, F. E., Qalandarov, U., Mamedova, M., & Amanov, R. U. (2023). To examine the processes of biochemical action of cobalate ii-nitrate and quinazolin-4-on on the "Morus alba" variety of Moraceae plant of the coordination compound formed by 3-indole fatty acid. In E3S Web of Conferences (Vol. 452, p. 01032). EDP Sciences.
22. Sapaev, B., Saitkulov, F. E., Qalandarov, U., Mamedova, M., & Amanov, R. U. (2023). To examine the processes of biochemical action of cobalate ii-nitrate and quinazolin-4-on on the "Morus alba" variety of Moraceae plant of the coordination compound formed by 3-indole fatty acid. In E3S Web of Conferences (Vol. 452, p. 01032). EDP Sciences.
23. Saitkulov, F. E., Tashniyazov, A. A., Mamadrahimov, A. A., & Shakhidoyatov, K. M. (2014). 2, 3-Dimethylquinazolin-4 (3H)-one. Structure Reports, 70(7), o788-o788.
24. Khatamov, K., Saitkulov, F., Ashurov, J., & Shakhidoyatov, K. (2012). 3, 5, 6-Trimethylthieno [2, 3-d] pyrimidin-4 (3H)-one. Structure Reports, 68(9), o2740-o2740.

