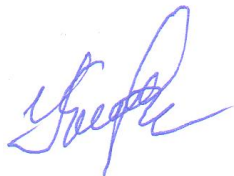


ДОНИШГОҲИ МИЛЛИИ ТОҶИКИСТОН

Бо ҳуқуқи дастнавис

ВБД: 544.2.3
ТКБ: 24.51.53(2Т)
Б-77



БОЙНАЗАРЗОДА КИБРИЁ УСМОН

**КОМПЛЕКСҲОСИЛКУНИИ НУҚРА
(I) БО АЛБЕНДАЗОЛ**

АВТОРЕФЕРАТИ

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзади
илмҳои химия аз рӯйи ихтисоси 1.4.5. Химияи физикӣ

ДУШАНБЕ – 2026

Диссертатсия дар кафедраи химияи татбиқии факултети химияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон ва кафедраи химияи фарматсевтӣ ва заҳршиносии МДТ «Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абуалӣ ибни Сино» иҷро шудааст.

- Роҳбари илмӣ:** Ёрмамадова Саврибегим Гулмамадовна – номзади илмҳои химия, дотсенти кафедраи химияи татбиқии Донишгоҳи Миллии Тоҷикистон
- Мушовири илмӣ:** Раҷабов Умарали – доктори илмҳои химия, профессори кафедраи химияи фарматсевтӣ ва заҳршиносии МДТ «Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абуалӣ ибни Сино»
- Мукаарризони расмӣ:** **Джураев Тухтасун Джураевич** – доктори илмҳои химия, профессори кафедраи металлургияи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ. **Қурбонов Амиршо Соҳибназарович** – Директори филиали Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ ва ядроии АМИТ дар вилояти Хатлон.
- Муассисаи пешбар:** Муассисаи давлатии “Институти химияи ба номи В.И. Никитин”-и Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Ҳимояи диссертатсия “03” декабри соли 2026 соати 10:00 дар маҷлиси шурои диссертатсионии 6D.KOA-136-и назди Донишгоҳи милли Тоҷикистон баргузор мегардад. Суроға: 734025, ш. Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 17, Донишгоҳи милли Тоҷикистон, бинои асосӣ, толори шурои диссертатсионӣ, ошёнаи 2. E-mail: tojiddin_8989@mail.ru, телефон: (+992) 936002805.

Бо диссертатсия дар китобхонаи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон ва сомонаи www.tnu.tj шинос шудан мумкин аст.

Автореферат «___»_____ соли 2026 фиристода шуд.

Котиби илмӣ шурои диссертатсионӣ,
номзади илмҳои химия



Бобокалонов Т.Б.

Мукаддима

Мубрамии мавзуи таҳқиқот. Дар солҳои охир пайвастагиҳои биометаллӣ, алалхусус нуқра бо азолҳо дар соҳаи ветеринария ва тиб нақши муҳим доранд. Нуқра микроэлементест, ки барои фаъолияти узвҳо ва системаҳои дохилӣ муҳим аст, инчунин маводест, ки ба бактерияҳо ва вирусҳои патогенӣ таъсир мерасонад. Азолҳо дар навбати худ фаъолияти зиддимикробӣ нисбат ба маводҳои патогенӣ бемориҳои меъдаю рӯда доранд. Тавре ки Суфиев Т.Д. қайд кардааст: «Таъсири зиддимикробии пайвастагиҳои ҳамоҳангсозии нуқра ва тирптофан ба *E. coli* аз концентратсияи нуқра вобаста аст ва механизми таъсири он аз боздоштани фаъолияти ферментҳои иборат аст, ки дар равандҳои нафаскашии ҳуҷайра ва фосфорилизатсияи оксидшавӣ ва барқароршавӣ иштирок мекунанд» [1]. Суфиев қайд кардааст: «Таъсири зиддимикробии пайвастагиҳои ҳамоҳангсозии нуқра ва тирптофан ба *E. coli* аз концентратсияи нуқра вобаста аст ва механизми таъсири он боздории фаъолияти ферментҳои дар бар мегирад, ки дар нафаскашии ҳуҷайра ва равандҳои фосфорилизатсияи оксидшавӣ ва барқароршавӣ иштирок мекунанд» [1].

Таҳқиқоти А.С. Содатдинова ва ҳаммуаллифон нишон медиҳанд, ки «Хусусияти термодинамикаи комплексшавии $Ag(I)$ бо $1MI$ дар ҳалкунандаҳои обӣ-диметилсулфоксид афзоиши устувории комплекс бо афзоиши миқдори $DMCO$ дар ҳалкунанда аз ҳисоби устувории назарраси қабати ҳалшавандагии зарраи комплекс бо афзоиши ҳалшавандагии иони металл ва лиганд мебошад» [2].

Илова бар ин 5-нитроимидазолҳо инчунин бар зидди микроаэрофилҳои алоҳида фаъол мебошанд ва барои табobati бемориҳои, ки ин микроорганизмҳо ба вуҷуд меоянд, самаранок истифода бурда мешаванд.

Дар ҷаҳони муосир соҳаи тандурустӣ доираи васеи доруҳоро дар бар мегирад, ки фаъолияти зиддипаразитӣ зоҳир мекунанд. Бо вуҷуди ин, ҳамаи онҳо меъёри заҳролудшавии муайян доранд ва метавонанд ба узвият таъсири манфӣ расонанд. Тибқи маълумоти Е.Н. Падейскийя: «Албендазол доруи зидди протозитӣ ва зиддигичҷавӣ гуруҳи бензимидазолкарбомат мебошад. Механизми таъсири он ба боздоштани полимеризатсияи тубулин асос ёфта, боиси вайроншавии мубодилаи моддаҳо ва марги паразитҳо мегардад» [3].

Бо моддаҳои органикӣ ҳосил шудани комплексҳои нуқра имкон медиҳад, ки устувории моддаҳои ҳосилшуда зиёд карда шавад. Ба ҳамаи ин нигоҳ накарда комплекси нуқра(I) бо албендазол то ҳол омӯхта нашудааст, ягон маводи доруворӣ дар асоси пайвастагиҳои биокоординатсионии нуқра(I) бо азолҳо мушаххасан албендазол

таҳия нашоудааст. Аз ин рӯ ҷустуҷӯи усулҳои коркард намудан ва баланд бардоштани устувории онҳо хеле муҳим аст. Чи хеле ки дар кори тадқиқоти Леглер Е.В. қайд карда шудааст вазифаи асосии тадқиқот: «идентификасияи шаклҳои ҷуфтшудаи кислотагӣ асосӣ ва хелати пайвастагӣҳои комплекси нукра(I) бо аминокислотаҳои сефункционалӣ дар маҳлулҳои оби аз ҷиҳати биологӣ муҳими нейтралӣ ва бузургии термодинамикии константҳои ҳосилшавии онҳо мебошад» [4]. Гайр аз ин, муаллиф қайд мекунад: «сохти лиганд ба устуворӣ ва таркиби комплекс ҷӣ тавр таъсир мерасонад». Вай қайд мекунад, ки: «Омӯзиши равандҳои комплексҳосилкунии нукра(I) бо лигандҳои бисёрфункционалӣ аҳамияти назарраси илмӣ ва амалӣ дорад». Муаллиф баррасӣ мекунад, ки ҷӣ гуна сохти лиганд ба устуворӣ ва таркиби комплексҳо таъсир мерасонад. Е.В.Леглер нишон додааст, ки: «Нукраи(I) майл дорад, ки бо ҷунин аминокислотаҳо тавассути бандҳои донорию аксепторӣ бо атомҳои нитроген ва оксиген пайвастаҳои координатии устуворро ташкил диҳад. Таваҷҷуҳи махсус ба таъсири муҳити рН, қувваи ионии маҳлул ва хусусияти гурӯҳҳои функционалӣ ба раванди комплексҳосилкунӣ дода мешавад» [4]. Дар асоси омӯзиши роҳҳои комплексҳосилкунии азолҳо бо ионҳои металлҳои аз ҷиҳати биологӣ фаъол, аз қабيلي нукра(I) ва дар асоси онҳо омода кардани доруҳое, ки бар зидди микроорганизмҳои патогенӣ фаъолияти зиддимикробӣ зоҳир мекунад, зарур аст.

Дарачаи коркарди илмӣи проблемаи мавриди омӯзиш. Дар адабиёти илмӣ оид ба синтез ва сохти пайвастагӣҳои комплекси нукра(I) бо азол ва албендазолҳо дар муҳитҳои гуногуни оби кислотагӣ ва инчунин дар маҳлули оби-спирти дар қорҳои илмӣ як қатор олимони хориҷиву ватанӣ маълумот оварда шудааст. Махсусан дар қорҳои илмӣ Белеванцев В.И. [80], Снесарев С.В. [139], Буду Г.В. [50], Юсупов З.Н. [124], Раҳимова М.М. [71], Аминҷонов А.О. [26], Сафармамадзода С.М. [102], Бекназарова Н.С. [78], Мудинов Х.Ғ. [17] ва ғайра комплексҳосилшавии металлҳои интиқолий бо лигандҳои органикӣ омӯхта шудааст.

Омӯзиши комплексҳои нукра(I) бо албендазолҳо аз нуқтаи назари муҳлули электролитҳо ва химияи биокоординатсионӣ муҳим аст, зеро он ба мо имкон медиҳад, ки электролитҳои нави нукра ва пайвастагӣҳои биологии фаъоли нукра ҷустуҷӯ карда шаванд.

Комплексҳосилкунии нукра бо лигандҳои органикӣ дар маҳлул бо усули потенциометрия омӯхта шуда, пасон дар ҳолати саҳт ҷудо карда шудааст. Тариқи усулҳо таҳлили элементӣ, термикӣ, ИС - спектроскопияи, кондуктометрия ва спектрҳои резонансии

парамагнити электронӣ ва рентгеноструктурӣ сохт ва таркиби пайвастиҳои комплекси нукра муайян шудаанд.

Бо вучуди тадқиқотҳои мавҷуда аз таҳлили адабиётҳо маълум гардид, ки оиди комплексҳосилкунии нукра бо албендазол дар муҳити обӣ-уксурӣ ва ДМСО вобаста аз ҳарорат, қувваи ионӣ, константаи устуворӣ ва бузургиҳои термодинамикӣ ягон маълумот вучуд надорад.

Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо (лоиҳаҳо) ва мавзӯҳои илмӣ.

Корҳои илмӣ-таҳқиқотии Бойназарзода Кибриё Усмон дар кафедраи химияи татбиқии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон мувофиқ ба самти мавзуи илмӣ “Коркарди маъданҳои маҳалӣ, партовҳои саноатӣ, инчунин омӯзиши комплексҳосилкунии нукра бо мис ва оҳан бо лигандҳои органикӣ” ва дар ва кафедраи химияи фарматсевтӣ ва заҳршиносии МДТ «Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абуалӣ ибни Сино» иҷро шудааст, дар доираи супориши давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон, лоиҳаи № ГР0122ТЈ1433 ва ГР0121ТЈ208 иҷро гардидааст.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИКОТ

Мақсади таҳқиқот. Таҳқиқи комплексҳосилкунии нукра бо албендазол, омӯхтани хосиятҳои физикӣ-химиявии моддаҳои ҳосилшуда муайян кардани бузургиҳои константаи устувории пайвастиҳои координатсионӣ, функсияҳои термодинамикӣ, таъсири омилҳо ба устувории комплексҳои ҳосилшуда дар муҳити 6 мол/л кислотаи сирко ва ДМСО, омӯхтани хосиятҳои зиддимикробӣ, зидди паразитӣ, зидди занбӯруғии онҳо мебошад.

Вазифаҳои таҳқиқот. Барои амалӣ намудани ҳадафи гузошташуда, иҷрои вазифаҳои зерин пешбинӣ гардид:

-бо истифода аз усули титронии потенциометрӣ муайн кардани раванди комплексҳосилкунии дар системаҳои $\text{AgNO}_3/\text{Ag}^0$ -Алб- CH_3COOH ва $\text{AgNO}_3/\text{Ag}^0$ - Алб-ДМСО;

- муайян намудани константаи устуворӣ, миқдори пайвастиҳои комплексӣ дар системаҳои $\text{AgNO}_3/\text{Ag}^0$ - Алб- CH_3COOH ва $\text{AgNO}_3/\text{Ag}^0$ -Алб-ДМСО бо истифода аз усули Фридман, инчунин квадратҳои хурдтарин ғайрихаттӣ;

- таъсири ҳарорат, қувваи ионӣ, табиати лиганд ба константаи устувории ва раванди комплексҳосилкунии нукра(I) бо албендазол, инчунин муайян кардани собатаҳои термодинамикӣ дар асоси усули пешниҳодкардаи Василев барои системаи $\text{AgNO}_3/\text{Ag}^0$ - Алб-ДМСО;

- дар асоси собатаҳои умумии термодинамики муайн намудани энталпия, энтропия ва энергияи Гиббс (ΔH^0 , ΔS^0 , ΔG^0) барои раванди

комплексҳосилкунии нукра(I) бо албендазол;

- бо истифода аз натиҷаҳои диаграммаҳои тақсимот дар маҳлулҳои 6 мол/л кислотаи сирко ва ДМСО муайян наудани миқдори зарраҳои комплекси ҳосилшуда дар ҳудудҳои гуногуни консентрасияи лиганд, инчунин истифодабарии натиҷаҳо дар синтези пайвастагиҳои нави комплекси нукра(I) бо албендазол;

- бо усулҳои физикӣ - химиявӣ бо истифодабарии усулҳои спектри инфрасурх(СИ), масс-спектроскопӣ, рентгеноструктурӣ, РМЯ, дериватография муайян намудани таркиб ва сохти пайвастагиҳои нукра(I) бо албендазол;

- таҳқиқи биологии ҳосиятҳои пайвастагиҳои нави синтезкардашудаи нукра(I) бо албендазол.

