UDK 541.123.3+546.56

VANADIL(II) IONINING ASPARAGIN VA DIKARBON KISLOTALARI BILAN KOORDINATSION BIRIKMALARINI SINTEZI VA TADQIQOTI

Aliyev Tog`aymurot Baratovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti, k.f.f.d.
Zayniddinova Gulchehra Shokirjonovna
Navoiy davlat universiteti o`qituvchisi
Husenov Qaxramon Shayimovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti, k.f.n.
Karimov Zokir Tilavovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti, k.f.n.
Begmanov Safar Nurmamatovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti katta o`qituvchisi k.f.f.d.

Annotatsiya. Asparagin va dikarbon (oksalat, malon, yantar va glutar) kislotalarining vanadil(II) ioni bilan geteroligandli kompleks birikmalari sintez qilingan. Ajratib olingan kompleks birikmalarning tarkibi element analizi va termik analizi asosida aniqlangan. Koordinatsion birikmalar tarkibi boshlang‘ich olingan nisbatlardan farq qilishi, IQ-spektrlari natijalarining tahlili asosida ularnining taxminiy tuzilishi, markaziy ionga ligandlarni koordinatsiyalanishi va ligandlarni o‘zaro molekulalararo vodorod bog‘lanish hosil qilishi aniqlangan.

Kalit so‘zlar: aminokislota, dikarbon kislotalar, vanadil-ion, IQ-spektr, derivatogramma, koordinatsiya, markaziy ion, kompleks.

Аннотация. Синтезированы гетеролигандные комплексные соединения ванадила(II) с аспарагином и рядом дикарбоновых кислот — оксаловой, малоновой, янтарной и глутаровой. Состав выделенных комплексов установлен на основе элементного анализа и термического (дериватографического) анализа. Установлено, что состав координационных соединений может отличаться от исходных соотношений компонентов. На основе анализа ИК-спектров предложена предполагаемая структура комплексов, уточнены особенности координации лигандов к центральному иону, а также наличие межмолекулярных водородных связей между лигандами.

Ключевые слова: аминокислота, дикарбоновые кислоты, ванадил-ион, ИК-спектр, дериватограмма, координация, центральный ион, комплексные соединения.

Abstract. Heteroligand complexes of vanadyl(II) ion with asparagine and several dicarboxylic acids — oxalic, malonic, succinic, and glutaric — were synthesized. The composition of the isolated complexes was determined based on elemental and

ISSN 3030-3907

thermal (derivatographic) analysis. It was found that the composition of the coordination compounds may differ from the initial molar ratios of the reactants. Based on the IR spectral data, the tentative structures of the complexes were proposed, including the coordination mode of the ligands to the central ion and the formation of intermolecular hydrogen bonds between ligands.

Keywords: aminoacid, dicarboxylic acids, vanadyl ion, IR spectrum, derivatogram, coordination, central ion, complex compounds.

Kirish

Koordinatsion birikmalar kimyosi, bioximiya va molekulyar biologiyaning yutuqlari bioneorganik kimyoning rivojlanishiga turtki bo‘ladi, uning asosiy vazifasi metallar va bioligandlar o‘rtasidagi ta’sirlashuvni molekulyar darajada o‘rganishdan iboratdir.

Bioneorganik kimyoning imkoniyatlaridan organizmda metall ionlarining yetishmasligidan, ham ortiqcha miqdor bo‘lishligidan kelib chiqadigan kasalliklarni davolashda qo‘llaniladi, shuningdek, mikroo‘g‘itlardan samarali foydalanish va atrof-muhitni zaharli metallar bilan ifloslanishidan himoya qilish bilan bog‘liq muammolarni yechish uchun ishlatiladi [1].

Shu sababli biz tadqiqot ob’ekti sifatida vanadil(2+) ionini asparagin va dikarbon kislotalari bilan aralashligandli komplekslarini hosil bo‘lishini o‘rganishni tanladik. Ma’lumki aminokislotalar va dikarbon kislotalari fiziologik faol moddalar hisoblanadi [2], shuning uchun, bu ligandlarni turli metall ionlari bilan koordinatsion birikmalarini fizik-kimyoviy xossalarini tadqiqot qilish nazariy va amaliy jihatdan katta qiziqish o‘yg‘otadi.

