



## ХРОМ (III) ИОНИНИНГ АСПАРАГИН ВА ДИКАРБОН КИСЛОТАЛАРИ БИЛАН ГЕТЕРОЛИГАНДЛИ КОМПЛЕКС БИРИКМАЛАРИНИ СПЕКТРОСКОПИК ТАДҚИҚОТИ

Алиев Т.Б. <sup>1</sup>[0009-0001-1176-4976], Зайниддинова Г.Ш. <sup>2</sup>[0009-0009-4700-677X],  
Хусенов Қ.Ш. <sup>3</sup>[0000-0003-2849-8229], Каримов З.Т. <sup>4</sup>[0009-0001-7746-2858]

<sup>1</sup>Навоий давлат кончилиги ва технологиялар университети доценти, PhD

<sup>2</sup>Навоий давлат университети ўқитувчиси

<sup>3</sup>Навоий давлат кончилиги ва технологиялар университети доценти, к.ф.н.

<sup>4</sup>Навоий давлат кончилиги ва технологиялар университети катта ўқитувчиси, к.ф.н.

**Аннотация.** ИҚ-спектроскопия усуллари билан аспарагин кислотаси билан таркибида дикарбо кислота лигандлари ва хром(III) ионининг комплекс бирикмаларини синтез қилиниб ўрганилган. Марказий ионга лигандларни донор атомлари орқали координацияланиши аниқланган. Синтез қилинган комплекс бирикмаларнинг тузлиги формулаларини ИҚ- ва УФ-спектрларининг натижалари асосида белгиланди.

**Калит сўзлар:** комплекс, аминокислота, ИК-спектр, УФ-спектри, дикарбон кислоталар, лиганд, координацияланиш.

**Аннотация.** Синтезированы и исследованы методами ИК- и УФ-спектроскопии комплексные соединения лиганды дикарбоновой кислоты и хрома(III) с аспарагиновой кислотой. Определена координация лигандов к центральному иону через донорные атомы. Структурные формулы синтезированных комплексных соединений установлены по результатам ИК- и УФ-спектров.

**Ключевые слова:** комплекс, аминокислота, ИК-спектр, УФ-спектр, дикарбоновые кислоты, лиганд, координация.

**Abstract.** Complex compounds of dicarboxylic acid and chromium(III) ligands with aspartic acid were synthesized and studied by IR and UV spectroscopy. The coordination of ligands to the central ion through donor atoms was determined. The structural formulas of the synthesized complex compounds were established based on the results of IR and UV spectra.

**Key words:** complex, amino acid, IR spectrum, UV spectrum, dicarboxylic acids, ligand, coordination.

### Кириш

Сўнги йилларда биологик фаол лигандлар билан оралиқ металл ионларининг комплекс бирикмаларига қизиқиш кескин ортишини, металл ионларини кўпгина турли биологик жараёнларда муҳим рўл ўйнаши билан изоҳланади.

Хром (3+) ионининг эритмаларда ва қаттиқ ҳолатда комплекс ҳосил бўлиши жуда кам ўрганилган, чунки гидратланган хром ионида  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ , комплекс ҳосил бўлиш реакциясини ўрганишда асосий манба ҳисобланади, сув молекулалари Д.И. Менделеев даврий жадвалидаги бошқа 3d металлларга қараганда кучлироқ марказий ион билан боғланади [1-5].

Маълумки, хром(III) ионлари биоконкомплексларида молекуляр кислородни бириктиради ва молекуляр кислородни тўпланишига, сақланишига ва ташилишига хизмат қилади, энергия ажралиб чиқиши билан борадиган кўпгина жараёнларни амалга ошириш учун, ҳамда организмда бир қатор моддаларни синтези учун зарурдир. Микроэлементларнинг аорганик тузлари уларнинг заҳарлилиги туфайли тиббиётда қўлланилмайди. Координацион бирикмалар таркибига микроэлементларни киритилиши эса унинг биологик фаоллигини ошириши билан биргаликда сезиларли



даражада заҳарлилигини камайтиради [6-9]. Шунинг учун металлларни янги биологик фаол комплексларини излаш жуда долзарб ҳисобланади.