Объекти таҳқиқот. Омӯзиши комплексҳосилкунии нукра(I) бо албендазол дар асоси таҳлилии потенциометрӣ ва синтези онҳо. Таҳлили ҳосиятҳои физики-химияви ва биологии пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол мебошад.

Мавзӯи (предмет) таҳқиқот. Комплексҳосилкунии нукра (I) бо албендазол дар муҳити 6 мол/л кислотаи сирко ва ДМСО мебошад.

Навбониҳои илмӣ таҳқиқот:

- бори аввал раванди комплексҳосилкунии нукра(I) бо албендазол бо истифода аз усули потенциометрӣ таҳлил карда шудааст;

- таркиб, ҳудуди мавҷудият, инчунин баромади максималии комплексҳои нукра(I) бо албендазол муқаррар карда шуд;

- методикаи синтези мақсадноки пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол гузаронида шуд;

- таркиб ва сохти пайвастагиҳои комплекси нукра(I) ва албендазол бо истифода аз усулҳои спектри инфрасурх(СИ), масс-спектроскопӣ, рентгеноструктурӣ, РМЯ, дериватография таҳқиқ карда шуд;

- бори нахуст ҳосияти биологии (безарар будан,заҳролудшавии шадид ва музмин, ҳосиятҳои аллергенӣ) ва зиддимикробии пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо лиганд омӯхта шудаанд;

Аҳамияти назариявӣ ва амалӣ таҳқиқот:

- натиҷаҳои бадастомадаи комплексҳои нукра(I) бо албендазол барои шарҳ додан ва пешгӯии равандҳои комплексҳосилшавии нукра(I) истифода мешаванд;

- қиматҳои бадастомадаи константаҳои устувории нукра(I) бо албендазол маводи истинодӣ буда, ҳолигиҳҳои мавҷудаи адабиётро пур мекунанд, барои олимоне, ки дар соҳаи комплексҳосилкунии ионҳои металл бо лигандҳои сулфурдор ва нитрогендор таҳқиқот мегузаронанд, инчунин барои синтези пайвастагиҳои нав дар соҳаи химияи координатсионӣ истифода мешаванд;

-натиҷаҳои кори диссертатсионӣ метавонад барои донишҷӯён, магистрони ва унвонҷӯёни кафедраи физики-химиявӣ, дорусозӣ ва захриносии барои гузаронидани лексияҳо дар курсҳои махсус, инчунин барои иҷрои корҳои имлӣ-тадқиқотӣ истифода мешаванд.

-усулҳои синтези пайвастиҳои координатсионие, ки дар кори мазкур коркард шудаанд, барои синтези мақсадноки пайвастиҳои нави комплекси дигар металлҳои гузаранда бо лигандҳои сулфур ва нитрогендор истифода бурда мешаванд.

- моддаҳои синтезкардашуда аз ҷиҳати биологӣ ғайраро ки дар асоси пайвастиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол синтез карда мешаванд, метавонанд ҳамчун маводи зиддибактериявӣ, зидди занбӯруғӣ, зидди гельментӣ ва зидди паразитӣ барои табobati бемориҳои ҳайвонот, ки аз микроорганизмҳои эршихия коли, салмонелла, пастерелла, бруселла ба вуҷуд меоянд, васеъ истифода мешаванд.

Нуктаҳои ба ҷимоя пешниҳодшаванда:

-натиҷаҳои тадқиқот оид ба муайян кардани бузургҳои ададии константаҳои ионизатсияи албендазол дар муҳити бмол/кислотаи сирко ва ДМСО. Шаклҳои мавҷудияти онҳо дар доираи васеи pH-муҳит, бузургҳои константаи устувории комплексҳои нукра(I) бо албендазол, натиҷаҳои муайян кардани энталпия, энтропия ва энергияи Гиббси ҳосилшавии комплексҳои нукра(I) бо албендазол;

-маълумот оиди синтези пайвастиҳои комплексӣ дар асоси натиҷаҳои усули потенциометрӣ ва квадрати камтаринӣ ғайрихатии ба даст овардашуда, инчунин натиҷаҳои таҳлили элементӣ, спектри инфрасурх (СИ), рентгеноструктурӣ, РМЯ-спектроскопи, дервотография ва масс -спекторскопияи пайвастиҳои синтезшуда;

-маълумот оиди омӯзиши хосиятҳои захрнокӣ яъне безарарӣ, захрнокӣ шадид, музмин, хашмгинӣ, зиддимикробӣ ва зиддизанбӯргӣи пайвастиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол;

Дарачаи эътимоднокии натиҷаҳо. Эътимоднокии маълумоти гирифташуда бо истифода аз тариқаҳои муосири таҳқиқоти физикӣ ва химиявӣ, инчунин коркарди омории натиҷаҳо асоснок карда шуд. Натиҷаи синтез таркиб ва сохти пайвастиҳои комплекси нукра бо албендазол дар асоси таҳлили спектри инфрасурх(СИ), дервотография, рентгеноструктурӣ, масс-спектрометрӣ ва РМЯ муайян карда шуд; хосиятҳои биологӣи пайвастиҳои комплекси нукра бо албендазол захрнокӣи шадид, хосияти зиддимикробӣ,аллергеннокии комплексҳо муайян карда шуд.

Мутобиқи диссертатсия бо шиносномаи ихтисоси илмӣ. Кори диссертатсия ба бандҳои бо шиносномаи ихтисоси 1.4.5.-Химияи физикӣ мутобиқат мекунад:

- термодинамикаи химиявӣ; таълимот дар бораи мувозинати

химиявӣ; термодинамикаи омӯрӣ-бӯӣ 3; 3.1-3.4

- механизмҳои мураккаби равандҳои химиявӣ, равандҳои ғудозиш ва кристаллшавӣ-бӯӣ 3;3.1-3.2

- назарияи маҳдӯлҳо, таъсири мутақобили байнимолекулӣ ва байнизарравӣ-3;3.1

- таҳқиқи қонуниятҳои равандҳои тағйирёбии таркиби системаҳои химиявӣ вобаста ба ҳарорат.-3; 3.2, 3.3

Саҳми шахсии довталаби дараҷаи илмӣ дар таҳқиқот. Саҳми муаллифи рисола, ки бо ҳаммуаллифӣ анҷом дода шудааст, дар ҳамаи зинаҳои иҷроӣ таҷриба, муқаррар кардани роҳи усулҳои таҳқиқот, кофтукови таҳлили адабиёти илмӣ мавҷуда оиди мавзӯи маъмур, муҳокимаи натиҷаҳо, ҳулоса ва навиштани мақолаҳои илмӣ бевосита иштирок кардааст. Қори таҳқиқоти ва базаи таҷрибавӣ дар кафедраи химияи таҷбиқии Донишгоҳи маллии Тоҷикистон, кафедраи химияи фармасевтӣ ва заҳршиносӣ, озмоишгоҳи марказии тадқиқотии Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи А.Сино дар шаҳри Душанбе.

Тасвир ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия. Натиҷаҳои асосии қори диссертатсионӣ дар конференсияҳо ғузориш ва муҳокима карда шудаанд:

Конференсияи байналмиллалӣ илмӣ амалии «Рӯшноии адабӣ дар илм» Қазоқистон (Алмата, 2022); конференсияи байналмиллалӣ илмӣ амалии «Конфронси илмӣ- амалии байналмиллалӣ ба муносибати 70-солагии «Тибби муосир: анъанаҳо ва навоариҳо»(Душанбе,2022); Маводҳои Конфронси XVIII илмӣ-амалии олимони ҷавон ва донишҷӯёни ДДТТ ба номи Абӯалӣ ибни Сино «Илм ва инноватсия дар тиб-2023» бо иштироки байналмиллалӣ, Том-2 (Душанбе,2023); Мақтаби конфронси умумироссиягии олимони ҷавон «Рузҳои илм дар ИТХР» (Иваново,2023); консеренсияи байналмиллалӣ илмӣ-амалӣ дар мавзӯи «Рушди самтҳои нав дар химия ва технологияи химиявӣ» бахшида ғиромидошти хотираи академики АМИТ, доктори илмҳои химия, профессор Сафиев Ҳайдар (2023); конференсияи илмӣ-назариявии байналмиллалӣ дар мавзӯи «Рушди илмҳои химия, технология ва экология» бахшида ба 20-солагии таъсисёбии кафедраи «Технология ва экологияи химиявӣ» ва «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф»(Душанбе,2023) «Самтҳои афзалиятноки тадқиқот дар соҳаи тиб: кимиёи тиббӣ, биокимиё ва биофизика. Маҷмӯаи тезисҳои Анҷумани байналмиллалӣ илмӣ- амалӣ»(Бухоро,2024); «Маъсалаҳои ақтуалӣ дар химияи имрӯза, усулҳои ҳалли онҳо ва

дурнамои пешрафт» Узбекистон (Денав,2025); конференсияи байналмиллалӣ илмию амалӣ дар мавзуи «Пайвастиҳои комплексӣ ва ҷанбаҳои истифодабарии онҳо» (Душанбе,2025).

Конференсияи ҷумҳуриявӣ илмию назариявӣ ҳаёти устодону кормандони ИИТ ДМТ баҳшида ба «Солҳои рушди саноат (2022-2026)» ва «Бузургдошти Мавлоно Ҷалолиддини Балхи»(Душанбе,2022); конференсияи умумидонишгоҳӣ илмию назариявӣ донишҷӯён, магистрон ва унвонҷӯён ДМТ баҳшида ба соҳаи рушди иқтисоли рақамӣ ва инноватсия (2025-2030), «700 солагии шоири ғазалсарои Тоҷику форс Ҳофизӣ Шерозӣ» ва «115-солагии шоири халқии Тоҷикистон Боқӣ Раҳимзода» (Душанбе,2025).

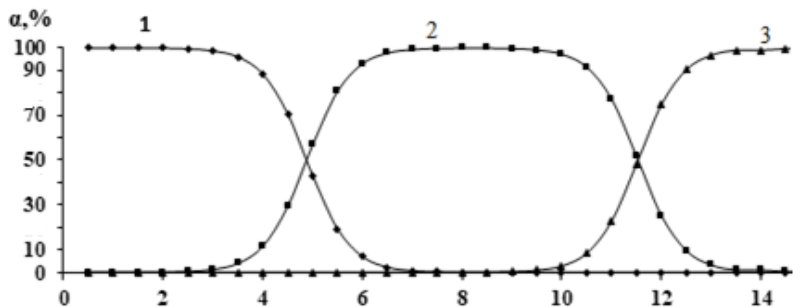
Интишорот аз рӯйи мавзуи диссертатсия. Аз рӯи натиҷаҳои таҳқиқоти илмӣ дар маҷмӯъ 15 мақола ва фишурдаи мақолаҳо, ки 4-тои он дар маҷалаҳои тавсиявӣ комиссияи олии аттестатсионии Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 11-то фишурдаи мақолаҳо дар конференсияҳои байналмиллалӣ ва дохилӣ ба ҷоп расидаанд.

Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия. Рисолаи номзадӣ дар ҳаҷми 157 саҳифаи ҷопи компютерӣ таҳия шуда, аз муқаддима, ҷор боб, хулоса ва 142 номгуӣ адабиётҳо бо забонҳои давлатӣ ва хориҷӣ иборат аст. Рисола аз 30-то расм ва 32- то ҷадвал иборат мебошад.

БАРАСИИ НАТИҶАҲОИ ТАҲҚИҚОТ ТАҲҚИҚИ РАВАНДҲОИ КОМПЛЕКСҲОСИЛКУНИИ НУҚРА(I) БО АЛБЕНДАЗОЛ ДАР ҲАЛКУНАНДАИ ОРГАНИКӢ

Таҳлили раванди комплексҳосилкунӣ дар системаи нуқра(I)- албендазол –кислотаи сирко

Дар ин таҳқиқот таҳлил карда шуд, ки чӣ гуна нуқра(I) бо албендазол дар маҳлули кислотаи сиркои 6 мол/л ба реаксия меравад. Константаи ионизатсияи албендазол бо истифода аз усули титркунии рН-метрӣ муайян карда шуд (нигаред ба расми 1). Ин таҳлил нишон дод, ки албендазол дар ин шароит ҳамчун молекулаи нейтралӣ рафтор мекунад..

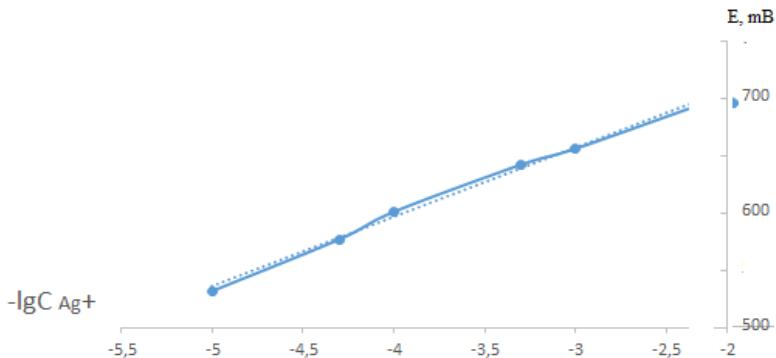


Расми 1.- Диаграммаи тақсимои албендазол ва маҳсули ионизасияи он дар маҳлули сирко дар доираи васъи рН-маҳлул. Качхаттаҳо: 1- L^+ , 2- L , 3- L^-

Ҳамин тариқ диаграммаи тақсимшавии албендазол нишон медиҳад, ки дар муҳити рН аз 4,0 то 10,5 лиганд дар намуди молекулавӣ мебошад. Яъне ин далели он аст, ки дар муҳити нейтралӣ устувории баланд дошта дар ин муҳит метавонад дар комплексҳосилкунӣ иштирок кунад.