Ishning asosiy maqsadi asparagin va dikarbon kislotalari bilan vanadil(2+) ionining yangi koordinatsion birikmalarini sintez qilish, ularning xossalarini fizik-kimyoviy usullarda tidqiqot qilishdan iborat.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Vanadiy va uning birikmalari kam o‘rgangaligiga qaramasdan, uning tirik organizmdagi fiziologik rolini mukammal aniqlangan. Temir kabi bu element ham porfirinlar bilan birikmalar hosil qiladi, masalan u gemovanadin oqsili tarkibiga kiradi. Vanadiyning undagi koordinatsion soni 6 ga teng bo‘lib, gemovanadinning oltinchi cho‘qqisiga kislorod birikadi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida ishtirok etishda uning yuqori moyilligi biokimyoviy jarayonlardagi xarakterini tushuntirib beradi. Tuzlarini ingibitor sifatida kirishib, tripepsin va pepsinni aktivligini pasaytirishi aniqlangan. To‘qimalarning oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida ishtirokini kalamushlarni jigaridagi fosfolipidlarni oksidlanishini kuchaytirishidagi tajribalar tasdiqlaydi [3].

ISSN 3030-3907

Vanadiy birikmalarining zaharligini hisobga olsak, u nafas olish organlarini, ovqat hazm qilishini, qon aylanish sistemasini zararlaydi, taxmin qilish mumkinki, bioaktiv ligandlar bilan koordinatsion bog‘langan vanadil ionlari kichikroq zaharlilikka ega bo‘ladi.

Koordinatsion birikmalar kimyosi nuqtai nazardan ushbu tadqiqot ham ma’lum bir qiziqish o‘yg‘otadi, qaysiki ish uchun tanlangan ligandlar ko‘pchilik holatlarda bidentatli bo‘lib, reaksiyalarda ishtirok etayotgan donor atomlari markaziy atomga raqobatli koordinatsiyasini tushunishga imkon beradi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Ishlatiladigan reaktivlar va usullar. Ishni bajarishda asosan quyidagi reaktivlardan foydalanildi: 1. Vanadil sulfat $VOSO_4$; 2. Asparagin kislotasi (Asp) $HOOC\text{-}CH_2\text{-}CH(NH_2)COOH$ markasi “kt”, “Reonal” (Vengriya) mahsuloti. 3. Dikarbon kislotalari: shavel kislotasi (Ox); malon kislotasi (Mal); qahrabo kislotasi (Yant) ; glutar kislotasi (Glut) ; barchasi quyidagi umumiy formulaga to‘g‘ri keladi $HOOC\text{-}(CH_2)_n\text{-}COOH$ (bu yerda n=0,1,2,3).
Reaktivlarning eritmalari bidistillangan suvda tayyorlandi.

Olingan koordinatsion birikmalarning fizik-kimyoviy xossalarini tegishli asbob-uskunalarda amalga oshirildi.

Elementlarni analizi Perkin-Elmer 3030B va Carlo-Erba priborida amalga oshirildi.

Koordinatsion birikmalarning termik analizi Lyabsis 1400 priborida olindi, u bir vaqtning o‘zida yo‘qotilgan massa (TG), massa yo‘qolishi tezligi (DSK), temperaturani chiziqli o‘zgarishidagi (T) issiqlik o‘zgarishlarini (DTA) o‘lchaydi.

Olingan kompleks birikmalarning tuzilishini aniqlash maqsadida IQ-spektrlari “Shumadzu IR 100” priborida KBr bilan tayyorlangan tabletkalar ko‘rinishida 400-4000 sm^{-1} oralig‘ida olindi.

Kompleks birikmalarning 0,01 mol/l konsentratsiyali eritmasi elektr o‘tkazuvchanligini KEA-1M konduktometrida platina elektrod yordamida o‘lchandi.

Vanadil(2+) ionining asparagin va dikarbon kislotalari bilan koordinatsion birikmalarini sintezi. Vanadil-sulfatni asparagin va dikarbon kislotalari bilan koordinatsion birikmalarining sintezi quyidagi usullarda amalga oshirildi: kislotalarning (0,01 mol) tortimini 50 ml distillangan suvda 60-70°C haroratda qizdirib eritildi. Kislotalar aralashmasi (barcha holatlarda asparagin kislotasi birlamchi ligand sifatida foydalanildi) eriganidan so‘ng, ozroq miqdordan vanadil sulfat tuzidan (0,01 mol) qo‘shildi. Umumiy aralashmani magnit aralashtirgichda bir soat davomida yuqoridagi haroratda qizdirib aralashtirildi. Sulfat ionlarini yo‘qotish uchun hisoblangan miqdorda biroz ortiqcha miqdor bariy gidroksidi

ISSN 3030-3907

qo‘shildi va reaksion jarayon yana 30 min. davom ettirildi. Bariy sulfat cho‘kmasini filtrlab olindi, ajratilgan suyuq filtratni chinni havonchada suv hammomida parlantirildi va to‘yingan eritmasini kristallanishga qoldirildi. Qattiq holdagi moddani bir necha marotoba etil spirti bilan yuvildi va kompleks birikmani havoda quritildi.

