



KOBALT(II)NING 7-YODO-8-GIDROKSIXINOLIN-5-SULFOKISLOTA (FERRON) BILAN KOMPLEKS BIRIKMASINING SINTEZI VA IQ- SPEKTROSKOPIK TADQIQI

Xaydarova Zarina Erkin qizi

Termiz davlat universiteti, stajor-tadqiqotchisi

To‘rayev Xayit Xudoynazarovich

Termiz davlat universiteti Analitik kimyo kafedrası professori

Tillayev Xolmamat Raxmonovich

Termiz davlat universiteti Analitik kimyo kafedrası dotsenti

E-mail: zarinaxaydarova1996@gmail.com

+998935119606

Annotatsiya. Mazkur maqolada 7-yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota (Ferron, $C_9H_6INO_4S$) va kobalt(II) xlorid geksagidrat ($CoCl_2 \cdot 6H_2O$) o‘rtasidagi kompleks hosil bo‘lish jarayoni tadqiq qilindi. Ferron suv–etanol (1:1) aralashmasida eritilib, $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ eritmasi bilan pH 5,5 muhitda reaksiyaga kiritildi. Reaksiya aralashmasini 40,5 °C da quritish pechida sekin bug‘latish usulida 14–17 kun davomida bug‘latildi natijada och pushti rangli, kubsimon shaklli kristallar olindi; reaksiya unumi 77,3 % ni tashkil qildi. Organik ligand va olingan kompleksning 4000–600 cm^{-1} diapazondagi IQ spektrlari solishtirildi. Spektrogrammalardagi aniq pik qiymatlari asosida xinolin halqasining C=N va C=C sohasidagi siljishlar, fenolik C–O tebranishlarining o‘zgarishi hamda kompleksda suvga xos keng O–H yutilishining paydo bo‘lishi aniqlandi. Ushbu o‘zgarishlar Ferronning Co(II) markaziga O,N-donor atomlari orqali koordinatsiyalanishi haqidagi taxminni qo‘llab-quvvatlaydi. SO_3^- guruhining 1042 cm^{-1} atrofidagi signali deyarli saqlanib qolganligi sababli uning koordinatsiyadagi ishtiroki IQ ma’lumotlari bilan qat’iy tasdiqlanmadi. Kompleksning taxminiy tarkibi $[Co(Ferron)_2(H_2O)_2]$ modeli sifatida taklif qilishim mumkin.

Kalit so‘zlar

Ferron, 7-yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota, kobalt(II), koordinatsion birikma, IQ-spektroskopiya, O,N-xelat, sulfonat, metal ioni.

1. KIRISH. 8-Gidroksixinolin va uning hosilalari metall ionlari bilan barqaror xelat komplekslar hosil qilishi sababli koordinatsion va analitik kimyoda muhim organik ligandlar hisoblanadi. Bunday ligandlarda metall bilan bog‘lanish odatda fenolik kislorod va xinolin halqasining azoti orqali amalga oshib, O,N-xelat halqasini hosil qiladi [1,5,6].

7-Yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota (Ferron) 8-gidroksixinolinning suvda eruvchan hosilasi bo‘lib, analitik kimyoda metall ionlarini aniqlashda reagent sifatida ishlatilgan [2–4]. Sulfonat guruhining mavjudligi ligandning suvdagi eruvchanligini oshiradi va uning metall komplekslarida qo‘shimcha koordinatsion imkoniyatlar paydo bo‘lishiga sabab bo‘ladi.

Ferronning Co(II), Ni(II), Mn(II), Zn(II) va boshqa metall ionlari bilan komplekslari o‘rganildi. Adabiyotlarda 7-yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota Co(II) bilan komplekslari uchun O,N-xelat koordinatsiyasi bilan bir qatorda sulfonat guruhining ikkilamchi koordinatsion roli ham mumkinligi ko‘rsatilgan [7,10,13]. Shu sababli kompleksning tuzilishini faqat bitta spektroskopik usul asosida yakuniy belgilash ehtiyotkorlikni talab qiladi.