Ҳангоми омӯзиши хосияти комплексҳосилкунии ионҳои нуқра бо лигандҳои органикӣ, махсусан бо албендазол баргардандагии электроди нуқра (Ag/Ag^+) дар системаи оксиду барқароршавӣ нақши муҳим мебозад.

Аз ин сабаб барои муайян кардани потенциали стандартии системаи $Ag^+-CH_3COOH-H_2O$ вобастагии потенциали оксидонӣ аз консентрасияи гуногуни нуқра дар муҳити нейтралӣ омӯхта шуд.

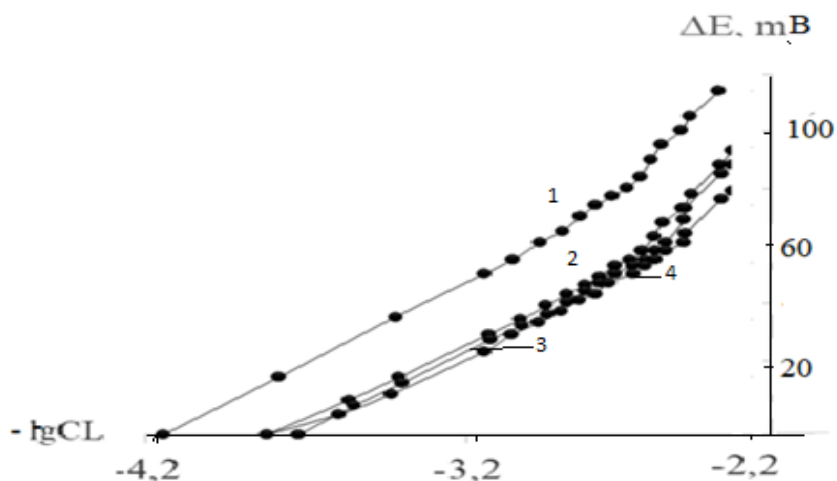


Расми 2.-Баргардандагии электроди нуқра дар системаи Ag^+-CH_3COOH маҳлулҳои консентрасияҳои (мол/л): 1) $1 \cdot 10^{-5}$; 2) $5 \cdot 10^{-5}$; 3) $1 \cdot 10^{-4}$; 4) $5 \cdot 10^{-4}$; 5) $5 \cdot 10^{-3}$

Чи хеле ки аз расм аён аст, вобастагии потенциали оксидонӣ (Е) аз консентрасияи ионҳои нуқра (Ag^+) хаттӣ буда тангенсия кунҷионба 60,36 баробар мебошад ҳангоми экстрополясияи хатти рост ба тири абсиса потенциати стандартӣ система муайян гардид, ки ба 837,52 мВ баробар аст.

Шумораи максималии албендазол ки бо ионҳои нуқра(I) пайвасти комплексиرو ҳосил мекунанд яъне координатсия шудаанд тавасути вобастагии ΔE аз $-\lg C_L$ (ниг.расми 3) ҳангоми афзудани пайдарпайи лиганди органикӣ муайян карда шуд.

Нишебии ин вобастагӣ дар ҳароратҳои гуногун ва қувваи ионии 0,1 мол/л оварда шудааст.



Расми 3.-Вобастагии ΔE аз $-\lg C_L$ барои пайвастиҳои комплекси нуқра(I) дар ҳарорати 288,16-318,16 К., $I=0,1$ мол/л (NaNO_3)

$T(1)=288,16$ К, $T(2)=298,16$ К, $T(3)=308,16$ К, $T(4)=318,16$ К

Дар расми 3 ҳаҷнун намуна вобастагии ΔE аз логарифмаи консентрасияи ионҳои нуқра дар ҳароратҳои гуногун ва қувваи ионии 0,1 мол/л оварда шудааст. Натиҷаҳои дар график овардашуда нишон медиҳанд, ки ҳангоми экстрополясияи ин хатҳо дуто қитъаи росхатта ҳосил шуданд.

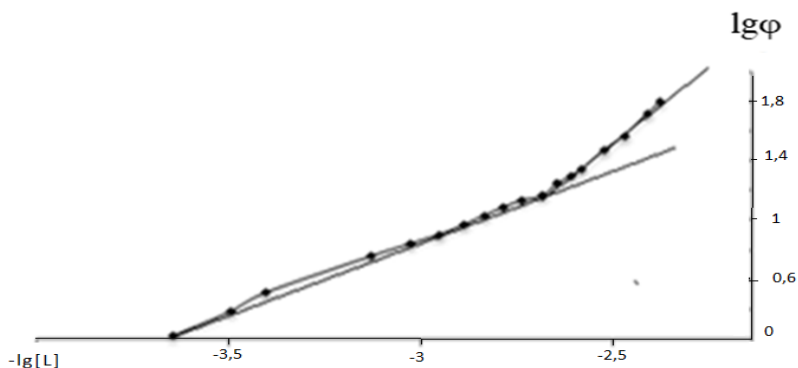
Аз ин натиҷаҳо бармеояд, ки дар системаи $\text{AgNO}_3\text{-L-CH}_3\text{COOH}$ ду молекулаи албендазол дар комплексҳосилкуни бо нуқра иштирок мекунанд. Дар ҷадвали 1 ҳамчун намуна натиҷаи титркунии потенциометрӣ ва маълумоти ҳисоб шудаи $\lg[\text{Ag(I)}]$, $\lg[\text{L}]$, $\lg f$ ва F_0 барои системаи $\text{Ag(I)-L-CH}_3\text{COOH}$ дар ҳарорати 298,16 К оварда шудаанд.

Чадвали 1. - Натиҷаҳои консентратсияи мувозинатии ионҳои нуқра(I) ва албендазол дар 298,16 К; $C_L=1,0 \cdot 10^{-2}$ мол/л; $C_{Ag(I)}=1 \cdot 10^{-4}$ мол/л; $J=0,1$ мол/л $NaNO_3$

ΔE , мВ	C_L	C_{Ag}	$lg\phi$	[L]
1,00	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$9,8 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$
13,00	$3,4 \cdot 10^{-4}$	$9,6 \cdot 10^{-5}$	$2,1 \cdot 10^{-1}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$
21,00	$4,9 \cdot 10^{-4}$	$9,5 \cdot 10^{-5}$	$3,5 \cdot 10^{-1}$	$3,8 \cdot 10^{-4}$
36,00	$8,7 \cdot 10^{-4}$	$9,1 \cdot 10^{-5}$	$6,0 \cdot 10^{-1}$	$7,3 \cdot 10^{-4}$
41,00	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$8,9 \cdot 10^{-5}$	$6,9 \cdot 10^{-1}$	$9,2 \cdot 10^{-4}$
46,00	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$8,7 \cdot 10^{-5}$	$7,7 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$
50,00	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$8,5 \cdot 10^{-5}$	$8,4 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$
53,00	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$8,3 \cdot 10^{-5}$	$8,9 \cdot 10^{-1}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
56,00	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$8,2 \cdot 10^{-5}$	$9,4 \cdot 10^{-1}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$
60,00	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$8,0 \cdot 10^{-5}$	1,014	$1,8 \cdot 10^{-3}$
61,00	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$7,8 \cdot 10^{-5}$	1,031	$2,0 \cdot 10^{-3}$
63,00	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$7,6 \cdot 10^{-5}$	1,064	$2,2 \cdot 10^{-3}$
66,00	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$7,4 \cdot 10^{-5}$	1,115	$2,3 \cdot 10^{-3}$
69,00	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$7,2 \cdot 10^{-5}$	1,166	$2,5 \cdot 10^{-3}$
77,00	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$6,9 \cdot 10^{-5}$	1,301	$2,9 \cdot 10^{-3}$
81,00	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$6,7 \cdot 10^{-5}$	1,369	$3,1 \cdot 10^{-3}$
93,00	$3,9 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-5}$	1,572	$3,8 \cdot 10^{-3}$
97,00	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$5,6 \cdot 10^{-5}$	1,639	$4,2 \cdot 10^{-3}$

Чи хеле ки аз ин чадвалҳо бармеояд, ҳангоми зиёд шудани консентратсияи лиганд фарқи энергияи потенциали меафзояд яъне ин нишонаи он аст, ки дар система потенциали оксидонӣ кам мешавад. Сабаби камшавии потенциали оксидонӣ дар он аст, ки дар системаи омӯхташаванда зарраҳои комплекси нуқра(I) бо албендазол ҳосил шудаанд.

Барои муайян намудани константаҳои умумии устувории комплексо аз усулҳои пешниҳодшудаи Фридман ва УККФ-усулҳои камтарини квадратӣ ғайрихаттии истифода карда шуд. Мувофиқи усули Фридман вобастагиҳои $lg\phi$ аз $-lgC_L$ гирифта шуд. Ин вобастагӣ характери ғайрихаттӣ дошта аз дуқитъаи росхатта иборат аст. Ҳангоми экстрополиясия кардани ҳарякқитъаи рост ба мевҳари абсис қиматҳои константаи умумии устувории заррачаҳои комплекси муайян карда шуданд (ниг.расми 4).



Расми 4.-Вобастагии $\Delta\phi$ аз $-\lg[L]$ барои системаи Ag-албендазол-ДМСО дар ҳарорати 298,16 К, $J=0,1$ мол/л.

Барои муайян намудани константаҳои устувории пайвастиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол аз «барномаҳои компютерӣ бо истифода аз усули камтарини квадрати ғайрихаттӣ» истифода бурда шуд.

Дар рисолаи А.С. Содатдинова қайд карда мешавад, ки «константаҳои устувории нукра(I) бо лигандҳои органикӣ бо истифода аз усули ғайрихаттии хурдтарини квадратҳо ҳисоб карда шуданд, ки барои қоркарди маълумоти комплексунонӣ муайян кардани параметрҳои мувозинат васеъ истифода мешавад»[5]. Инчунин қайд мешавад, ки қимматҳои ниҳони ҳисобшуда дарҷадвали 6 пешниҳод гардидаанд.

Константаи умумии устуворӣ бо усули камтарини квадрати ғайрихаттӣ муайян карда шуда натиҷаҳои миёнаи онҳо ки бо ду роҳ ҳисоб карда шуда буданд, дар ҷадвали 2 оварда шудаанд.

Ҷадвали 2.- Константаи устувории пайвастиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол дар ҳароратҳои 288,16-318,16 К ва қувваи они 0,1 мол/л(NaNO_3)

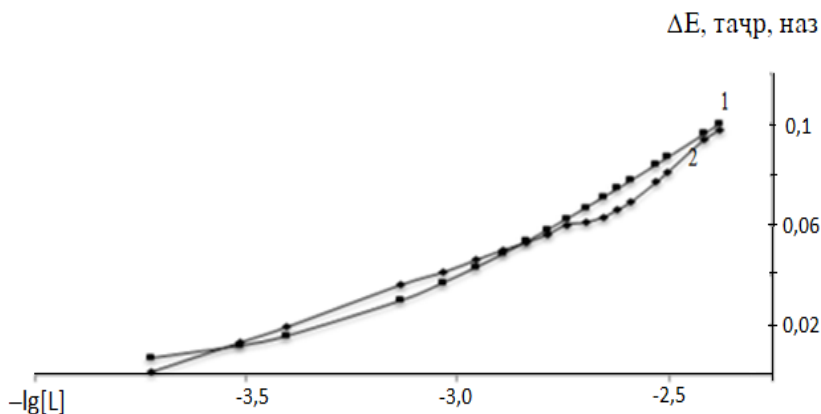
Усулҳо	β Т, К	288,16	298,16	308,16	318,16
Фридман	$\lg\beta_1$	$4,19\pm 0,06$	$3,75\pm 0,05$	$3,61\pm 0,04$	$3,40\pm 0,03$
	$\lg\beta_2$	$7,12\pm 0,09$	$6,61\pm 0,08$	$6,47\pm 0,07$	$6,21\pm 0,08$
УККҒ	$\lg\beta_1$	$4,17\pm 0,07$	$4,01\pm 0,06$	$3,63\pm 0,05$	$3,42\pm 0,04$
	$\lg\beta_2$	$7,14\pm 0,08$	$6,93\pm 0,07$	$6,51\pm 0,06$	$6,25\pm 0,09$
Қиммати миёна	$\lg\beta_1$	$4,18\pm 0,065$	$3,88\pm 0,055$	$3,62\pm 0,04$	$3,41\pm 0,03$
	$\lg\beta_2$	$7,13\pm 0,085$	$6,77\pm 0,075$	$6,49\pm 0,06$	$6,23\pm 0,08$

Чи хеле ки аз ҷадвал аён аст барои ҳисоби константаи устувории комплексҳо аз ду усули муосир истифода карда шуд. Натиҷаҳои ба даст омадаи ҳар ду усул бо ҳам хеле наздиканд, ки ин шабоҳати дурустии механизми реаксияҳо дорад. Боз агар ба ҷадвал назар андозем дида мешавад, ки бо афзудани ҳарорат қиматҳои $\lg\beta_1$ ва $\lg\beta_2$ оҳиста оҳиста кам мешаванд, яъне устувории пайвасти комплекси нукра бо албендазол бо зиёд шудани ҳарорат кам мешавад.