Vanadil-ionining kompleks birikmalarini tadqiqot usullari. Elementlar C, N analizini analizatorda olib borildi. Qo‘llaniladigan usul namunalarni birdaniga va to‘liq oksidlanishiga asoslangan. Chaqnab yonishda barcha organik va anorganik moddalarni yonish mahsulotlariga aylantiradi. Yonish natijasida hosil bo‘lgan gazlar, qaytaruvchi kolonka orqali o‘tadi va gaz-tashuvchi (geliy) bilan xromatografik kolonkaga o‘tkaziladi. U yerda parchalanadi va keyin detektor orqali aniqlanadi, aralashmani individual komponentlari konsentratsiyasiga proporsional signal tariqasida chiqishda beriladi, bu signallarni cho‘qqilar shaklida grafikda ko‘rish mumkin.

1-jadval

Sintez uchun reaktivlar nisbati va olingan komplekslar rangi, suvda erishi

Bosh-ch reagentlar	Reagentlar nisbati	Reagentlar massasi, g	Reagentlar miqdori, mol	Birikmalar rangi	Suvda eruvchanligi
VO^{2+}:Asp	1:2	1,37:2,66	0,01:0,02	Havorang kukun	Yomon eriydi
VO^{2+}:Asp:Ox	1:1:1	1,37:1,33:0,9	0,01:0,01:0,01	Havorang kukun	eriydi
VO^{2+}:Asp:Mal	1:1:1	1,37:1,33:1,04	0,01:0,01:0,01	Havorang kukun	eriydi
VO^{2+}:Asp:Yant	1:1:1	1,37:1,33:1,18	0,01:0,01:0,01	To‘q kulrang kukun	Yomon eriydi
VO^{2+}:Asp:Glut	1:1:1	1,37:1,33:1,32	0,01:0,01:0,01	To‘q ko‘k	Yomon eriydi

Namunadagi vanadiy miqdorini aniqlashni atom-absorbsion spektral usulida V–alanga-havo-asetilen (chiziqli, havorang) olib boriladi, chiziqli sohasi 2,0 mg/l, sezgirligi 0,71 mg/l, standart- Enwiroumental complianee standard PCS-1(PCS-pollution control standard-one) “Plasmachem” Associatesine Farnnigdale new-Jersey, USA miqdori V-100 mg/l.

Kompleks birikmalarning suyuqlanish temperaturasi shisha kapillyarda 300°C gacha PTP-1 priborida aniqlandi.

ISSN 3030-3907

Olingan birikmalarning element analizi, suyuqlanish harorati va eritmalarning elektr o‘tkazuvchanligi natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Vanadil(2+) ionini asparagin kislotasi va dikarbon kislotalari bilan sintez qilingan koordinatsion birikmalarining element analizi natijalari 2-jadvalda keltirilgan. Analiz natijalarini ko‘rsatishicha, metall:ligand boshlang‘ich nisbati 1:2 olinishiga qaramasdan, qaysiki ligandlar assotsirlangan molekulalar hosil qilishga moyilligi borligi uchun Me:L nisbatidan farq qiladigan birikmalar olinadi.

Vanadil(2+) ionining koordinatsion birikmalarining IQ-spektroskopik tadqiqoti.

Asparagin kislotasining IQ-spektrida 2800-3150 sm^{-1} sohada protonlangan aminoguruhining valent tebranishlariga tegishli keng botiqli yutilish chizig‘i kuzatiladi, shuningdek 1590-1610 sm^{-1} va 1410-1420 sm^{-1} sohalarda ionlangan karboksil guruhiga tegishli chiziqlar namoyon bo‘ladi. 1720 sm^{-1} sohada esa asparagin kislotasining ionlanmagan β–COOH guruhiga tegishli bo‘lgan yutilish chizig‘i kuzatiladi.