Хром(III) бирикмаларининг координацион қуршовида дикарбон кислоталар бўйича комплекслари адабиётларда баён этилмаган, шунинг учун ушбу ишда хром(III) ионини дикарбон кислоталари билан комплекс бирикмалари синтези ва тадқиқотини мақсад қилиб қўйилган. Тадқиқот иши жараёнида қаттиқ ҳолда бирикмалар синтези амалга оширилди ва уларнинг хоссалари, тузилишлари турли усулларда ўрганилди.

### Тадқиқот усуллари ва натижалари

Координацион бирикмаларнинг синтез қилиш учун хром(III) сульфати, Ва(ОН)<sub>2</sub> каби реактивлардан (маркаси “ч.д.а.” ёки “х.ч.”) фойдаландик. Лигандлар сифатида эса аминокислота аспарагин кислотаси ва дикарбон кислоталари (оксалат, малон, қаҳрабо ва глутар), (“Reonal” (Венгрия) фирмаси “ч. д.а.” ёки “х.ч.” маркалари) олинди.

Синтез қилинган бирикмалардаги металллар миқдорини спектрофотометрик ва титриметрик [10-12] усулларда аниқланди. Азотни Кеълдал усулида, углерод ва водородни кислород оқимида ёндириб аниқланди [13-16].

Намуналарни КВг билан пресслаб таблетка қилиб ИҚ-ютилиш спектрлари 400-4000 см<sup>-1</sup> соҳаларда Фурье IR Tracer-100 (Shumadzu) спектрометрида ёзиб олинди.

Аралашмани ВаSO<sub>4</sub> чўкмасидан филтрлаб олингандан сўнг, эритма устида парда ҳосил бўлгунга қадар сув ҳаммомида буғлатдик ва маҳсулотни сув билан аралашадиган кам қутбли эритувчилар (ацетон, изопропил спирти) ёрдамида ажратиб олинди. Гигроскопик маҳсулотлар ҳосил бўлган ҳолатларда моддаларни эксикаторда концентрланган Н<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ёки СаCl<sub>2</sub> устида қуритилди. Элемент анализи натижалари 1-жадвалда келтирилган.

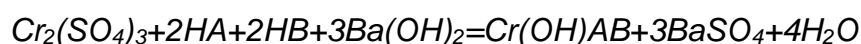
### 1-жадвал.

#### Хром(III) ионининг аспарагин ва дикарбон кислоталари асосида олинган комплексларини элемент анализи натижалари

Бирикмалар	Ранги	Суюқ. ҳаро-рати, °С	1·10 <sup>-3</sup> мол/л, λ <sub>см/м</sub>	Топилган/ҳисобланган, %			
				С	Н	О	Cr
[Cr <sub>2</sub> (Asp)(OH) <sub>4</sub> ]·2H <sub>2</sub> O	Пушти сиёҳ	310	180	18.27/ 16.55	3.89/ 3.79	4.95/ 4.83	36.19/ 35.86
[Cr <sub>3</sub> (Asp·OX)(OH) <sub>5</sub> ]·5H <sub>2</sub> O	Пушти сиёҳ	320	21,4	16.99/16.8 2	2.92/ 3.23	4.07/ 4.53	40.07/ 41.19
[Cr <sub>4</sub> (Asp·Mal)(OH) <sub>6</sub> (-COO)]	Сирень рангли	300	27,34	16.54/14.9 9	2.40/ 2.96	2.48/ 2.18	35.97/ 32.41
[Cr <sub>3</sub> (Asp·Ynt)(OH) <sub>6</sub> ·4H <sub>2</sub> O	Сирень рангли	300	341,3	17.94/16.6 4	2.68/ 3.99	2.50/ 2.43	29.51/ 27.04
[Cr <sub>3</sub> (Asp·Glut)(OH) <sub>6</sub> ·3H <sub>2</sub> O	Сирень рангли	300	17,4	18.31/19.1 6	2.82/ 2.90	1.96/ 2.03	26.36/ 22.61

Хром(III) иони комплекс бирикмаларини синтез қилиш учун эквимоляр миқдорда иккита турли хил аминокислота ва дикарбон кислоталар ва хром сульфат тузлари аралашмасини тайёрлаб, уни устига SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ионларини тўлиқ чўктирадиган миқдорда Ва(ОН)<sub>2</sub> эритмасидан қўшилди.