Пас аз гузаронидани тадқиқот ва натиҷагирӣ бузургҳои константаи устувории онҳо бо истифода аз муодилаи зерин ҳисоб карда шуданд.

$$\Delta E_{\text{назариявӣ}} = \frac{2,3RT}{n \log(1 + \beta_1[\text{Алб}] + \lg\beta_2)} + + \dots \dots \dots (1)$$

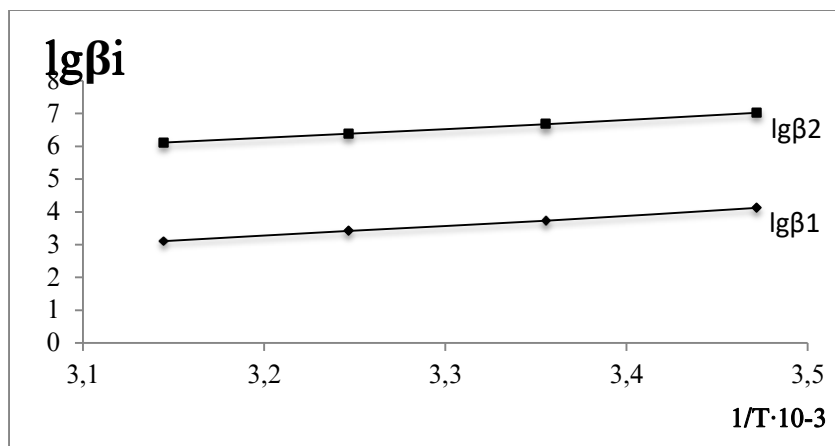
Натиҷаҳои таҷрибавии онро бо натиҷаҳои назариявӣ дар муқоиса гузошта дурустии модели пешниҳодшуда яъне комплекссозилкунии нукра (I) бо албендазол тасдиқ карда шуд.



Расми 5.- Вобастагии ΔE аз $-\lg[L]$ барои системаи Ag-албендазол-ДМСО дар ҳарорати 298,16 К. Качхаттаҳо: 1)- $\Delta E_{\text{назариявӣ}}$ 2)- $\Delta E_{\text{таҷрибавӣ}}$

Муқоисаи раванди комплексонии нукра(I) бо албендазол нишон дод, ки дар системаи Ag+-албендазол-CH₃COOH ду шакли пайвасти комплексӣ ҳосил мешавад. Константаи умумии устуворӣ $\lg\beta_2$ барои комплекси имидазолӣ ба 4,12 воҳиди баробар шуд.

Бо истифода аз усули коэффисенти ҳароратӣ аз муодилаи $\Delta H - T\Delta S = -RT \lg\beta_1$, бузургҳои ΔH ва ΔS реаксияҳои комплексонии нукра(I) бо албендазол бо усули графикӣ (расми 6) ёфт шуданд. Бузургии ΔG аз рӯи муодилаи $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ муайян карда шуд.



Расми 6. -Вобастагии $\lg \beta_i$ аз $1/T$ барои зарраҳои комплекси зерин:

1 - $[\text{Ag}(\text{L})\text{NO}_3]^+$; 2 - $[\text{Ag}(\text{L})_2(\text{NO}_3)_2]^+$ при 298,16K

Тавре, ки аз расми 6 бар меояд, дар фосилаи ҳарорати 298,16K, вобастагии $\lg \beta_i$ аз $1/T$ барои ҳамаи комплексҳо хатӣ мебошад. Барои муайян кардани функсияҳои термодинамикӣ (ΔH , ΔG), муодилаи Кларк-Глю истифода шуд.

Дар ин муодила, вобастагии $\lg \beta_i$ аз $1/T$ таҳлил карда шуд. Қимати ΔH аз нишебии хати рост ва қимати ΔG аз қисмати буридаи хат дар меҳвари ординатаҳо муайян карда шуд. Қимати ΔS аз муодилаи Гиббс ҳисоб карда шуд. Дар ҷадвали 3 функсияҳои термодинамикии реаксияи ташаккули комплексҳои нуқра(I) бо албендазол, ки бо усули коэффисентҳои ҳароратӣ (а) ва бо истифода аз муодилаи Кларк-Глю (б) ҳисоб шудаанд, оварда шудаанд.

Ҷадвали 3.- Бузургиҳои функсияҳои термодинамикии раванди ҳосилшавии комплексҳои албендазолии нуқра(I) бо усули Кларк-Глю

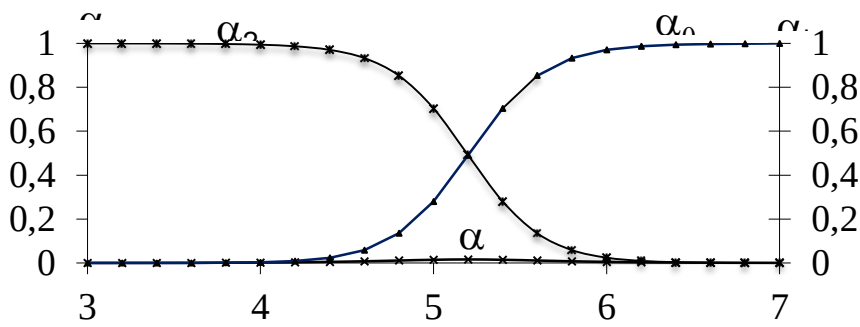
Реаксияҳои ҳосилшавии комплексҳо	ΔH , кҶ/мол	ΔG , кҶ/мол	ΔS , кҶ/мол
$\text{Ag} + \text{L} \rightarrow [\text{AgL}]^+$	$-58,62 \pm 2,3$	$-21,40 \pm 4,8$	$-61,13 \pm 7,8$
$\text{Ag} + 2\text{L} \rightarrow [\text{Ag}(\text{L})_2]^+$	$-53,0 \pm 0,8$	$-43,16 \pm 1,6$	$-49,89 \pm 0,7$

Аз маълумоти ҷадвал бар меояд, ки функсияҳои термодинамикии бо ду усул ҳисоб шуда бо ҳам хеле наздиканд. Тавре ки маълум аст, дар ҳамаи марҳилаҳои комплексҳосилкунии нуқра(I) бо албендазол бузургии ΔG манфӣ мебошад, ки ин нишонаи худ ба худ ба амал омадани раванд мебошад. Аз ҷиҳати энергетикӣ ҳосилшавии комплексҳои биядроии албендазолати нуқра нисбат ба моноядроии устувортаранд. Яъне ҳангоми ҳосилшавии пайвасти комплекси

моноядроии нуқа(I) бо албендазол 21,0 кҶ/мол энергия хориҷ мешавад ва барои комплексҳои биядроӣ бошад 43,16 кҶ/мол энергия хориҷ мешавад.

Агар константаҳои устувории пайвастиҳои комплекси маълум бошад бо осони ҳиссаи молии онро ҳисоб кардан имконпазир аст.

Бо ҳамин мақсад барои муайян кардани соҳаи ҳосилшавии пайвастаҳои комплекси дар системаи AgNO_3 -албендазол- CH_3COOH дар ҳарорати 298,16К графики диаграммаи тақсимшави барои зарраҳои комплекси дар система ҳосилшаванда сохта шуд (расми7).



Расми 7.- Қачхатаҳои тақсимшавии комплексҳои албендазолати Ag(I) бо албендазол $-\text{CH}_3\text{COOH}$ дар ҳарорати 298,16 К, ки дар ин ҷо $\alpha_0 - \text{Ag}^+$; $\alpha_1 - [\text{AgL}]^+$; $\alpha_2 - [\text{AgL}_2]^+$

Таҳлили диаграммаҳои тақсимот нишон дод, ки ҳангоми реаксияи ионҳои нуқа(I) бо албендазол дар маҳлул асосан комплексҳои моноҳастаи ҳосил мешаванд, ки тақрибан 99 %-ро ташкил медиҳанд. Ин нишон медиҳад, ки пайвасти комплекси моноҳастаи аз ҷиҳати термодинамикӣ хеле устуворанд.

Комплексҳосилкунии нуқа(I) бо албендазол дар ҳалкунандаи органикӣ $-\text{ДМСО}$ низ дарҳакин ҳароратҳои аз 288,16-318,16К ва қувваҳои ионии 0,05,0,1,0,5,1,0 мол/л омӯхта шуда натиҷаҳои назаррас ба даст оварда шуданд.

Дар ин асос пайвастиҳои комплекси иони нуқа (I) бо албендазол дар шакли саҳт ҳам дар муҳити 6 мол/л сирко ва ҳам ДМСО синтез карда шуданд. Аз маҳлул пайвасти комплекси бо таносуби 1:1 ва 1:2 дар намуди хокаи сафеди хокистарӣ ва хокаи қаҳваранг ҷудо карда шуданд.

Дар умум натиҷаҳо нишон додаанд, ки албендазол бо ионҳои нуқа(I) дар муҳити 6мол/л кислотаи сирко пайвастиҳои устуворро ҳосил мекунад, гарчанде, ки устувории онҳо нисбат ба комплексҳои

лигандҳои дар муҳити ДМСО ҳосилшуда камтараст.

Таҳлили элементии пайвастиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол

Дар асоси таҳқиқотҳои дар боло зикршуда мо методикаи синтези 8-то пайвасти комплекси нукра бо албендазолро дида баромадем. Дар ҷадвали 4 таҳлили миқдорӣ аз рӯи мавҷудияти элементҳо дар таркиби пайвасти комплекси синтезкардашуда оварда шудааст.

Ҷадвали 4.- Таҳлили элементии пайвастиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол

№	Пайвастиҳо	назариавӣ, % / таҷрибавӣ, %					
		Ag	C	H	N	S	O
1	[AgLCH ₃ COO]-(1:1)	24,96	38,90	4,20	9,72	7,42	14,81
		24,89	38,2	4,1	9,56	7,4	14,2
2	[AgL ₂ CH ₃ COO] - (1:2)	15,40	41,15	4,32	14,0	9,15	15,99
		15,0	41,0	4,7	13,9	9,1	16,2
3	[AgLДМСО]NO ₃ - (1:1)	24,79	33,12	3,47	12,8	7,37	18,38
		24,0	32,8	3,8	12,5	7,3	18,5
4	[AgL ₂ ДМСОNO ₃] - (1:2)	15,4	41,15	4,32	14,0	9,15	14,05
		15,3	40,5	4,4	13,7	9,11	13,96
5	[AgLДМСО]NO ₃ - 99%	20,09	4,5	4,30	9,72	7,4	14,81
		21,00	4,53	4,5	9,90	7,42	14,00
6	[AgL ₂ ДМСОNO ₃] - 99%	15,0	40,9	4,9	15,0	9,2	13,99
		14,98	41,0	4,87	14,8	9,21	14,0
7	[AgL(C ₂ H ₅ OH)]NO ₃	24,78	33,5	3,3	12,5	7,1	18,38
		24,5	33,0	3,4	13,0	7,3	18,3
8	[AgL ₂ (C ₂ H ₅ OH)]NO ₃	17,5	33,82	2,5	11,5	5,30	20,8
		17,8	33,7	3,0	12,0	5,7	21,0

Таҳқиқи СИ –спектроскопии комплекси албендазолати нукра(I)

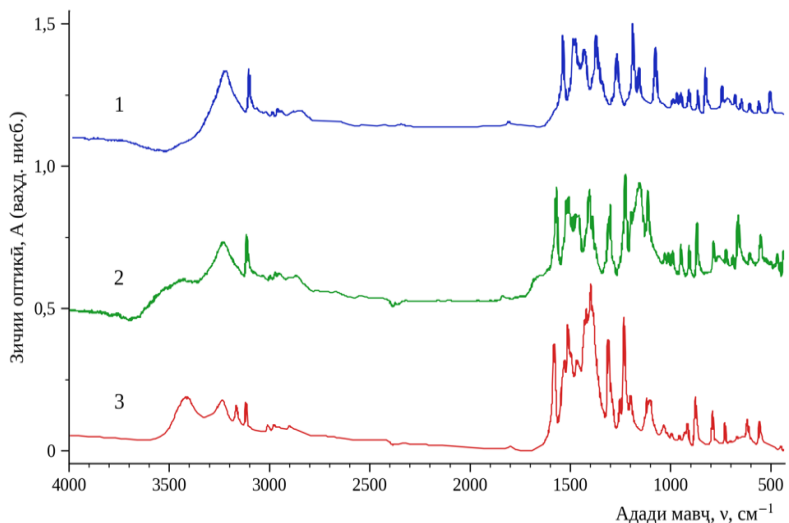
Бо мақсади муайян намудани хусусиятҳои сохт ва гурӯҳҳои функционалии таркиби пайвастиҳои нави синтезшуда, ки дар натиҷаи комплексоилкунии иони нукра(I) бо албендазол ҳосил шудаанд, усули спектроскопияи инфрасурх (СИ) истифода гардид.

Ефимона А.И. ва ҳаммуаллифони овардаанд: «спектроскопияи ларзишӣ метавонад хеле иттилоотӣ бошад, зеро робитаи байни сохти электронӣ ва молекулавӣ боиси тағйирот дар бандҳои инфрасурх мегардад, ки аксар вақт ба мо имкон медиҳад, ки сохтори комплекси координатсиониро тавсир кунем» [6].