2-jadval

Sintez qilingan komplekslarning element analizi, suyuqlanish harorati va molekulyar massalari

Modda formulasi	Chiqish unumi, %	$T_{suyul.}$ °C	C,%	H,%	N, %	V, %	M, g/mol	Elektr o‘tkazk, cμ
$VO(Asp)_3*H_2O$	57,79	302	20,62	3,87	5,05	5,88	478	-
$VO(Asp)_2*Ox*5H_2O$	64,69	260	17,40	3,27	2,98	5,92	507	29
$VO(Asp)_4*Mal*6H_2O$	58,02	283	26,05	4,48	5,46	5,92	801	66,5
$VO(Asp)_2*(Yant)_3*5H_2O$	62,34	250	22,95	3,39	2,44	5,39	766	-
$VO(Asp)*(Glut)_3*6H_2O$	52,82	246	25,51	3,96	1,62	5,92	696	-

$VO(Asp)_3*3H_2O$ kompleks birikmasining IQ-spektrida qo‘yidagi 3600-2800 sm^{-1} sohalarda keng botiq yutilish chiziqlari kuzatiladi, unda bir vaqtning o‘zida suvning OH guruhiga va NH_3^+ ning valent tebranishlariga tegishli chiziqlar yotadi. Quyi chastotali tomonga siljishi tegishli funksional guruhlarning molekulalararo ta’sirlashuvidan dalolat beradi [4].

Komplekslarning 1700-1300 sm^{-1} sohalari oralig‘idagi yutilish chiziqlari ligandning spektridagidan sezilarli farq qiladi. 1700-1680 sm^{-1} sohadagi yutilish

ISSN 3030-3907

chiziqlari ν_s-C=O gruhi uchun xarakterli (ν_s-simmetrik valent tebranishlari), β- karboksil guruhining koordinatsiyasi to‘g‘risida ma’lumot beradi. Ionlashgan karboksil guruhi uchun yutilish chiziqlari 1620 sm^{-1} ($\nu_{as}COO^-$) va 1410-1390 sm^{-1} ($\nu_s COO^-$) larda kuzatiladi.

Kompleks birikmaning IQ-spektrida 3600-3500 sm^{-1} dagi yutilish chizig‘ini suvning kristallizatsion va koordinatsiyalangan molekulalariga tegishli, 3120 sm^{-1} sohadagi yutilish chizig‘ini esa NH_2 guruhini valent tebranishlarini xarakterlaydi, ionlangan karboksil guruhlari uchun 1620 sm^{-1} ($\nu_{as}COO^-$) va 1410, 1390 sm^{-1} (ν_sCOO^-) sohalarda yutilish chiziqlari namoyon bo‘ladi. 1720 sm^{-1} dagi yutilish chizig‘i ionlanmagan karboksil (-COOH) guruhiga tegishlidir. Bizning fikrimizcha, bu guruh oksalat kislotasiga tegishli deyish mumkin. Kompleksning spektrida V=O, V←N va V-O bog‘larining mavjudligini tasdiqlovchi quyidagi sohalardagi 975, 640, 520 sm^{-1} yutilish chiziqlar dalil bo‘ladi, bu sohalar erkin ligandlar spektrida uchramaydi [5,6].

Ligandning IQ-spektridan farqli ravshda kompleks birikmaning spektrida 960 sm^{-1} sohada V=O guruhiga, 650 sm^{-1} da V←N ga va 500-520 sm^{-1} V-O bog‘lariga tegishli yutilish chiziqlari paydo bo‘ladi.

Kompleks birikmaning tuzilishi oldingi birikmaning tuzilishiga o‘xshash, faqat ikkinchi ligand sifatida Ox^{2-} ion koordinatsiyalanadi. Bu holatda, asparagin kislotasi molekulalari o‘rtasida ham molekulalararo vodorod bog‘lanishi kuzatiladi.