Борадиган кимёвий жараёни умумий схемасини қўйидаги кўринишда қайд этиш мумкин:





бу ерда НА ва НВ турли хил лигандлар молекуласи.

### Олинган натижаларнинг таҳлили

Хром (III) ионининг аспарагин кислотаси билан ҳосил қилган комплекс бирикмасининг элемент анализи бўйича таркиби  $[\text{Cr}_2(\text{Asp})(\text{OH})_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Шу модданинг  $5,56 \cdot 10^{-3}$  моль/л эритмасининг электр ўтказувчанлиги 180  $\mu\text{см}/\text{м}$  ни ташкил қилади ва диссоцияланганда тўртта ионга ажралади.

Бу бирикманинг тузилишини аниқлаш мақсадида ИҚ-спектрлари олинди ва таҳлил қилинди. Спектрда 3600-2900  $\text{см}^{-1}$  соҳаларда кенг ботиқ ютилиш чизиғи кузатилиб, аспарагин кислотаси спектрида 3400-3300  $\text{см}^{-1}$  соҳада намоён бўлади ва  $-\text{NH}_3^+$  гуруҳининг валент тебранишларига тўғри келади. Комплекс бирикма спектрида бу соҳанинг катта оралиқда ётганлиги, координацион ва кристаллизация сув молекулаларига тегишли ютилиш чизиқлари ҳам шу соҳада ётганлигидан далолат беради. Сув молекулаларига тегишли деформацион тебранишлар 1600-1630  $\text{см}^{-1}$  соҳаларда кузатилади ва комплекс спектрда 880-820  $\text{см}^{-1}$  соҳаларда ютилиш чизиқларини намоён бўлиши ҳам бирикма таркибида сув молекулалари борлигидан далолат беради.

Мазкур комплекс спектрида 1690-1490  $\text{см}^{-1}$  соҳалар оралиғида ҳам умумлашган ютилиш чизиғи кузатилиб, бу соҳаларда ионланган  $-\text{COO}^-$  гуруҳини асимметрик тебранишлари, сув молекуласи  $-\text{OH}$  гуруҳини ва  $-\text{NH}_2$  гуруҳини деформацион тебранишларига тегишли чизиқлар ётади. Аспарагин кислотаси спектрида 1720  $\text{см}^{-1}$  –  $\beta\text{-COOH}$  гуруҳи учун, 1640  $\text{см}^{-1}$   $-\text{NH}_2$  учун, 1600  $\text{см}^{-1}$  –  $\alpha\text{-COO}^-$  учун ютилиш чизиқлари кузатилиб,  $\beta\text{-COOH}$  гуруҳига тегишли ютилиш чизиғи комплекс спектрида 1620  $\text{см}^{-1}$  гача силжиши, унинг марказий ионга координацияланганлигидан далолат беради, 1380  $\text{см}^{-1}$  да  $-\text{COO}^-$  гуруҳининг симметрик тебранишлари ётади ва у лиганд спектрида 1410  $\text{см}^{-1}$  соҳасида намоён бўлади. Шунингдек  $[\text{Cr}_2(\text{Asp})(\text{OH})_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  комплекси спектрида кузатиладиган 1100  $\text{см}^{-1}$  соҳадаги ютилиш чизиғини  $-\text{NH}_3^+$  гуруҳига тегишли дейиш мумкин [17-21].

Элемент анализи, электр ўтказувчанлиги ва ИҚ-спектри маълумотларига асосланиб марказий атомга аспарагин кислотаси  $\beta\text{-COOH}$  гуруҳи орқали координацияланиши ва сув молекулаларини ҳам координацион сферага киришини аниқланди.