Интерпретасия ва таҳлили спектри инфрасурхи (СИ) пайвасти комплекси [AgL₂NO₃]нишон медиҳад, ки дар спектри инфрасурхи(СИ) ин модда бояд хатҳои ҷаббиши хос барои ҳалқаи

бензолии моноивазшуда, гурӯҳи метилени ва системаи гетеросиклӣ мушоҳида шаванд.

Дар расми 8 спектри инфрасурхи (СИ) пайвастиҳои нукра бо албендазол дар муҳити 6 мол/л сирко оварда шудааст, ки дар онҳо воқеан хатҳои чаббӣи хос мушоҳида мешаванд, ки ба тайғирёбии гурӯҳҳои функционалӣ мувофиқат мекунанд.



Расми 8.–Спектри инфрасурхи (СИ)-и молекулаҳо: 1) албендазол; 2) комплекси таркиби $[AgLCH_3COO]$, 3) $[AgLDMCO]NO_3$

Тавре ки аз ин расм 8 маълум мешавад, ҳосилшавии комплекс боиси тайғироти назарраси спектрҳои ИС- и лиганд дар тамоми диапазони басомад аз 4000 то 400 cm^{-1} мегардад.

Чихеле, ки аз таҳлили айён аст дар ҳудуди албендазоли озод 1620 cm^{-1} то ҳудуди 1650 cm^{-1} қуллай пик омадааст, ва чихеле ки аз спектри комплекс дар ин ҳудуд дар комплекс тағироти қуллӣ ба вучуд омадааст. Яъне зичии электронии N-H дар ҳудуди 3300 – 3400 кам шудааст, ки ин аз иштироки нитрогени ҳалкаи бензимидазол дар координатсияро нишон медиҳад.

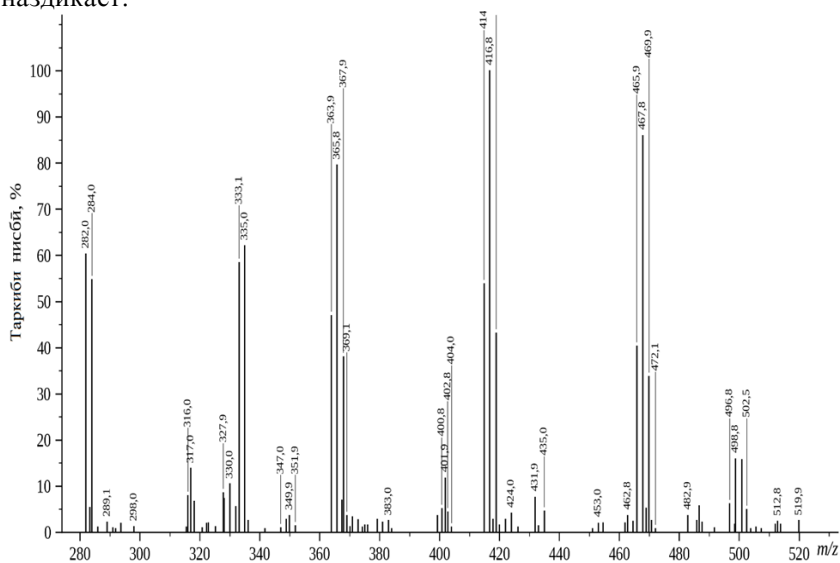
Боз маълум аст ки дар ҳудуди 700 то 750 cm^{-1} лағжиши диформатсионии C-S ба вучуд омадааст, ки ин низ гувоҳи он аст, ки сулфури гуруҳи тиолии молекулаи албендазол низ дар координатсия иштирок мекунад.

Ҳамин тавр, метавон хулоса кард, ки пайванди координатсионӣ байни иони металл ва лиганд-албендазол-нукра тавассути ҳам атоми нитрогени ҳалкаи пиридин ва ҳам атоми сулфури гурӯҳи тиолӣ амали мешавад.

Таҳлили масс- спектроскопияи албендазол ва пайвастиҳои синтезкардашудаи нукра(1) бо албендазол

Таҳлили масс- спектрометрии сифати барои муайян кардани таркиби молекулави ва тасдиқи сохтори пайвастиҳои бо истифода аз усули ионизатсияи электрораспоши (HR-ESI-MS) дар речаи мусбат анҷом дода шуд. Ин таҳлил дар дастгоҳи Agilent 129-6545 UHPLC-QTOF LC/MS ки воқеъ дар давлати Чин мебошад дар ҳамкори бо ҳамкасбон гузаронида шуд.

Дар спектри ба даст омада, қуллаи асоси дар иони $(M+H)^+$ рост меояд, ки дар формулаи молекулавии албендазол $C_{12}H_{16}N_3O_2S$ мувофиқат мекунад. Бузургии таҷрибавии m/z ба 266.0958 баробар аст, ки бо бузургии ҳисобшудаи назариявии m/z -266.0958 хеле наздик аст.



Расми 9.-Пайвасти комплекси албендазол - нукра-ДМСО

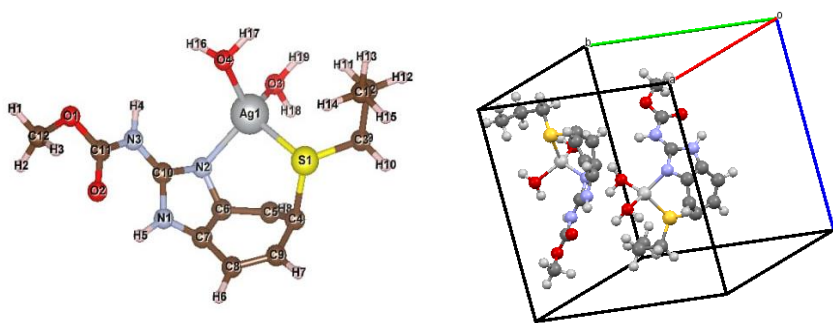
Дар муқоиса бо спектри ^1H NMR -и албендазоли ҳолис дар спектри комплекси нукра албендазол тайғироти назарраси ҷойивазкунии химияви ва шакли сигналҳо мушоҳида мешавад. Пеш аз ҳама сигналҳои вобаста ба гурӯҳи $-NH$ дар минтақаи майдони пастβ- 11-12 ppm тайғир ёфтаанд. Ин тайғирот далели иштирок намудани атомҳои нитроген дар координатсия бо иони нукра мебошад. Каме батарафи майдони паст ҷо ба ҷо шудани ин сигналҳо ба коҳиш ёфтани зичии электронии протонҳои $-NH$ ишора мекунад, ки дар натиҷаи таъсири электрон қабулкунандаи Ag^+ ба амал меояд.

Тадқиқоти рентгеноструктурии кристаллҳои пайвастагии комплексии нукра(I) бо албендазол

Тадқиқоти рентгеноструктурии кристаллҳои пайвастагии комплексии синтезкардашудаи таркибашон $C_{12}H_{19}N_3AgO_4$ ки дар асоси намаки нитрати нукра ва албендазоли аз ҷиҳати химиявӣ тоза ҳосил шудааст дар диафрактометри автоматии як кристали имодели «Malvern Panalytical Empyrean» дар давлати Ӯзбекистон бо истифода аз асбоби шуоъафкани $SiK\alpha$ ($\gamma=1,54 \text{ \AA}^0$) анҷом дода шуд.

Тавре ки дар расм нишон дода шудааст, ҳамоҳангӣ тавассути атоми нитрогени ҳалқаи бензимидазол ва эҳтимолан тавассути атоми сулфури гурӯҳи тиоли гурӯҳи функционалӣ ба амал меояд, агар лиганд дар маҳлул гидролиз шавад ё табилооти таутомерӣ ба амал ояд. Ғайр аз ин, пайвандҳои гидрогенӣ байни гурӯҳҳои NH-и албендазол ва лигандҳои дорои оксиген (масалан, ионҳои ацетат ё молекулаҳои ҳалкунанда) мушоҳида мешаванд, ки дар устувории бастабандии кристаллӣ нақши муҳим доранд. Таҳлили дифракцияи рентгенӣ ташаккули комплекси устувори нукра (I)-ро бо албендазол дар муҳити кислотаи сиркои 6 мол/л тасдиқ кард. Сохтори комплекси ҳосилшуда нишон медиҳад, ки албендазол ҳамчун лиганд бидентат амал мекунад, ки қодир аст иони Ag^+ -ро тавассути таъсири мутақобилаи донор-акцептор устувор кунад. Параметрҳои сохтории комплекси нукра-албендазол бо маълумоти спектроскопӣ мувофиқанд ва имкон медиҳанд, ки ҳалкунанда ба панҷара ё бастабандии кристаллӣ дохил карда шавад.

Маълум гардид, ки сохти параметрҳо бо натиҷаҳои спектори инфрасурх (СИ) мувофиқат намуда эҳтимолияти иштироки ҳалкунанда ба сфераи координатсионӣ ё панҷараи кристали нишон медиҳад.



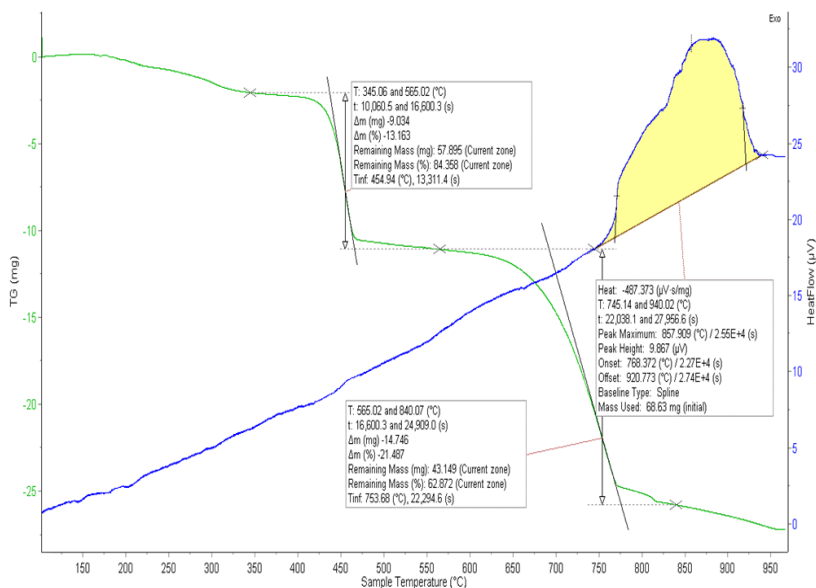
Расми 10.-Сохти молекулавии пайвастагии комплекси нукра(I) ва албендазол

Атоми нуқра дар муҳити ду атоми донор, ки аз таркиби албендазол ва молекулаҳои аниони мавҷуданд геометрияи координатсиониро ташкил медиҳад, ки ба сохти координатсияшудаи бидентати шабоҳат дорад. Атомҳои нитрогени ҳалқаи бензимидазол ва атомҳои сулфури гуруҳҳои тиоли дар координатсияи иштирок мекунад ки ин бо дарозии пайвандҳои Ag-N ва Ag-S дар доираи 2,10-2,30 Å тасдиқ мешавад.

Дар сохт ҳамчунин пайвандҳои гидрогении байни молекули вучуд доранд, ки дар устувории бастабандии кристали нақши калиди мебозанд инчунин эҳтимолияти таъсири байни ҳамдигарии сусти π-π байни қисмҳои ароматикӣ молекулаҳо вучуд дорад.

Омӯзиши тавсифи термикии пайвастиҳои синтезкардашудаи нуқра(I) бо албендазол бо усули дериватография

Таҳқиқоти гузаронидашуда нишон доданд, ки таҷзияи гармии комплексҳои нуқра(I) бо албендазол мураккаб буда, аз якҷанд марҳила бо қазби гармива хориҷшавии он мегузарад.



Расми 11. -Устувории термикии пайвасти комплекси нуқра бо албендазол дар муҳити 6 мол/л сирко

Дар расми 11 дериватограммаи комплекси $[AgLCH_3COO]NO_3$ нишон дода шудааст. Дериватограммаи системаи Ag-албендазол- CH_3COOH дар ҳарорати 25-950 °C бо суръати гармкунии 2K/ дақ сабт шудааст. Массай аввалии комплекси синтез карда шуда 68,63 мг –ро

ташкил дод. Дар расм хати сабз(хати TG) тағирёбии масса ва хати кабуд (DTA) эффекти гармиро нишон медиҳад. Дар натиҷаи гузаронидани таҳлилҳо дар термогравиметрия яъне дар хати додшуда се то этапи тағирёбии масса дида мешавад.

Марҳилаи аввал дар диапазони 170-350°C мушоҳида мешавад ва бо хориҷ кардани оби ҳамоҳангӣ ё қисман кислотаи сирко алоқаманд аст. Дар диапазони 3450-5650°C талафоти масса тақрибан 9.03 мг ё 13.16% -ро ташкил медиҳад. Аммо, дар диапазони 170-350°C, массаи намуна қариб бетағйир боқӣ мемонад. Талафоти масса дар диапазони 345-5650°C, ки аз сабаби озодшавии масса ба вучуд меояд, тақрибан 9.03 мг ё 13.16% -ро ташкил медиҳад. Ин талафоти масса бо озодшавии пайвастагиҳои ноустувор, аз ҷумла кислотаи сирко ё оби ҳамоҳангӣ алоқаманд аст.

Марҳилаи дуюм дар диапазони 565-840°C сабт шудааст. Талафоти масса ба 14-87 мг ё 21.4% мерасад. Ин марҳила аз таҷзияи васеи қисми органикии комплекс ва таҷзияи пурраи кислотаи сирко шаҳодат медиҳад.