Ushbu ishning maqsadi 7-yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota va $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ asosida sekin bug‘latish usuli bilan kristall olish, olingan mahsulotning IQ-spektrlarini batafsil o‘rganish va komplekslanish natijasida yuzaga kelgan asosiy spektral o‘zgarishlarni aniqlashdan iborat.

2. TAJRIBAVIY QISM

2.1. Reaktivlar va jihozlar

Tadqiqotda Ferron (7-yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota, CAS 547-91-1, $M = 351,12 \text{ g/mol}$), $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, etilendiamin, 96 % etanol spirti va distillangan suv ishlatildi. Ishlab chiqaruvchi va reagentlarning aniq sertifikatlangan tozaligi tajriba jurnalidagi ma’lumotlar bilan to‘ldirilishi lozim.

2.2. $[\text{Co}(\text{Ferron})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ kompleksini sintez qilish

Ferronning 0,05 M eritmasi tayyorlash uchun suv va 96% etanolning 1:1 hajmiy aralashmasidan 10 ml erituvchiga 0.1756 gramm ligand eritildi. Eritish jarayoni 30 daqiqa davomida magnit aralashtirgichda temperatura 60°C da qizdirib eritib olindi. $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ning 0,05 M eritmasi tayyorlash uchun 0.119 gramm kristallogidrat 10 ml distillangan suvda eritildi. Ligand eritmasi kobalt(II) xlorid kristallogidrat eritmasiga magnit aralashtirgich yordamida sekin, tomchilab qo‘shildi. Aralashmaning pH qiymati suyultirilgan etilendiamin eritmasi yordamida 5,5-6.0 gacha keltirildi. Hosil bo‘lgan eritma $40,5^\circ\text{C}$ haroratdagi termostatda sekin bug‘latildi. 14–17 kundan so‘ng och pushti rangli, kubsimon kristallar hosil bo‘ldi. Hosil bo‘lgan kristallar filtrlab eritmadan ajratildi, distillangan suvda yuvildi va quritildi. Mahsulot unumdorligi 77,3 % ni tashkil etdi.

2.3. Ferron va $[\text{Co}(\text{Ferron})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ ning IQ-spektroskopik tadqiqot

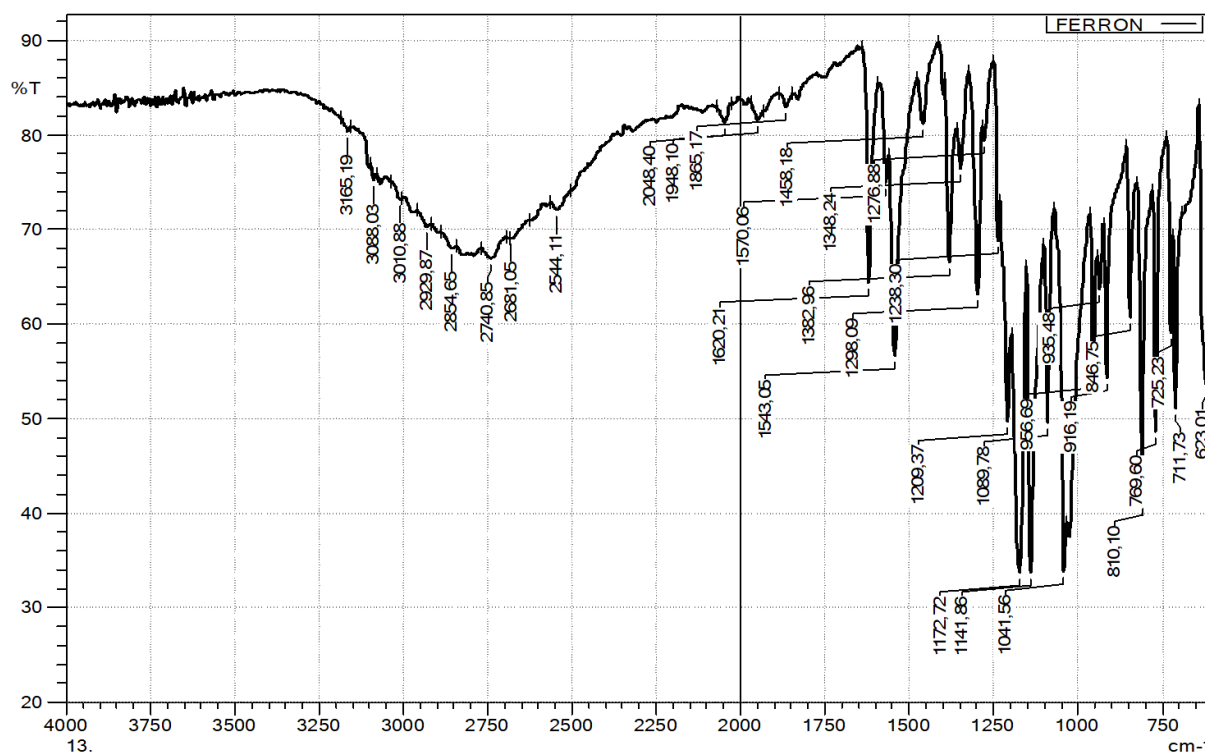
Ferron va $[\text{Co}(\text{Ferron})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ kompleksining IQ spektrlari $4000\text{--}600 \text{ cm}^{-1}$ oralig‘ni namoyon qildi. Spektrogrammalardagi chastotalar IQ tahlilda ko‘rildi va kerakli chastotalar butun sm^{-1} ko‘rinishida tahlil qilindi. Tahlil 8-gidroksixinolin hosilalari, sulfonatlar va koordinatsion birikmalar uchun adabiyotlarda keltirilgan tebranish sohalari bilan taqqoslandi [5,6,11].