Бу комплекс бирикманинг электрон ютилиш спектрларининг кўриниш соҳасида (400-700 нм) олинган спектрларида 520 нм тўлқин узунлигида ютилиш чизиғининг максимуми кузатилади. Бу максимумда  $\epsilon = 101,71$  ва  $E = 19230 \text{ см}^{-1}$  га тенг бўлиб, уни  ${}^3\text{A}_{2g} \rightarrow {}^4\text{T}_{1g}(\text{F})$  электрон кўчишига тўғри келиши аниқланди.

Хром(III) ионининг аспарагин ва дикарбон кислотаси билан ҳосил қилган координацион бирикмасининг элемент анализи ва электр ўтказувчанлиги бўйича умумий формуласи  $[\text{Cr}_3(\text{Asp} \cdot \text{Ox})(\text{OH})_5] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  бўлиб, у ноэлектролит хусусиятга эга. Ушбу комплекс бирикма ИҚ-спектрида қўйидаги соҳаларда 2800-3620  $\text{см}^{-1}$ , 1500-1720  $\text{см}^{-1}$ , 1350-1400  $\text{см}^{-1}$ , 1320  $\text{см}^{-1}$ , 1110-1150  $\text{см}^{-1}$ , 1080  $\text{см}^{-1}$  (чўққи), 990, 930, 900, 850, 820, 800, 680, 600, 540, 500  $\text{см}^{-1}$  ютилиш чизиқлари кузатилади [22-26].

$[\text{Cr}_4(\text{Asp} \cdot \text{Mal})(\text{OH})_6] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  комплекс спектрида 3000-3600  $\text{см}^{-1}$  оралиғида кенг ботиқ чизиқ, 1700-1500  $\text{см}^{-1}$  оралиғида умумлашган интенсив ютилиш чизиғи, 1380  $\text{см}^{-1}$ , 1120, 920, 890, 720, 500, 460  $\text{см}^{-1}$  соҳаларда кузатилади.

$[\text{Cr}_3(\text{Asp} \cdot \text{Ynt})(\text{OH})_6] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  комплекс спектрида 3600-2900  $\text{см}^{-1}$  кенг ботиқ чизиқ, 1720-1500  $\text{см}^{-1}$  умумлашган интенсив чизиқ, 1420-1380, 1320, 1280, 1140-1110, 1020, 940 (кучсиз), 900, 860, 820, 790, 640, 560, 500, 480  $\text{см}^{-1}$  соҳаларда ютилиш чизиқлари кузатилади.



$[\text{Cr}_3(\text{Asp}\cdot\text{Glut})(\text{OH})_6\cdot 3\text{H}_2\text{O}]\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  комплекси спектрида 3600-2900  $\text{cm}^{-1}$  соҳада кенг ботиқ, 1700-1500  $\text{cm}^{-1}$  оралиқда умумлашган интенсив чизиқ, 1400-1380, 1300, 1080-1085, 1000, 890, 870, 700, 550, 500  $\text{cm}^{-1}$  ларда ютилиш чизиқлари намоён бўлади.

Олинган спектрларнинг таҳлили шуни кўрсатадики лигандларнинг ОН (Asp, Mal, Ynt, Glut) гуруҳини ва  $\text{NH}_3^+(\text{Asp})$  гуруҳини 3130, 3030  $\text{cm}^{-1}$  соҳалардаги валент тебранишлари комплекс спектрида умумлашиб, ютилиш чизиқларини ўзаро қопланишига олиб келади. Шу соҳада координацион ва кристаллизация сув молекулаларига тегишли ютилиш чизиқларини ҳам намоён бўлиши кенг ботиқ чизиқ кўринишига олиб келади. Дикарбон кислоталарини  $-\text{COOH}$  гуруҳига тегишли 1740-1780  $\text{cm}^{-1}$  соҳалардаги ютилиш чизиқларини комплекс спектрида 1700-1500  $\text{cm}^{-1}$  гача силжиши,  $\nu_{\text{COOH}}$  гуруҳини 1420-1440  $\text{cm}^{-1}$  соҳадаги деформацион тебранишларини комплекс спектрида 1390-1400  $\text{cm}^{-1}$  да намоён бўлиши шу гуруҳларни марказий ионга координацияланганлигини кўрсатади. Бундан ташқари, комплекс спектрларида 640-480  $\text{cm}^{-1}$  оралиғида ютилиш чизиқларининг намоён бўлиши  $\text{M}-\text{O}$  боғи борлигидан далолат беради.