Дар марҳилаи сеюм, қачи DTA таҷзияи пурраи линадро, яъне албендазолро, дар диапазони 750–840°C нишон медиҳад. Дар ин марҳила, эволютсияи газҳои NO₂ ва CO₂ мушоҳида мешавад. Пас аз анҷоми раванд, тақрибан 62–63% массаи комплекси нукра (I) бо албендазол дар маҳлули 6 мол/л кислотаи сирко боқӣ мемонад. Ин эҳтимолан аз сабаби пайдоиши нукраи металлӣ ё оксиди нукра аст.

Хулоса, таҳлили таҷзияи гармӣ нишон дод, ки комплекси албендазол дар маҳлули 6 мол/л кислотаи сирко устувори нисбатан баланди гармиро нишон медиҳад ва таҷзияи он дар ду марҳилаи асосӣ суръат мегирад.

Безарии пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол

Ҳангоми ҳосилшавии пайвасти комплексӣ дар асоси албендазол бо нукра дар маҳлул миқдори ионҳои нукра кам шудан мегиранд, ки яке аз омилҳои пастшавии захрокии биологӣ пайваста ба шумор меравад.

Натиҷаи бузургҳои термодинамикӣ ва константаи устувори нишон медиҳанд, ки иони нукра(I) бо албендазол комплексҳои устуворро ҳосил мекунанд. Пайвасти комплекси синтезшуда [Ag(L)₂]⁺ константаи устувори зиёд дорад.

Аз ҷумла, дар патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон Раҷабов У бо ҳаммуаллифонаш оварда шудааст, ки: «Сулфати мис –албендазол дорои хосияти зиддигиҷҷавӣ мебошад». [7]

Барои муайян намудани захрокиишадиди пайвасти нави синтезкардашудаи нукра(I) бо албендазол тадқиқотҳои таксикологӣ

дар мушҳои сафеди лабораторӣ дар муддати 14 рӯз гузаронида шуд. Дар ҷадвали 5 эффекти захролудии пайвастиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол оварда шудааст.

Ҷадвали 5.-Заҳронокӣ комплекси нукра(I) бо албендазол

Модда	Мас саим одда г/кг	Мас са мод да мг/кг	Массаи муш(г)	Миқдори муш ҳо	Кушан дағӣ	LD (Вояи кушандагӣ)
[Ag(LCH ₃ COO) ₂]	0.03	30	20	6	0/6	0
[Ag(LCH ₃ COO) ₂]	0.3	300	20	6	0/6	0
[Ag(L) ₂ CH ₃ COO]	1	1000	20	6	0/6	0
[Ag(L) ₂ CH ₃ COO]	3	3000	20	6	1/6	16
[Ag(L) ₂ CH ₃ COO]	6	5000	20	6	2/6	33
[Ag(L) ₂ Cn ₃ COO]	8	6000	20	6	3/6	50
[Ag(L) ₂]CH ₃ COO	10	8000	20	6	6/6	100

Фаъолияти зиддимикробӣ ва зиддизамбӯруғии пайвастиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол

Фаъолияти зиддимикробӣ ва зиддизамбӯруғии дорухоро бо усули силсилаи дукаратаи онҳо дар МПБ (маводи ғизоии моеъ) муайян карданд. Суспензияҳои тест-култураҳои як рӯза дар маҳлули изотоникии хлориди натрий дар миқдори 2×10⁸ м.к. дар 1 мл истифода шуданд. Усули диффузия дар агар ҳамчун муҳити ғизоӣ МПА истифода шуд. Ба зарфҳои Петри истириль 15 мл муҳити ғизоии ғудохташудаи диаметраш 100 мм, ки дар сатҳи уфуқӣ ҷойгир буд, рехта шуд. Пеш аз ҳар як таҷриба, зарфҳои Петриро дар давоми 45-60 дақиқа дар термостат дар ҳарорати 36-37°C бо сарпӯшҳои кушода хушк карданд. Суспензия дар ҳаҷми 1мл ба агар молида шуд ва бо ларзонидани зарф дар тамоми сатҳ баробар тақсим карда шуд. Сипас зарфро барои резиши моеъи зиёдатӣ, ки бо пипетка хориҷ карда шуд, ҳам карданд. Зарфҳо дар давоми 24 соат дар ҳарорати 36-37°C дар ҳолати чаппа ин кубатсия карда шуданд, то ки шусташавии қабати микробӣ аз моеъи конденсатсионӣ пешгирӣ карда шавад. Мавҷудияти минтақаи боздории афзоиши микробҳо дар атрофи диск бо ёрии ченак чен карда шуд.

Дар ҷадвали 6 натиҷаҳои омӯзиши фаъолияти зиддимикробии моддаи нави синтезкардашудаи нукра бо албендазол ва маводи маълуми анпенселин нисбат ба бактерияҳои Эшериха кол, салмонелла ва пастурелла оварда шудааст.

**Ҷадвали 6. Минтақаи афзоиши хусусияти зиддимикробии пайвасти
комплексии нукра бо албендазол ва ампенселин нисбат ба сето бактерия**

Моддаҳо	Миқдор дар лунка, мг	Андозаи минтақаҳо, мм		
		E.Coli	Salmonella	Pasterella
Комплекси нукра бо албендазол	100	≤ 16-17	≤ 14-15	≤ 14-15
Амписиллин	100	≤ 11-12	≤ 10-11	≤ 6-8

Чи хеле ки аз натиҷаҳои ҷадвал маълум аст маводи синтезкардашудаи албендазол нисбат ба ҳарсе штаммҳои санҷидашуда таъсири хуби зиддимикробӣ дорад. Аз ҳамадиаметри калонтарин нисбат ба штамми эршиха кол мушхидида карда шуд. Ампенселин бошад нисбат ба штаммҳо таъсири пасттарро дорад алалхусус нисбат ба штамми эршеха кол.

Ҳамин тариқ натиҷаҳои ба дастмада нишон медиҳад, ки маводи химиявӣ синтезкардашудаи нукра бо албендазол нисбат ба ампенселин ҳосияти зиддимикробкушандагии баландтарро доро мебошад ва метавонад дар оянда ҳамчун маводи фармокологӣ барои табobati касалиҳои бактериалӣ истифода шавад.

ХУЛОСАҲО

1. Бо усули титркунии рН-метрӣ ҳосиятҳои кислотагӣ-асосии албендазол ва шаклҳои мавҷудияти он дар муҳити 6 мол/л сирко ва ДМСО дар доираи васеи муҳити рН омӯхта шуданд. Нишон дода шуд, ки бузургҳои константаҳои ионизатсия вобаста ба табиати ивазкунанда дар молекулаи албендазол ба таври зерин тағйир меёбанд: $pK_a(\text{Алб}-\text{CH}_3\text{COOH})=12,89$; $pK_a(\text{Алб}-\text{ДМСО})=12,01$. **[2-М; 4-М; 9-М; 11-М; 13-М; 14-М].**

2. Бо усули потенциометрӣ нишон дода шуд, ки нукра(I) бо албендазол зина ба зина ду навъи пайвасти комплексиرو ҳосил намуд. Константаҳои устувории пайвастагҳои комплексии нукра(I) бо албендазол дар муҳити 6 мол/л сирко ва ДМСО муайян карда шуданд. **[3-М; 4-М; 9-М; 13-М; 14-М].**

3. Бо ёрии усули термодинамикӣ, аз ҷумла истифодаи коэффисентҳои ҳарорат, бузургҳои $\lg\beta$, ΔH^0 , ΔS^0 ва ΔG^0 барои реаксияи комплексоилкунии нукра(I) бо албендазол муайян карда шуданд. **[1-М; 11-М; 14-М].**

4. Шароити оптималии синтези 8 намуди пайвасти комплексии нави нукра(I) бо албендазол таҳия карда шуданд. Таркиб ва сохти пайвастаҳои ҳосилшуда дар асоси маълумоти таҳлили физикӣ-химиявӣ, спектроскопияи инфрасурх, рентгеноструктурӣ, масс–спектроскопия,

РМЯ-спектроскопӣ ва термогравиметрӣ муайян карда шуданд. [5-М; 10-М].

5. Аз натиҷаҳои таҳқиқоти физикӣ-химиявӣ спектри инфрасурх ва рентгеноструктурӣ маълум гардид, ки молекулаҳои албендазол тавассути атоми нитрогени ҳалқаи пиридин ва сулфури гуруҳи тиоли координасия мешавад. [8-М; 14-М].

6. Хусусиятҳои биологӣ пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол, аз ҷумла сатҳи захрокии шадид, музминӣ, аллергенӣ ва фаъолияти зиддимикробӣ онҳо омӯхта шуд. Муайян гардид, ки пайвастагиҳои навсинтезшуда на танҳо хосиятҳои ғайриаллергенӣ ва ғайриангезандагиро доро мебошанд, балки захрокии паст дошта, хосияти зиддимикробкушандагӣ низ зоҳир мекунад. [6-М; 7-М; 8-М; 10-М; 12-М].

Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳои таҳқиқот

Натиҷаҳои таҳқиқоти диссертационӣ анҷомдодашуда ба самти таҳқиқоти фундаменталӣ ва химияи физикӣ, аз ҷумла химияи координасионӣ ва равандҳои комплексҳосилкунии биометаллҳо бо биолигандҳо равона шудааст.

Маълумоти илмӣ-таҳқиқотӣ бадастомада оид ба пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол, таркиби стехиометрии комплексҳои ҳосилшуда, марҳилаи пайи ҳам ҳосилшавии онҳо, устувории комплексҳо метавонад барои васеъ намудани корҳои илмӣ-таҳқиқотӣ оиди механизми таъсири байни ионҳои металлҳои интиқолий ва биолигандҳо истифода шаванд.

Муайян намудани хусусиятҳои кислотагӣ-асосӣ ва донорӣ-аксепторӣ албендазол, инчунин таъсири муҳити ҳалкунанда ба ҳолати ионизасия ва қобилияти комплексҳосилкунии лиганд имкон медиҳанд ки нақши сохти албендазол дар ҳосилшавии пайвастаҳои координасионӣ нукра(I) илман дақиқтар муайн карда мешавад. Муқоисаи натиҷаҳои илмӣ бадастомада оид ба таркиб, устуворӣ ва хусусиятҳои физикӣ-химиявӣ комплексҳои нукра(I) бо албендазол дар маҳлул ва ҳолати сахт барои муайян кардани таркиби комплекс, муҳити координасионӣ ва сохтори кристалии онҳо мусоидат мекунад. Ин раванд барои интиҳоби шароити оптималии синтези пайвастагиҳои нави координасионӣ нукра(I) аҳамияти амалӣ дорад.

Дар доираи таҳқиқот инчунин хосиятҳои биологии пайвастагиҳои комплекси нурқа(I) бо албендазол омӯхта шудаанд. Натиҷаҳои бадастомада оид ба фаъолияти биологии пайвастагиҳои синтезшуда ва муқоисаи онҳо бо моддаҳои ибтидои аҳамияти муҳим дорад. Дар сурати тасдиқи самаранокии биологии пайвастагиҳои синтезкардашуда, натиҷаҳои мазкур метавонанд барои интихоби пайвастагиҳои дорои фаъолияти биологӣ ва гузаронидани таҳқиқоти минбаъдаи фармакологӣ ва токсикологӣ асос гузорад.

Усулҳои таҳияшудаи синтези комплексҳо барои олимони дар соҳаи синтези пайвастагиҳои координасионӣ, донишҷӯён, магистрон, унвонҷӯёни кафедраҳои химияи татбиқӣ, физикӣ ва коллоидии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, инчунин кафедраи химияи фармасевтӣ ва заҳршиносии Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи А.Сино бо мақсади муайян намудани фаъолияти биологии пайвастагиҳо тавсия дода мешаванд.

**Рӯйхати мақолаҳое, ки дар маҷаллаҳои илмӣ ба тавсияи
Комиссияи Олии Аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии
Тоҷикистон нашр шудаанд:**

[1-М]. Бойназарова К.У. Физико-химических свойств координационного соединения серебра(I) с альбендазолом/ С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова, У. Раджабов// Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2023. Т. 66. -№ 8-7. - С. 445-452.

[2-М]. Бойназарова К.У. Исследование комплексообразования в системе Ag(I)-альбендазол-уксусная кислота / С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова, У. Раджабов // Доклады Академии илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон. 2025. Т. 68. -№ 9-10. -С. 879-888.

[3-М]. Бойназарзода К.У. Комплексохосилкунии нукра (I) бо албендазол /К.У. Бойназарзода // Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав (маҷаллаи илмӣ) силсилаи илмҳои табиӣ. - Бохтар. - 2026. - № 2/3 (150).

[4-М]. Бойназарзода К.У. Комплексохосилкунии нукра (I) бо албендазол дар ҳалқунандаи органикӣ-ДМСО/ К.У.

Бойназарзода, С.Г. Ёрмамадова, У. Раҷабов //Паёми Донишгоҳи давлатии Данғара, Бахши илмҳои табиӣ. -Данғара.- 2026.-№1(35).-С.149-155.

[5-М]. Бойназарова К.У. Синтез ва омӯзишинуқра(I) бо албендазол/ С.Г. Ёрмамадова, К.У. Бойназарова, У. Раҷабов// Конференсияи байналмиллалӣ илмҳои амалӣ «Рӯшноии адаби дар илм», - Алмата.- 2022.-С.116-119

[6-М].Бойназарова К.У. Синтез ва ҳосияти биологии пайвасти комплекси Ag(I) бо албендазол/ С.Г. Ёрмамадова, К.У. Бойназарова, У. Раҷабов // Конференсияи ҷумҳуриявӣ илмҳои назариявӣ ҳаёти устодону кормандони ИИТ ДМТ бахшида ба «Солҳои рушди саноат (2022-2026)» ва «Бузургдошти Мавлоно Ҷалолиддини Балхӣ».Душанбе.-2022.-С.-301-302.