Kompleks birikmaning IQ-spektrida ham 3600-3500 sm^{-1} sohada suv molekulalariga tegishli bo‘lgan yutilish chiziqlari kuzatiladi va 3120 sm^{-1} sohada aminoguruhiga tegishli yutilish chizig‘i namoyon bo‘ladi, 3100 sm^{-1} sohadagi keng botiq yutilish chizig‘ini molekulyar vodorod bog‘lanishiga tegishli deyish mumkin. Bu kompleks spektrida ham ionlangan karboksil guruhiga tegishli yutilish chiziqlari 1620 sm^{-1} ($\nu_{as}COO^-$) va 1410 sm^{-1} (ν_sCOO^-) sohalarda namoyon bo‘ladi. Kompleksning spektrida V=O, V←N va V-O bog‘larining yutilish chiziqlari tegishlicha 960, 640 va 500-450 sm^{-1} sohalarda namoyon bo‘ladi. Bu kompleks birikmaning taxminiy tuzilishi $VO(Asp)_2*Ox*5H_2O$ kompleksi tuzilishiga o‘xshash [4-8].

Asparagin, yantar va glutar kislotalari ishtirokida sintez qilib olingan aralashligandli kompleks birikmalarning IQ-spektrlarida asosan quyidagi sohalarda yutilish chiziqlari namoyon bo‘ladi:

$VO(Asp)_2*(Yant)_3*5H_2O$: 3560-3450, 2810, 2310, 1720, 1700, 1620, 1580, 1400, 1390, 1300, 1120, 1040, 960, 860, 800, 640, 530 sm^{-1}.

$VO(Asp)*(Glut)_3*6H_2O$: 3550, 3150, 2920, 2310, 1710, 1610, 1540, 1410-1390, 1290, 1200, 1150, 950, 890, 860, 820, 620, 520 sm^{-1}.

ISSN 3030-3907

Bu kompleks birikmalarning spektrlarida $\nu(NH_2)$-3150-3100 sm^{-1}, $\nu(H_2O)$-356-3550 sm^{-1}, $\nu_{as}(COO^-)$-1580-1610 sm^{-1}, $\nu_s(COO^-)$-1410-1390 sm^{-1} guruhlariga tegishli yutilish chiziqlari kuzatiladi [9-13].

Kompleks spektrlarida V=O, V←N va V-O bog‘larining yutilish chiziqlari tegishlicha 960-950, 640-620 va 520-450 sm^{-1} sohalarda namoyon bo‘ladi. Bu kompleks birikmalarning taxminiy tuzilishi $VO(Asp)_2*Ox*5H_2O$ kompleksi tuzilishiga o‘xshash bo‘lib, oktaedrik konfiguratsiyaga ega, shuningdek, molekulalararo vdorod bog‘lanishi ham kuzatiladi. Kompleks birikmalarning suvda yomon erishi va elektr o‘tkazuvchanligini kichik qiymatga egaligi, ularni oligomer tuzilishini tasdiqlaydi [14-17].

Shunday qilib, vanadil(2+) ioni asparagin va dikarbon kislotalari bilan geteroligandli polimersimon turli tarkibli komplekslarni hosil qiladi.

Kompleks birikmalarning termik analizi.

Koordinatsion birikmalarning tarkibini, suv molekulalari holati va komplekslarni termik xususiyatlarini aniqlash uchun 10-600°C temperatura oralig‘ida termoliz jarayonini derivatografda amalga oshirildi.

Kompleks birikma $VO(Asp)_3*5H_2O$ derivatogrammasida 45-145°C oralig‘ida endoeffekt (100°C cho‘qqi) kuzatilib, massa yo‘qolishi 9,02% ni tashkil etib, to‘rt molekula suvni ajralishiga to‘g‘ri keladi. Kompleks birikmaning termoliz jarayonini ikkinchi bosqichi 145-321°C temperaturalar oralig‘ida amalga oshadi. Endoeffekt minimum cho‘qqisi 280°C atrofida kuzatiladi, massa yo‘qotilishi 13,11% ni tashkil etib, koordinatsiyalangan suv molekulalarini ajralib chiqishiga va asparagin kislotasini qisman parchalanishiga mos keladi. Derivatogrammada 321-405°C temperaturalar oralig‘ida maksimumi 375°C da bo‘lgan ekzoeffekt kuzatilib, kompleks birikmadagi ligandni parchalanishidan dalolat beradi va massa yo‘qotilishi 20,66% ni tashkil etadi. Termoliz jarayonining oxirgi bosqichi 405-600°C temperaturalar oralig‘ida boradi, ekzoeffekt 445°C da kuzatilib, massa yo‘qotilishi 9,02% ni tashkil etadi va termolizning oxirgi mahsuloti V_2O_5 bo‘ladi [18,19].