Комплекс бирикма таркибида сув молекулаларининг бўлишлиги  $-\text{NH}_3^+$  гуруҳи, карбоксилдаги  $-\text{OH}$  гуруҳига тегишли ютилиш чизиқларининг умумлашиб бир-бирига яқин соҳаларда намоён бўлиши натижасида 3620-2800  $\text{cm}^{-1}$  соҳасида кенг ботиқ чизиқни ҳосил қилади ва 3420, 3300, 3220, 3100  $\text{cm}^{-1}$  ларда чўққилар намоён қилади. Лигандларда бу соҳа 3500-3450  $\text{cm}^{-1}$  (Asp) ва 3420-3390  $\text{cm}^{-1}$  (Ox) ларда чўққиси бўлган ютилиш чизиқлар намоён қилади. Комплекс бирикманинг спектрида  $\nu_{\text{ASCOO}^-}$ ,  $\delta_{\text{NH}_2}$  гуруҳларига ва  $\delta_{\text{H}_2\text{O}}$  молекулаларига тегишли бўлган ютилиш чизиқлари 1500-1700  $\text{cm}^{-1}$  оралиғида намоён бўлади. Оксалат кислотасида эса 1680-1720  $\text{cm}^{-1}$  оралиғида чўққиларига эга бўлган ютилиш чизиғи  $\nu_{\text{ASCOOH}}$  учун намоён бўлади. Демак, бу ютилиш чизиғининг комплекс спектрида қўйи тебранишлар соҳаси томонга силжиши, лиганднинг марказий ион билан боғланганлигидан, 1600-1520  $\text{cm}^{-1}$  оралиғида кенг умумлашган ютилиш чизиғининг ҳосил бўлиши ҳам  $\text{COO}^-$  гуруҳининг борлигидан далолат беради. 1320-1390  $\text{cm}^{-1}$  соҳасидаги ютилиш чизиқларини  $-\text{C}=\text{O}$  ни валент тебранишларига ҳамда ОН гуруҳини деформацион тебранишларига тегишли дейиш мумкин. 1300-1420  $\text{cm}^{-1}$  соҳада  $\nu_{\text{SCO}}$  гуруҳи учун симметрик валент тебранишлари ҳам ётади.

Лигандларда ўхшаш гуруҳларнинг ( $-\text{COOH}$ ) борлиги ва уларнинг умумлашган ҳолда ютилиш чизиқларини намоён қилиши, спектрлар таҳлилинини бироз қийинлаштиради. Лекин, уларни ўзаро солиштирилганда интенсивлиги ва ботиқлиги ўзгарганлиги ҳамда баъзи ютилиш максимумларини йўқолганлиги янги тузилишли бирикма ҳосил бўлганлиги тўғрисида хулоса қилиш имконини беради. Масалан, комплекс спектрида 500, 540 ва 600  $\text{cm}^{-1}$  соҳаларда кузатиладиган ютилиш чизиқлари  $\text{M}-\text{O}$  ва  $\text{M}-\text{OH}_2$  боғлари ҳосил бўлганлигидан далолат беради [24-26].