[7-М].Бойназарова К.У. Хусусиятҳои биологии нитрати нуқра бо албендазол /С.Г. Ёрмамадова, К.У. Бойназарова, У. Раҷабов // Конференсияи байналмилалӣ илмҳои амалӣ «Конфронси илмӣ-амалӣ байналмилалӣ ба муносибати 70-солагии «Тибби муосир: анъанаҳо ва навоҳариҳо». -Душанбе.- 2022.-Т.-2.-С.566-567

[8-М].Бойназарова К.У. Хусусиятҳои физикӣ-кимиёвӣ ва биологии сульфати мис бо албендазол // С.Г. Ёрмамадова, К.У. Бойназарова, У. Раҷабов // Маводҳои Конфренсияи ХVIII илмӣ-амалӣ олимони ҷавон ва донишҷӯёни ДДТТ ба номи Абӯалӣ ибни Сино «Илм ва инноватсия дар тиб-2023». – Душанбе.2023.-Т.-2.-С.250.

[9-М]. Бойназарова К.У. Омӯзиши раванҷҳои комплекси нуқра(I) бо албендазол дар маҳлулҳои сиркоӣ-обӣ // С.Г. Ёрмамадова, К.У. Бойназарова, У. Раҷабов //Мақтаби-конфронси умумироҷиягии олимони ҷавон «ДНИ НАУКИ В ИГХТУ».Иваново.-2023.-С.188.

[10-М]. Бойназарова К.У. Хусусиятҳои физика-химиявӣ ва биологии нуқра(I) бо албендазол// С.Г. Ёрмамадова, К.У. Бойназарова, У. Раҷабов // Консеренсияи байналмиллалӣ илмӣ-амалӣ дар мавзӯи «Рушди самтҳои нав дар химия ва технологияи химиявӣ» бахшида гирифтани хотираи академики АМИТ, доктори илмҳои химия, профессор Сафиев Ҳайдар.-2023.-С.149-150.

[11-М]. Бойназарова К.У.Омӯзиши ҳосилшавии комплекси Ag(I) бо (5-(пропилтио)-1н бензимидазол-2-ил)кислотаи

карбабини метил// С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова, У. Раҷабов// конференсияи илмӣ-назариявии байналмиллалӣ дар мавзӯи «Рушди илмҳои химия, технология ва экология» бахшида ба 20-солагии таъсисёбии кафедраи «Технология ва экологияи химиявӣ» ва «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф».-Душанбе.-2023.-С.86.

[12-М]. Бойназарова К.У. Хусусиятҳои пайвастагиҳои комплекси нукра бо албендазол// С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова, У. Раҷабов //

Самтҳои афзалиятноки тадқиқот дар соҳаи тиб: кимиёи тиббӣ, биокимиё ва биофизика. Маҷмӯаи тезисҳои Анҷумани байналмиллалӣ илмӣ- амалӣ».-Бухоро.-2024.-С.343-344.

[13-М]. Бойназарова К.У. Омӯзиши комплексҳосилкунии нукра() бо албендазол дар ҳарорати 298K//С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова, У. Раҷабов // Конференсияи умумидонишгоҳи илмию назариявии донишчӯён, магистрон ва унвончӯёни ДМТ бахшида ба соҳаи рушди иқтисоли рақамӣ ва инноватсия (2025-2030), «700 солагии шоири ғазалсарои тоҷику форс Ҳофизи Шерозӣ» ва «115-солагии шоири халқии Тоҷикистон Бокӣ Раҳимзода».-Душанбе.-2025.-С.449-454.

[14-М]. Бойназарова К.У. Комплексҳосилкунии нукра(І) бо албендазол дар муҳити ДМСО// Конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалӣ дар мавзӯи«Проблемаҳои актуалӣ, ҳалли онҳо ва дурнамои рушди химияи муосир» дар Донишкадаи соҳибкорӣ ва педагогии Денов, Ҷумҳурии Ўзбекистон.-2025.-С.179.

Патент

15-М]. Бойназарова К.У. Сулфати мис албендазол дорои хосияти зиддигиҷжавӣ/ Раджабов У.Р., Ёрамамадова С.Г., Ибодзода С.Т., Султонов Р.А., Бойназарова К.У.// Патент РТ №ТJ.1432. 2023г.

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТАДЖИКИСТАНА**

На правах рукописи

УДК: 544.2.3.
ББК: 24.51.53(2Т)
Б-77



БОЙНАЗАРЗОДА КИБРИЁ УСМОН

**КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ СЕРЕБРА(І) С
АЛЬБЕНДАЗОЛОМ**

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени кандидата
химических наук по специальности 1.4.5. Физическая
химия**

Душанбе- 2026

Диссертация выполнена на кафедре прикладной химии химического факультета Таджикского национального университета и кафедре фармацевтической химии и токсикологии ГОУ "Таджикский государственный медицинский университет имени Абуали ибни Сино".

**Научный
руководитель:**

Ёрмамадова Саврибегим Гулмамадовна – кандидат химических наук, доцент кафедры прикладной химии Таджикского национального университета

**Научный
консультант:**

Раджабов Умарали – доктор химических наук, профессор кафедры фармацевтической и токсикологической химии ГОУ «Таджикский государственный медицинский университет имени Абуали ибни Сино»

**Официальные
оппоненты:**

Джураев Тухтасун Джураевич – доктор химических наук, профессор кафедры металлургии Таджикского технического университета имени академика М. С. Осими.

Курбонов Амиршо Сохибназарович – директор филиала Агентства химической, биологической и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана в Хатлонской области.

Ведущая организация: Государственное учреждение «Институт химии имени В.И. Никитина» Национальной академии наук Таджикистана

Защита состоится «03» декабря 2026 года в 10:00 часов на заседании диссертационного совета 6D. КОА – 136 при Таджикском национальном университете. Адрес: 734025, г. Душанбе, проспект Рудаки, 17 Таджикский национальный университет, главный корпус, зал диссертационного совета.

E-mail: tojiddin_8989@mail.ru Тел.: (+992) 936002805

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте Таджикского национального университета www.tnu.tj

Автореферат разослан «___» _____ 2026 года

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат химических наук



Бобокалонов Т.Б.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В последние годы биометаллические соединения, особенно серебро с азолами, играют важную роль в ветеринарии и медицине. Серебро является микроэлементом, важным для функционирования внутренних органов и систем, а также веществом, воздействующим на патогенные бактерии и вирусы. Азолы, в свою очередь, обладают противомикробной активностью в отношении патогенных возбудителей желудочно-кишечных заболеваний. Как отметил Суфиев Т.Д: «антимикробное действие координационных соединений серебра и тирптофана на кишечную палочку зависит от концентрации серебра, а его механизм действия заключается в ингибировании активности ферментов, участвующих в процессах клеточного дыхания и окислительного и восстановительного фосфорилирования» [1].

Исследования А.С. Содатиной и соавторов сказано что «особенностью в термодинамике комплексообразования $Ag(I)$ с 1МИ растворителях вода-диметилсульфоксид является увеличением устойчивости комплекса с ростом содержания ДМСО в растворителе за счет значительной стабилизации сольватной оболочки комплексной частицы при усилении сольватации иона металла и лиганда» [2].

Кроме того, 5-нитроимидазолы также активны против некоторых микроаэрофилов и эффективно используются для лечения заболеваний, вызываемых этими микроорганизмами.

В современном мире сфера здравоохранения охватывает широкий спектр лекарственных средств, проявляющих противопаразитарную активность. Тем не менее, все они имеют определенную степень токсичности и могут оказывать негативное воздействие на организм. По мнению Е.Н. Падейской: «Альбендазол — это антимитозный и антигельминтный препарат группы бензимидазола карбомата, механизм действия которого основан на угнетении полимеризации тубулина, что вызывает нарушение метаболизма и гибель паразитов» [3].

Формирование координационных комплексов серебра (I) с органическими лигандами приводит к увеличению устойчивости образующихся соединений. Несмотря на это, комплекс серебра(I) с альбендазолом до сих пор не был предметом детального изучения, и лекарственные средства, основанные на биокоординационных соединениях серебра (I) с азолами пока не существуют. Таким образом, разработка методов повышения устойчивости таких систем является актуальным направлением исследований. Как указано в работе Е.В. Леглер основная задача исследования заключается в «идентификация сопряженных кислотно-основных и хелатных

комплексных форм серебра(I) с трифункциональными аминокислотами в биологически важных нейтральных водных растворах и термодинамические оценки констант их образования». Кроме того автор отмечает: «как строение лиганд влияет на устойчивости и состава комплекса». Он отмечает, что: «изучение процессов комплексообразования серебра (I) с многофункциональными лигандами имеет важное научное и практическое значение». Леглер Е.В. показал, что: «серебро(I) имеет тенденцию образовывать стабильные координационные соединения с такими аминокислотами посредством донорных и акцепторных связей с атомами азота и кислорода. Особое внимание уделяется влиянию рН среды, ионной силы раствора и природы функциональных групп на процесс комплексообразования» [4]. Исходя из этого, необходимо изучать методы комплексообразования азолов с биологически активными ионами металлов, такими как серебро (I), и производить на их основе лекарственные препараты, обладающие антимикробной активностью и применяемые против патогенных микроорганизмов.

Степень научной разработанности проблемы. В научной литературе имеются сведения о синтезе и строении комплексных соединений серебра(I) с азолами и албендазолами в различных водных и кислотных средах, а также в водно-спиртовых растворах, опубликованные рядом зарубежных и отечественных ученых. В частности, в научных работах Белеванцева В.И. [80], Снесарева С.В. [139], Буду Г.В. [50], Юсупова З.Н. [124], Рахимовой М.М. [71], Аминжоновой А.О. [26], Сафармамадзоды С.М. [102], Бекназаровой Н.С. [78], Мудинова Х.Г. [17] и др. изучалось комплексообразование переходных металлов с органическими лигандами.

Изучение комплексов серебра(I) с албендазолами имеет значение с точки зрения электролитов и биокоординационной химии, поскольку позволяет искать новые серебряные электролиты и биологически активные соединения серебра.

Комплексообразование серебра с органическими лигандами в растворе изучалось потенциометрическим методом, после чего они были выделены в твердом виде. С помощью элементного, термического, ИК-спектроскопического, кондуктометрического и электронно-парамагнитного резонансного и рентгеноструктурного анализов были определены строение и состав комплексных соединений серебра.

Несмотря на существующие исследования, анализ литературы показал отсутствие сведений о комплексообразовании серебра с албендазолом в водно-уксусной среде в зависимости от температуры, ионной силы, константы устойчивости и термодинамических величин.

Связь исследования с программами (проектами) и научными тематиками. Научно-исследовательская работа Бойназарзоды

Кибрийо Усмона проводилась на кафедре прикладной химии Таджикского национального университета по научной теме «Переработка местных минералов, промышленных отходов, а также изучение комплексов серебра с медью и железом с органическими лигандами» и на кафедре фармацевтической химии и токсикологии Таджикского государственного медицинского университета имени Абуали ибн Сино в рамках государственного задания Республики Таджикистан, проекты № GR0122TJ1433 и GR0121TJ208.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования. Данное исследование направленно на исследование комплексообразования серебра с альбендазолом, изучение физико-химических свойств образующихся веществ, определение значений констант устойчивости координационных соединений, термодинамических функций, влияния факторов на устойчивость образующихся комплексов в среде 6 моль/л уксусной кислоты и ДМСО, изучение их антимикробных, противопаразитарных и противогрибковых свойств.

Задачи исследования: Для достижения поставленной цели было предусмотрено выполнение следующих задач:

- определение процесса комплексообразования в системах $\text{AgNO}_3/\text{Ag}^0$ -Алб- CH_3COOH и $\text{AgNO}_3/\text{Ag}^0$ -Алб -DMSO с использованием метода потенциометрического титрования;
- определение константы устойчивости и количества комплексных соединений в системах $\text{AgNO}_3/\text{Ag}^0$ -Алб- CH_3COOH и $\text{AgNO}_3/\text{Ag}^0$ -Алб-DMSO методом Фридмана, а также нелинейный метод наименьших квадратов;
- исследование влияния температуры, ионной силы и природы лиганда на константу устойчивости и процесс комплексообразования серебра(I) с албендазолом, а также определение термодинамических констант на основе метода, предложенного Васильевым, для системы $\text{AgNO}_3/\text{Ag}^0$ -Алб-DMSO;
- определение энтальпии, энтропии и энергии Гиббса (ΔH^0 , ΔS^0 , ΔG^0) для процесса комплексообразования серебра(I) с албендазолом на основе общих термодинамических констант;
- определение количества образующихся комплексных частиц в различных диапазонах концентраций лиганда с использованием результатов диаграмм распределения в растворах 6 моль/л уксусной кислоты и ДМСО, а также применение полученных результатов в синтезе новых комплексных соединений серебра(I) с албендазолом;
- определение состава и строения соединений серебра(I) с албендазолом физико-химическими методами, включая инфракрасную спектроскопию (ИКС), масс-спектроскопию, рентгеноструктурный анализ, ЯМР и дериватографию;

- биологическое исследование свойств новосинтезированных соединений серебра(I) с албендазолом.