3. NATIJALAR VA MUHOKAMA

3.1. IQ-spektrlarning eksperimental ma’lumotlar asosida tahlili

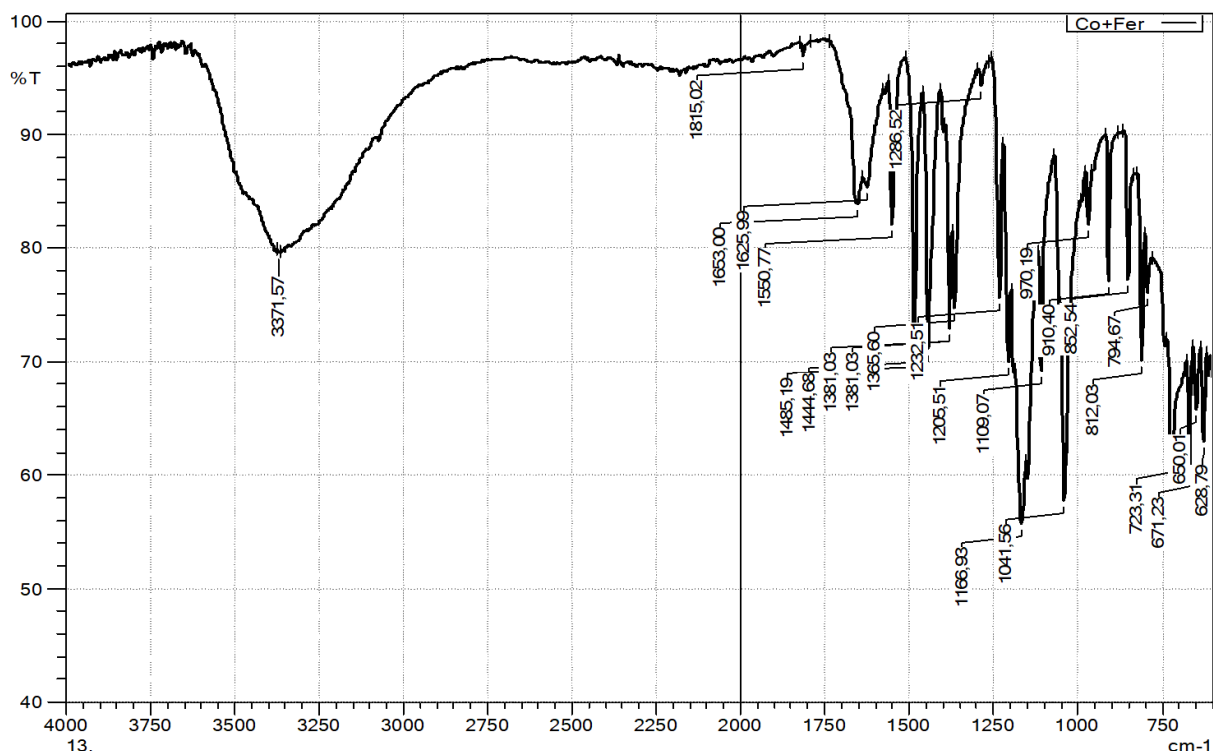
7-Yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota ning IQ spektrida uning funktsional guruhlari uchun asosiy piklar ko‘rinadi: fenolik gidroksil, geteroaromatik xinolin halqasi hamda