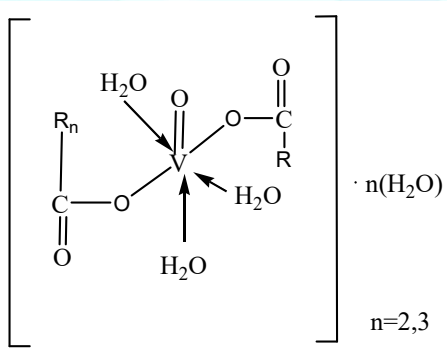
Kompleks birikma $VO(Asp)_2*Ox*5H_2O$ derivatogrammasida ham endo- va ekzoeffektlar kuzatiladi. Termoliz jarayonining birinchi bosqichi 40-126°C temperaturalar oralig‘ida endoeffekt (75°C minimum) bilan boradi, massa yo‘qolishi 9,05% ni tashkil etadi.

Kompleks birikmaning termoliz jarayonini ikkinchi bosqichi 126-286°C temperaturalar oralig‘ida endoeffekt minimumi 245°C atrofida kuzatilib, koordinatsiyalangan suv molekulalarini ajralib chiqishi va qisman ligandlarni parchalanishiga to‘g‘ri keladi. Keyingi termik parchalanish jarayoni 286-410°C temperaturalar oralig‘ida amalga oshadi va ekzoeffekt 375°C da namoyon bo‘lib,

ISSN 3030-3907

massa yo‘qotilishi 23,89% ni tashkil etadi. Bu massa yo‘qotilishi asparagin kislotasi va oksalat kislotasini parchalanishiga to‘g‘ri keladi [20,21]. Termoliz jarayonining oxirgi bosqichi 400-600^{o}C temperaturalar oralig‘ida boradi, massa yo‘qotilishi 9,05%ni tashkil etib, ligandlarni to‘liq parchalanishiga mos keladi va oxirgi mahsulot sifatida V_2O_5 ajralib chiqadi.

Shunday qilib, kompleks birikmalarning termik parchalanish jarayonlari tahlili element analizi va IQ-spektroskopik tahlil natijalarini to‘liq tasdiqlaydi va ular uchun umumiy tuzilish formulasini quyidagicha ifodalash mumkin:



$[VO(Asp)_n \cdot L \cdot nH_2O]nH_2O$

R_n-CH_2-$CH(NH_2)$-COOH, L-Ox^{2-}; Mol^{2-}; $Yant^{2-}$; $Glut^{2-}$ (n=1,2,3)

R-$(CH_3)_x$COOH, (x=0,1,2,3)

XULOSA VA TAKLIFLAR

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida qo‘yidagicha xulosalar qilindi:

Vanadil(II) ioni bilan asparagin(H_2Asp) va dikarbon (H_2Ox, H_2Mal, H_2Yant, H_2Glut) kislotalari ishtirokida beshta yangi geteroligandli koordinatsion birikmalari sintez qilindi.

Sintez qilingan birikmalarning tarkibi element analiz, elektr o‘tkazuvchanligi va termik analizi asosida aniqlandi. Kompleks birikmalarni ichki va tashqi sferasida joylashgan suv molekulalarini termoliz jaryonida aniqlandi.

Kompleks birikmalarning tuzilishini IQ-spektri orqali tahlil qilindi. Bu kompleks birikmalar oktaedrik konfiguratsiyaga ega bo‘lib, markaziy atomga ligandlar karboksil guruhini kislorod atomi orqali koordinatsiyalanishi aniqlandi. Ligandlar o‘zaro molekulalararo vodorod bog‘larini hosil qilishi ko‘rsatildi va komplekslarning taxminiy tuzilish formulasi taklif etildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Биохимия: Учебник для вузов, под.редак. Северина Е.С.-М.:ГЭОТАР Медиа. – 2004. - с. 200-280.

2. Биогенные элементы, комплексные соединения. Учеб. метод. пособие медиц. вуза. – Краснодор. – КГМУ. – 2009. – 194 с.

3. Аминокислоты глазами химиков, фармацевтов, биологов. – Харьков. - 2014. - Том. 1. - с. 1-24.