Бундан ташқари, комплекс бирикмаларининг электрон ютилиш спектрларини таҳлил қилинганда 405 ва 535 нм соҳаларда ютилиш максимумлари кузатилиб, уларнинг моляр ютилиш коэффициентлари тегишлича  $\epsilon_{405}=59,72$  ва  $\epsilon_{535}=99,61$  га тенг. Бу соҳалардаги сатҳ энергиялари тегишлича  $E_1=24691 \text{ cm}^{-1}$  ва  $E_2=18691 \text{ cm}^{-1}$  бўлиб,  $^4\text{A}_{2g} \rightarrow ^4\text{T}_{1g}$  ва  $^4\text{A}_{2g} \rightarrow ^4\text{T}_{2g}$  электрон кўчишларига тўғри келади [13-16]. Шундай қилиб, олинган натижалар ва уларнинг таҳлилининг асосида хулоса қилиш мумкинки, комплекс бирикмаларда лигандлар монодентатли координацияланиб полиядроли комплексларни ҳосил қилади.

## Хулоса

Олиб борилган тажрибалар асосида қўйидаги хулосаларни қилинди:



1. Аспарагин кислотаси ва дикарбон кислоталари (оксалат, малон, қаҳрабо ва глютар) асосида янги комплекс бирикмалар синтез қилинди ва уларнинг тузилишини ИҚ- ва электрон ютилиш спектрлари орқали тадқиқот қилинди.

2. Элемент анализи, электр ўтказувчанлиги ва ИҚ-спектри маълумотларига асосланиб  $[\text{Cr}_2(\text{Asp})(\text{OH})_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  таркибли комплекда марказий атомга аспарагин кислотаси  $\beta\text{-COOH}$  гуруҳи орқали координацияланиши ва сув молекулаларини ҳам координацион сферага киришини аниқланди.

3. Шундай қилиб, олинган натижалар ва уларнинг таҳлили асосида хулоса қилиш мумкинки хром(3+) ионининг аралашлигандли комплекс бирикмаларда лигандлар монодентатли координацияланиб, полиядроли гидрокомплексларни ҳосил қилишини ИҚ- ва электрон ютилиш спектри маълумотлари асосида тасдиқланди.

### Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

[1]. Алиев Т.Б., Тохирова Н.Б., Хусенов К.Ш., Умаров Х.Ш., Эргашова Ш.А. Исследование разнолигандные комплексообразование 3d-металлов в растворе // Композиционные материалы. - Ташкент.- 2019, №1/2019 (74).- С. 101–103.

[2]. Алиев Т.Б., Хусенов К.Ш., Жураев Ш.Т., Худойбердиев Ф.И. Исследование смешанолигандные комплексообразование аспарагиновой кислоты // Интернаука.- Москва. - 2017, №25 (29). - С. 37-39.

[3]. Биохимия: Учебник для вузов, под. редак. Северина Е.С.-М.: ГЭОТАР Медиа, 2004. -С. 200-280

[4]. Жебентяев А.И., Жерносек А.К., Талуть И.Е. Аналитическая химия. Химические методы анализа.-Минск; Новое знание; - 2011. – 542 с.

[5]. Баженова Л.Н. Количественный элементный анализ органических соединений. Курс лекции. Екатеринбург. - 2008. – 356 с.

[6]. Беллами Л. «Инфракрасные спектры молекул». Москва.: 2003 (пер изд).

[7]. Накамото К. «Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений» Москва.: 2005 (пер. изд).

[8]. Тарасевич Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. Москва. – 2012 г. - 55с.

[9]. Алиев Т.Б., Хусенов К.Ш., Бахронова О.Ж., Зайнитдинова Г.Ш. Получение и исследование гетероядерных комплексных соединений аспарагиновой кислоты. Универсум: химия и биология: электрон. научный журнал 10(100) (2022)

[10]. Алиев Т.Б., Муфтахов А.Г., Парпиев Н.А., Хамидов Х.А. Вопросы химии координационные соединения. Сборник научных трудов ТашГУ, стр-9-15 (1993).

[11]. Алиев Т.Б., Хусенов К.Ш. Смешанолигандное комплексообразование хрома (III) на основе аминокислот “Фан ва технологиялар тарақиёти” илмий журнали, Бухоро ш. – 4/2023, -№4. – 2023. – С. 36 – 39.