sulfonik guruh mavjudligini tasdiqlaydi. Spektrda 3165 cm^{-1} da kuzatilgan yutilish chizig‘i fenolik $-\text{OH}$ guruhining valent tebranishiga, 3088 va 3011 cm^{-1} sohalaridagi signallar aromatik $\text{C}-\text{H}$ bog‘larining valent tebranishlariga tegishli. 1620 , 1570 va 1543 cm^{-1} dagi yutilishlar xinolin halqasining konyugatsiyalangan $\text{C}=\text{N}$ va $\text{C}=\text{C}$ bog‘lari tebranishlari bilan belgilanadi. $1298\text{--}1041\text{ cm}^{-1}$ oralig‘idagi intensiv signallar 7-yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota tarkibidagi $-\text{SO}_3\text{H}$ guruhining $\text{S}=\text{O}$ va $\text{S}-\text{O}$ tebranishlariga mos keladi. $956\text{--}712\text{ cm}^{-1}$ oralig‘idagi signallar esa aromatik halqadagi $\text{C}-\text{H}$ bog‘larining deformatsion tebranishlarini ifodalaydi. Olingan FTIR spektri 7-yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota molekulasida $-\text{OH}$, $\text{C}=\text{N}/\text{C}=\text{C}$ va $-\text{SO}_3\text{H}$ funksional guruhlarining mavjudligini ko‘rsatadi.



1-rasm. Ferron ligandining IQ-spektri ($4000\text{--}600\text{ cm}^{-1}$).

$[\text{Co}(\text{Ferron})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ kompleksining IQ spektri ligandning 7-yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota nisbatan sezilarli spektral o‘zgarishlarga uchraganini ko‘rsatadi. 3371.57 cm^{-1} da kuzatilgan keng yutilishni $\text{O}-\text{H}$ guruhlar hamda kristallanish suvining mavjudligi bilan bog‘liqdir. 1638.09 va 1625.89 cm^{-1} sohalaridagi yutilishlar 7-yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota konyugatsiyalangan $\text{C}=\text{N}/\text{C}=\text{C}$ tizimiga tegishli bo‘lib, liganddagi 1620.21 cm^{-1} signaliga nisbatan siljish geteroaromatik azotning metall bilan koordinatsiyasi borligini ko‘rsatadi. 1550.97 cm^{-1} dagi signal ham aromatik-geteroaromatik skeletning o‘zgarishini tasdiqlaydi. 1288.53 , 1223.51 , 1205.51 , 1160.93 , 1109.07 va 1041.56 cm^{-1} sohalaridagi yutilishlar sulfonik guruhning $\text{S}-\text{O}/\text{S}=\text{O}$ tebranishlariga to‘g‘ri keladi. 7-yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota va $[\text{Co}(\text{Ferron})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ spektrlaridagi ushbu signallarning siljishi va intensivliklarining o‘zgarishi ligandning Co^{2+} bilan koordinatsion o‘zaro ta’sirga kirishganligini ko‘rsatadi. $700\text{--}600\text{ cm}^{-1}$ oralig‘ida paydo bo‘lgan past chastotali signallar metall–ligand tebranishlariga mos kelishi mumkin.