ISSN 3030-3907

4. Накомото К. ИК спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. Москва: “Мир”. 1991. 505 с.
5. Тарасевич Б.Н. ИК-спектры основных классов органических соединений. - Справоч. Материалы МГУ, Москва. – 2012. - с. 28-29.
6. Чайковская О.Н., Зятьков Д.О. Лабораторная работа «Исследование биологических материалов методом ИК-спектроскопии». Методические указания. - ТомГУ. – 2014. - 240 с.
7. Khusenov K.S., Umarov B.B., Ishankhodzhaeva M.M., Parpiev N.A., Talipov S.A. and Ibragimov B.T. //Koord. Khim. – 1997. – Т. 23. – №. 8. – С. 596-600.
8. Umarov, B. B., Khusenov, K. S., Ishankhodzhaeva, M. M., Parpiev, N. A., & Gaibullaev, K. S. (1996). New hexadentate ligands based on salicylaldehyde dihydrazones. Zhurnal organicheskoi khimii, 32(1), 93-95.
9. Хусенов, К. Ш., Алиев, Т. Б., & Бахранова, О. Ж. (2023). Синтез и строение комплексов цинка (II) с производными 2-аминотиадиазола-1,3,4. International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, 4(1), 45-58.
10. Ишанходжаева, М. М., Умаров, Б. Б., Хусенов, К. Ш., & Парпиев, Н. А. (1998). Влияние природы ацидолиганда на геометрическую структуру комплексов цинка (II) с 2-амино-1, 3, 4-тиадиазолом. Журнал общей химии, 68(8), 1368-1373.
11. Ishankhodzhaeva, M. M., et al. "Crystal structure of zinc iodide complex with 2-amino-1, 2, 4-thiadiazole." (1998): 1837-1839.
12. Husenov, K. S., Umarov, B. B., Turgunov, K. K., Ganiev, B. S., Mardonov, U. M., Ibragimov, B. T., ... & Safin, D. A. (2024). Synthesis, Characterization, and Computational Studies of the Zinc Bromide Complex with 2-Amino-1, 3, 4-thiadiazole. Russian Journal of Inorganic Chemistry, 69(8), 1173-1183.
13. Khusenov, K. S., Umarov, B. B., Turgunov, K. K., Bakhronova, O. Z., Aliev, T. B., & Ibragimov, B. T. (2024). Zinc (II) Complexes with Thiadiazole-1,3,4 Derivatives. Russian Journal of Inorganic Chemistry, 69(2), 188-197.
14. Khusenov, K. S., Umarov, B. B., Ishankhodzhaeva, M. M., Parpiev, N. A., Talipov, S. A., & Ibragimov, B. T. (1997). Crystal Structure of 2-Amino-1, 3, 4-Thiadiazole and Its Zn (II) Complex. Russian journal of coordination chemistry, 23(8), 555-559.
15. Хусенов, К. Ш. (1998). Комплексные соединения некоторых 3d-металлов с производными 1, 3, 4-тиадиазолов и салицилальдиминов.
16. Ишанходжаева, М. М., Хусенов, К. Ш., Умаров, Б. Б., Парпиев, Н. А., & Александров, Г. Г. (1998). Кристаллическая структура комплекса иодида цинка (II) с 2-амино-1, 3, 4-тиадиазолом. Журнал неорганической химии, 43(11), 1837-1839.

ISSN 3030-3907

17. Алиев, Т. Б., Хусенов, К. Ш., Бахронова, О. Ж., & Зайниддинова, Г. Ш. (2022). Получение и исследование гетероядерных комплексных соединений аспарагиновой кислоты. Universum: химия и биология, (10-2 (100)), 34-40.
18. Алиев Т.Б. Термический анализ аминокислотных комплексов Fe (III) // “Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари” II Республика илмий амалий анжумани. – Термиз. - 2008. – 145 б.
19. Алиев Т.Б., Жўраев И.И., Сманова З.А., Тахирова Н.Б. Темир (III) аминокислотали комплексларини термик анализи. Ўзбекистон аналитик кимёсининг ривожланиш истиқболлари. Республика илмий амалий анжумани. - 2019. 11.05. – 175 б.
20. Алиев Т.Б., Хусенов Қ.Ш., Худойбердиев Ф.И. Исследование смешаннолигандны комплексообразование аспарагиновой кислоты // Интернаука. – Москва. – 2017. - №25(29). - С. 37-39.
21. Алиев Т.Б., Хусенов Қ.Ш., Мухиддинов Б.Ф., Ибодуллаева Д.И., Аспарагин кислотасининг темир(III)ионлари билан ҳосил қилган комплексларини термик ўзгаришлари ва кинетик параметрларининг тадқиқоти // Фан ва технологиялар тараққиёти журнали. - Бухоро, БМТИ. - 2021. - №1. - 101-110 б.

ISSN 3030-3907