[12]. Худойбердиев, Ф.И., Муродова, С.Д., Тахирова, Н.Б., & Хусенов, К.Ш. (2018). Изучение процесса получения дефолиантов. Наука и образование: сохраняя прошлое, создаём будущее (pp. 13-16).

[13]. Ganiev, B. S., Khusenov, K. S., & Umarov, B. B. Crystal Structure and Analysis Hirshfeld Surface of the Zinc (II) Bromide Complex with 2-Aminothiadiaazole-1, 3, 4//Available at SSRN 4384289.

[14]. Ishankhodzhaeva, M. M., Umarov, B. B., Khusenov, K. S., & Parpiev, N. A. (1998). Effect of the nature of acidoligand on the geometric structure of zinc (II)-2-amino-1, 3, 4-thiadiaazole complexes. Zhurnal obshchei khimii, 68(8), 1368-1373.

[15]. 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). – С. 1837-1839.



[16]. Хусенов К.Ш., Умаров Б.Б., Бахронова О.Ж., Алиев Т.Б. (2022). 2-Аминотиадиазол-1, 3, 4 ҳосилалари асосида айрим оралиқ металл ионларининг комплексларини тузилишини ўрганиш. *Kimyo va tibbiyot: nazariyadan amaliyotgacha* (pp. 40-44).

[17]. Aliev T., Raximova F., Husenov K., Karimov Z., Akhtamov D., Bakhranova O. (2024). Purification of model solutions from copper (2+) ions with aqueous extracts from hydrolysates of protein-containing keratin. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 548, p. 08006). EDP Sciences.

[18]. Худойбердиев, Ф. И., Хусенов, К. Ш., Исроилов, М., & Эшмаматова, Д. (2019). Агрохимическая эффективность дефолиантов на основе хлоратов магния и натрия. *Мичуринский агрономический вестник*, 1, 7-11.

[19]. Вапоев, Х. М., Тагаев, И. А., Тохирова, Н. Б., & Хусенов, К. Ш. (2019). Изучение характера и степени растворимости некоторых элементов в составе сульфидных руд. *Горный вестник Узбекистана № 2 (77) 2019, стр. 71, 76.*

[20]. Хусенов, К. Ш., Алиев, Т. Б., & Бахронова, О. Ж. (2022). Кристаллическая и молекулярная структура, анализ поверхности хиршфельда комплекса бромиды цинка (II) с 2-аминотиадиазолом-1, 3, 4. *International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences*, 3(4), 25-35.

[21]. Khusenov, K. S., Umarov, B. B., Turgunov, K. K., Sharipov, S. S., Ganiev, B. S., Akhtamov, D. T., & Safin, D. A. (2024). Synthesis, characterization and computational studies of the triangle shape complex of silver nitrate with 2-amino-1, 3, 4-thiadiazole. *Polyhedron*, 117259.

[22]. Khusenov, K. S., Umarov, B. B., Turgunov, K. K., Bakhranova, O. Z., Aliev, T. B., & Ibragimov, B. T. (2024). Zinc (II) complexes with thiadiazole derivatives-1, 3, 4. *Žurnal neorganičeskoj himii*, 69(2), 193-202.

[23]. 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*, 1-11.

[24]. Khusenov, K. S., Umarov, B. B., Turgunov, K. K., Bakhranova, O. Z., Aliev, T. B., & Ibragimov, B. T. (2024). Zinc (II) Complexes with Thiadiazole-1, 3, 4 Derivatives. *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 1-10.

[25]. Husenov, K., Aliev, T., Allayorov, N., Ibragimova, M., Karimov, Z., & Abdiramanova, Z. (2024). Obtaining sorbents based on bentonite and wastewater treatment of hydrometallurgical plants. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 548, p. 04007). EDP Sciences.

[26]. Khusenov, K., Zayniddinova, G., Aliev, T., & Karimov, Z. (2024). Spectroscopic and thermal studies of mixed ligand coordination compounds of cobalt (II) with aspartic and dicarboxylic acids. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 525, p. 02023). EDP Sciences.