2-rasm. $[\text{Co}(\text{Ferron})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ kompleksining IQ-spektri ($4000\text{--}600\text{ cm}^{-1}$).

1-jadval. Ferron va $[\text{Co}(\text{Ferron})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ kompleksining asosiy FTIR spektr ma'lumotlari (sm^{-1})

Tebranish sohasi	Ferron, sm^{-1}	$\text{Co}(\text{Ferron})_2(\text{H}_2\text{O})_2$, sm^{-1}	Asosiy o'zgarish	Talqin
O–H N ⁺ –H	3165	3372	Keng yutilish sohasi o'zgargan	Kompleksda suvga xos O–H yutilishi kuchli; Ferrondagi keng protonlangan N–H/H-bog'lar sohasi qayta shakllangan.
$\delta(\text{H}_2\text{O}) / \text{C}=\text{N}$	1620	1653	1620 → 1653 paydo bo'lgan	1653 sm^{-1} suvning deformatsion tebranishiga mos kelishi mumkin;
Xinolin $\text{C}=\text{C}/\text{C}=\text{N}$	1570; 1458	1551; 1485	Asosiy siljishlar kuzatilgan	Xinolin halqasining elektron tuzilishi o'zgargan; N orqali koordinatsiyaga mos.
Fenolik C–O	1298; 1238	1289; 1109	Asosiy siljishlar mavjud	Fenolik O atomining metall bilan koordinatsiyalanishini qo'llab-quvvatlaydi.
SO_3^-	1042	1042	Signal saqlangan	Sulfonatning bevosita koordinatsiyasi IQ bilan qat'iy tasdiqlanmaydi;
Halqa deformatsiyasi /	810; 725	812; 723	Kichik siljishlar mavjud	Komplekslanish natijasida halqa

$\gamma(\text{C-H})$				skeleti va deformatsion tebranishlar qayta taqsimlangan.
----------------------	--	--	--	--

3.1.1. 3200–2500 cm^{-1} sohasi

7-Yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota spektrida 3165, 3088, 3011, 2930, 2855, 2741, 2681 va 2544 cm^{-1} atrofida keng va ko‘p komponentli yutilish kuzatiladi. Ushbu murakkab soha protonlangan xinolin azoti, $\text{N}^+\text{-H}$ va kuchli vodorod bog‘lari bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. $\text{Co}(\text{Ferron})_2(\text{H}_2\text{O})_2$ spektrida esa 3372 cm^{-1} da keng yutilish kuzatiladi. Bu signal suv molekulalarining O–H tebranishiga mos keladi va kompleks tarkibida koordinatsion yoki kristallizatsion suv mavjudligi ehtimolini ko‘rsatadi [5,6].

3.1.2. Xinolin halqasi va C=N sohasi

7-Yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota 1570, 1543 va 1458 cm^{-1} signallar kuzatilgan bo‘lsa, $\text{Co}(\text{Ferron})_2(\text{H}_2\text{O})_2$ spektrida 1551, 1485 va 1445 cm^{-1} signallar qayd etilgan. 1570→1551 cm^{-1} va 1458→1445 cm^{-1} siljishlar hamda 1485 cm^{-1} signalining paydo bo‘lishi ligandning elektron tuzilishi metall bilan koordinatsiyalanganidan so‘ng o‘zgarganini ko‘rsatadi. 8-gidroksixinolin hosilalarida bunday o‘zgarishlar xinolin azotining metall bilan koordinatsiyasiga mos keladi [5,6,11].

3.1.3. Fenolik C–O sohasi

Fenolga tegishli C–O tebranishlarida 1298→1289, 1238→1234 va 1209→1206 cm^{-1} siljishlar kuzatiladi. Kompleksda 1109 cm^{-1} signalining mavjudligi ham qayd etilgan. C–O sohasidagi bunday o‘zgarishlar fenolik kislorodning koordinatsiyada ishtirok etishi haqidagi xulosani qo‘llab-quvvatlaydi [5,6,11]. Shu asosda 7-yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota $\text{Co}(\text{II})$ ga O,N-donor atomlari orqali xelat tarzida bog‘langan deb qaraladi.

3.1.4. Sulfonat guruhining holati

SO_3^- guruhining 1042 cm^{-1} atrofidagi signali 7-yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota ham, $\text{Co}(\text{Ferron})_2(\text{H}_2\text{O})_2$ kompleksida ham deyarli bir xil saqlangan. Shu sababli sulfonat guruhining bevosita koordinatsiyasi IQ ma’lumotlari bilan qat’iy tasdiqlanmaydi. Biroq 7-yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota boshqa metall komplekslarida sulfonat kislorodlarining qo‘shimcha koordinatsion yoki ko‘prikllovchi roli kuzatilgan [7,12,13]. Demak, $\text{Co}(\text{Ferron})_2(\text{H}_2\text{O})_2$ kompleksi sintezida SO_3^- guruhi koordinatsiyada ishtirok etmagan ammo, boshqa metal komplekslari sintezida ishtirok etishi mumkin deb xulosa qilamiz.

3.1.5. Past chastotali soha

7-Yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota 957, 935, 916, 847, 810, 790, 725, 712 va 623 cm^{-1} , kompleksda esa 970, 910, 863, 812, 795, 723, 671, 650 va 629 cm^{-1} signallar mavjud. Ushbu siljishlar xinolin skeletining deformatsion tebranishlari qayta taqsimlanganini ko‘rsatadi.

3.1.6. 1815–2050 cm^{-1} sohasi

7-Yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota spektrida 2048, 1948 va 1865 cm^{-1} atrofidagi zaif signallar, kompleks spektrida esa 1815 cm^{-1} atrofida signal kuzatiladi. 1815–2050 cm^{-1}

oralig‘idagi kuchsiz yutilish polosalari asosiy funksional guruhlarining fundamental tebranishlariga xos bo‘lmay, aromatik-geteroaromatik tizimdagi kombinatsion va yuqori garmonik tebranishlar bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

3.2. Kompleksning taxminiy formulasi va koordinatsion modeli

Sintez sharoiti, 7-yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislolaning O,N-xelatlovchi xususiyati va IQ-spektrdagi C=N hamda C–O sohaslarining o‘zgarishlari asosida kompleks uchun dastlabki taxminiy model sifatida $[\text{Co}(\text{Ferron})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ formulasini taklif qilish mumkin. Bunda 7-yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota ligandlari Co(II) markaziga fenolik O va xinolin N atomlari orqali koordinatsiyalangan deb qaraldi. Soddalashtirilgan ko‘rinishda kompleks $[\text{Co}(\text{C}_9\text{H}_5\text{INO}_4\text{S})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ tarzida ifodalash mumkin. Reaksiya unumdorligi 77,3 % tashkil qildi.

3.3. Natijalarni adabiyot ma’lumotlari bilan taqqoslash

7-Yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislolaning 8-gidroksixinolin hosilasi sifatidagi O,N-xelatlovchi xususiyati adabiyotlarda yaxshi hujjatlashtirilgan [1,5,6]. 7-yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislolaning Co(II) bilan komplekslari uchun ham O,N-koordinatsiya va sulfonat guruhining qo‘shimcha roli haqida ma’lumotlar mavjud [7,10,13]. Mazkur ishda olingan real IQ-spektrlar ushbu umumiy model bilan mos keladi: C=N sohasidagi siljishlar N donor markazining, C–O sohasidagi siljishlar esa fenolik O donor markazining koordinatsiyada qatnashishini qo‘llab-quvvatlaydi.

4. XULOSA

- 7-Yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislota va $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan suv–etanol (1:1) muhitida, pH 5,5-6.0 va 40,5 °C sharoitida sekin bug‘latish orqali 14–17 kunda och pushti, kubsimon kristallar olindi; mahsulot unumdorligi 77,3 % ni tashkil etdi.
- IQ-spektrogrammalarni solishtirish natijasida xinolin halqasining C=N/C=C sohasida sezilarli siljishlar va fenolik C–O tebranishlarida o‘zgarishlar aniqlandi.
- 3372 cm^{-1} dagi yutilish hamda 1653 cm^{-1} atrofidagi signal kompleksda suv mavjudligini ko‘rsatdi.
- Spektral ma’lumotlar 7-yodo-8-gidroksixinolin-5-sulfokislolaning Co(II) ga O,N-donor atomlari orqali koordinatsiyalanganligini tasdiqladi.
- Kompleksning taxminiy formulasi $[\text{Co}(\text{Ferron})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ sifatida taklif qilindi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Prachayasittikul V., Prachayasittikul S., Ruchirawat S., Prachayasittikul V. 8-Hydroxyquinolines: a review of their metal chelating properties and medicinal applications. *Drug Design, Development and Therapy*. 2013;7:1157–1178. DOI: 10.2147/DDDT.S49763.
2. Yoe J.H. 7-Iodo-8-hydroxyquinoline-5-sulfonic acid as a reagent for the colorimetric determination of ferric iron. *Journal of the American Chemical Society*. 1932;54(11):4139–4143. DOI: 10.1021/ja01350a002.
3. Musha S., Ogawa K. Ferron as an indicator in complexometric titration of Fe(III). *Bunseki Kagaku*. 1959;8(3):161–166. DOI: 10.2116/bunsekikagaku.8.161.
4. Davenport W.H. The determination of aluminum in the presence of iron. *Analytical Chemistry*. 1949;21:710–711.

5. Nakamoto K. Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds. Part B. 6th ed. Hoboken: Wiley; 2009.
6. Socrates G. Infrared and Raman Characteristic Group Frequencies: Tables and Charts. 3rd ed. Chichester: Wiley; 2001.
7. Zhang F., Li Y.-Z., Gao X., Chen H.-L., Liu Q.-T., Odani A., Yamauchi O. Aromatic Iodine-Assisted Self-assembly of a Cobalt(II) Complex of Ferron. *Chemistry Letters*. 2004;33(5):556–557. DOI: 10.1246/cl.2004.556.
8. PubChem. Ferron (8-hydroxy-7-iodo-5-quinolinesulfonic acid), CID 11043. Molecular formula C₉H₆INO₄S; molecular weight 351.12 g/mol; CAS 547-91-1.
9. Musha S., Ogawa K. Complex formation of ferric iron with 7-iodo-8-hydroxyquinoline-5-sulfonic acid (Ferron). *Journal of Coordination Chemistry*. 1959.
10. Storm Å.R., Pedersen B., Theander O., Brimacombe J.S., Cook M.C. Stability of Metal Chelates of Co(II), Ni(II), Mn(II), and Zn(II) with 7-Iodo-8-hydroxyquinoline-5-sulphonic Acid (Ferron). *Acta Chemica Scandinavica*. 1963;17:667–672. DOI: 10.3891/acta.chem.scand.17-0667.
11. González-Baró A.C., Baran E.J. Synthesis and spectroscopic behavior of some oxovanadium complexes of 7-iodo-8-hydroxyquinoline-5-sulfonate. *Journal of the Brazilian Chemical Society*. 2001;12(2):208–214. DOI: 10.1590/S0103-50532001000200014.
12. Baskar Raj S., et al. Metal-binding modes in sulfoxines: supramolecular network in (8-hydroxyquinoline-5-sulfonato-N,O)sodium(I). *Acta Crystallographica Section E*. 2002;58:m513–m516.
13. Zhu X., Zhang H., Zhou Y., Guan L. Hydrothermal synthesis, crystal structure, and magnetic properties of coordination polymers containing 7-iodo-8-hydroxyquinoline-5-sulfonic acid. *Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie*. 2010;636:457–461. DOI: 10.1002/zaac.200900347.
14. Balasubramani K., Thomas Muthiah P., Bocelli G., Cantoni A. Synthesis and crystal structure of mercury(II) chloride–ferron adduct. *Journal of Coordination Chemistry*. 2005;58(18):1689–1694.