Объект исследования: Изучение комплексообразования серебра(I) с албендазолом на основе потенциометрического анализа и их синтез. Анализ физико-химических и биологических свойств комплексных соединений серебра(I) с албендазолом

Тема исследования: Комплексообразование серебра (I) с албендазолом в среде 6 моль/л уксусной кислоты и ДМСО.

Научная новизна исследования:

- впервые проанализирован процесс комплексообразования серебра(I) с албендазолом с использованием потенциометрического метода;
- установлены состав, области существования, а также максимальный выход комплексов серебра(I) с албендазолом;
- разработана методика направленного синтеза комплексных соединений серебра(I) с албендазолом;
- состав и структура комплексных соединений серебра(I) и албендазола исследованы с применением методов ИК-спектроскопии, масс-спектроскопии, рентгеноструктурного анализа, ЯМР и дериватографии;
- впервые изучены биологические свойства (безвредность, острая и хроническая токсичность, аллергенные свойства) и антимикробная активность комплексных соединений серебра(I) с данным лигандом.

Теоретическая и практическая значимости исследования:

- полученные результаты исследования комплексов серебра(I) с албендазолом используются для интерпретации и прогнозирования процессов комплексообразования серебра(I);

- установленные значения констант устойчивости комплексов серебра(I) с албендазолом являются справочным материалом, восполняющим пробелы в существующей литературе. Они могут быть использованы учеными, проводящими исследования в области комплексообразования ионов металлов с серо- и азотсодержащими лигандами, а также при синтезе новых соединений в сфере координационной химии;

- результаты диссертационной работы могут быть использованы студентами, магистрантами и соискателями кафедр физической химии, фармакологии и токсикологии при проведении спецкурсов, а также для выполнения научно-исследовательских работ.

- разработанные в данной работе методы синтеза координационных соединений могут быть применены для направленного синтеза новых комплексных соединений других переходных металлов с серо- и азотсодержащими лигандами;

- синтезированные биологически активные вещества на основе комплексов серебра(I) с албендазолом могут широко применяться в

качестве антибактериальных, противогрибковых, антигельминтных и противопаразитарных средств для лечения заболеваний животных, вызываемых микроорганизмами *Escherichia coli*, сальмонеллой, пастереллой и бруцеллой.

Положения, выносимые на защиту:

-результаты исследования по определению количественных значений констант ионизации албендазола в среде бмоль/л уксусной кислоты и ДМСО. Формы его существования в широком диапазоне рН среды, значения констант устойчивости комплексов серебра(I) с албендазолом, результаты определения энтальпии, энтропии и энергии Гиббса образования комплексов серебра(I) с албендазолом;

- данные о синтезе комплексных соединений, полученные на основе результатов потенциометрического метода и метода наименьших квадратов (нелинейного), а также результаты элементного анализа, инфракрасной спектроскопии (ИКС), рентгеноструктурного анализа, ЯМР-спектроскопии, дериватографии и масс-спектрометрии синтезированных соединений;

-сведения об изучении токсикологических свойств, а именно: безвредности, острой и хронической токсичности, раздражающего действия, а также антимикробной и противогрибковой активности комплексных соединений серебра(I) с албендазолом.

Степень достоверности результатов. Достоверность полученных данных была обоснована применением современных методов физических и химических исследований, а также статистической обработкой результатов. Состав и структура продуктов синтеза комплексных соединений серебра с албендазолом были определены на основе инфракрасной спектроскопии (ИКС), дериватографии, рентгеноструктурного анализа, масс-спектрометрии и ЯМР-спектроскопии. Биологические свойства данных комплексных соединений – острая токсичность, антимикробная активность и аллергенность – также были экспериментально установлены.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности:

Диссертация соответствует специальности научных работников 02.00.04 – физическая химия по следующим направлениям:

-термодинамика химических процессов; учение о химическом равновесии; статистическая термодинамика – глава 3; разделы 3.1-3.4.

-механизмы сложных химических процессов, процессы плавления и кристаллизации – глава 3; разделы 3.1-3.2.

-теория растворов, межмолекулярные и межатомные взаимодействия – глава 3; раздел 3.1.

-исследование закономерностей изменения состава химических систем в зависимости от температуры – глава 3; разделы 3.2, 3.3.

Личный вклад соискателя ученой степени в исследование.

Автор диссертации принимал непосредственное участие во всех этапах выполнения экспериментов, разработке методов и методик исследования, поиске и анализе существующей научной литературы по данной теме, обсуждении результатов, формулировании выводов и написании научных статей. Исследовательская работа и экспериментальная база были обеспечены на кафедре прикладной химии Таджикского национального университета, кафедре фармацевтической и токсикологической химии, а также в центральной научно-исследовательской лаборатории Таджикского государственного медицинского университета имени Абуали ибни Сино в городе Душанбе.

Утверждение и внедрение результатов диссертации. Основные результаты диссертационной работы были представлены и обсуждены на конференциях:

Международная научно-практическая конференция «Литературное освещение в науке» (Казахстан, Алмата, 2022); международная научно-практическая конференция «Современная медицина: традиции и инновации», посвященная 70-летию (Душанбе, 2022); материалы XVIII научно-практической конференции молодых ученых и студентов ТГМУ имени Абуали ибни Сино «Наука и инновации в медицине-2023» с международным участием (Душанбе, 2023); всероссийская школа-конференция молодых ученых «ДНИ НАУКИ В ИГХТУ» (Иваново, 2023); международная научно-практическая конференция на тему «Развитие новых направлений в химии и химической технологии», посвященная памяти академика АН РТ, доктора химических наук, профессора Сафиева Хайдара (2023); международная научно-теоретическая конференция на тему «Развитие химии, технологии и экологии», посвященная 20-летию кафедры «Химическая технология и экология» и «Двадцатилетию изучения и развития естественнонаучных, точных и математических дисциплин в сфере науки и образования» (Душанбе, 2023); приоритетные направления исследований в области медицины: медицинская химия, биохимия и биофизика. Сборник тезисов Международной научно-практической конференции» (Бухара, 2024); «Актуальные проблемы современной химии, методы их решения и перспективы развития» (Узбекистан, Денау, 2025); международная научно-практическая конференция на тему «Комплексные соединения и

аспекты их применения» (Душанбе, 2025).

Республиканская научно-теоретическая конференция преподавателей и сотрудников Института информационных технологий Таджикского государственного университета имени Абуабдуллоха Рудаки, посвященная «Годам развития промышленности (2022-2026)» и «Празднованию Мавлоно Джалололидина Балхи» (Душанбе, 2022); общеуниверситетская научно-теоретическая конференция студентов, магистрантов и аспирантов Таджикского государственного университета имени Абуабдуллоха Рудаки, посвященная сфере развития цифровой экономики и инноваций (2025-2030), «700-летию таджикско-персидского газелиста Хафиза Шерази» и «115-летию народного поэта Таджикистана Баки Рахимзода» (Душанбе, 2025).

Публикации по теме диссертации. По результатам научных исследований опубликовано всего 15 статей и тезисов статей, из которых 4 – в рекомендованных журналах Высшей аттестационной комиссии Республики Таджикистан, а 11 тезисов статей – на международных и внутренних конференциях.

Структура и объем диссертации. Кандидатская диссертация объемом 157 страниц компьютерного набора состоит из введения, четырех глав, заключения и списка из 142 наименований литературы на государственном и иностранных языках. Диссертация содержит 30 рисунков и 32 таблиц.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ СЕРЕБРА(I) С АЛЬБЕНДАЗОЛОМ В ОРГАНИЧЕСКОМ РАСТВОРИТЕЛЕ

Анализ процесса комплексообразования в системе серебро(I)-альбендазол-уксусная кислота

В рамках данного исследования мы изучили, как серебра(I) взаимодействует с альбендазолом в 6 мол/л растворе уксусной кислоты. Константа кислотной ионизации альбендазола была определена с помощью рН - метрического титрования (см. рисунок 1). Этот анализ показал, что альбендазол в этих условиях ведет себя как нейтральная молекула.

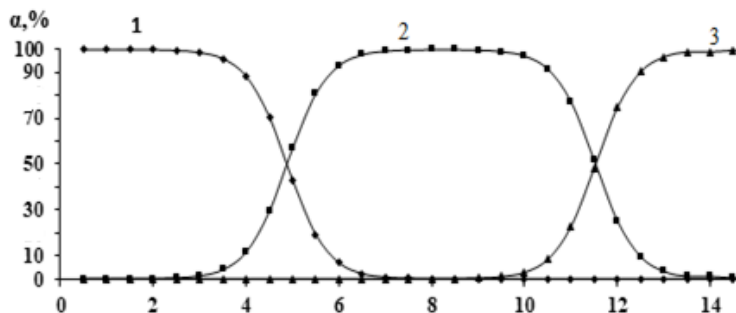


Рисунок 1.- Диаграмма распределения альбендазола и продукта его ионизации в растворе уксусной кислоты в широком диапазоне pH. Кривые: 1-L+, 2-L, 3-L-.

Таким образом, диаграмма распределения альбендазола показывает, что в диапазоне pH от 4,0 до 10,5 лиганд находится в молекулярной форме. Это свидетельствует о его высокой устойчивости в нейтральной среде и способности участвовать в комплексообразовании в этой среде.

При изучении комплексообразующих свойств ионов серебра с органическими лигандами, особенно с альбендазолом, важную роль играет обратимость серебряного электрода (Ag/Ag^+) в окислительно-восстановительной системе.

По этой причине для определения стандартного потенциала системы $\text{Ag}^+ - \text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}$ была изучена зависимость окислительного потенциала от различных концентраций серебра в нейтральной среде.

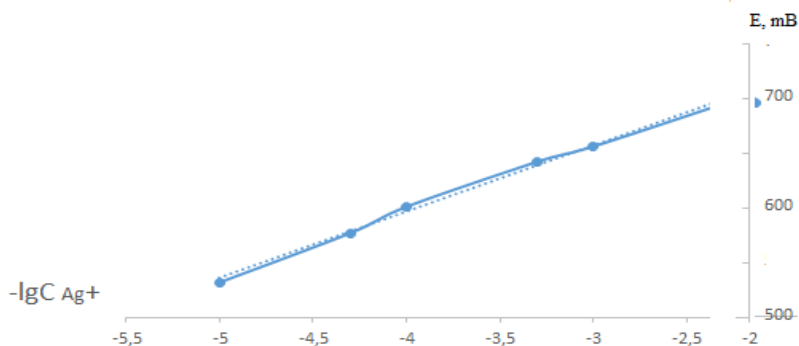


Рисунок 2. -Обратимость серебряного электрода в системе $\text{Ag}^+ - \text{CH}_3\text{COOH}$ при концентрациях моль/л: 1) $1 \cdot 10^{-5}$; 2) $5 \cdot 10^{-5}$; 3) $1 \cdot 10^{-4}$; 4) $5 \cdot 10^{-4}$; 5) $5 \cdot 10^{-3}$

Как видно из рисунка, зависимость окислительного потенциала (E) от концентрации ионов серебра (Ag^+) линейна, а тангенс её угла равен $60,36^\circ$. При экстраполяции прямой к оси абсцисс был определён стандартный потенциал системы, равный 837,52 мВ.

Максимальное число комплексов альбендазола с ионами серебра(I), т.е. координированных, было определено по зависимости ΔE от $-\lg C_L$ (см. рис. 3) с последовательным увеличением органического лиганда. Наклон этой зависимости приведён при различных температурах и ионной силе 0,1 моль/л.

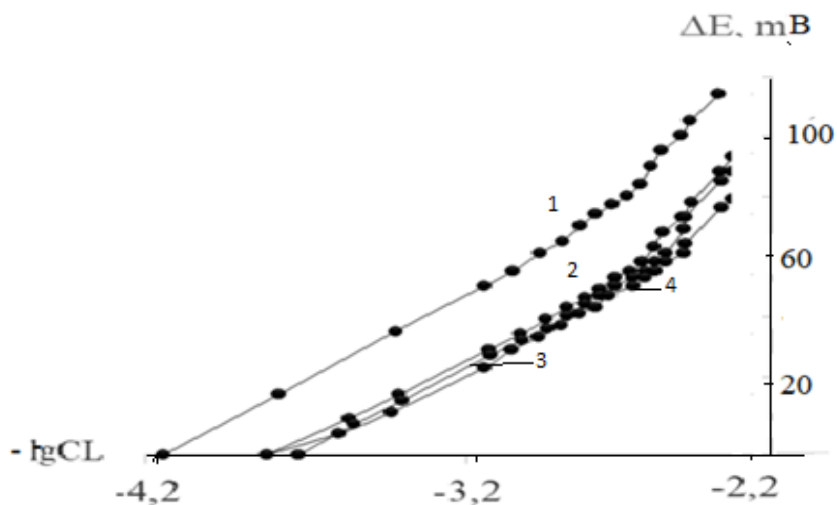


Рисунок 3.-Зависимости ΔE от $-\lg C_L$ для комплексных частиц серебра(I) с альбендазолом при температурах от 288,16-318,16 К., $I=0,1$ моль/л (NaNO_3).

$T(1)=288,16$ К, $T(2)=298,16$ К, $T(3)=308,16$ К, $T(4)=318,16$ К

На рисунке 2 показана зависимость ΔE от $-\lg C_L$ при различных температурах и ионной силе 0,1 моль/л. Как видно из рисунка, эти зависимости нелинейны и состоят из двух прямолинейных участков. Тангенс угла наклона в этих зависимостях равен следующим величинам: при температурах 288,16 К – 0,57168 В/моль, 298,16 К – 0,59153 В/моль, 308,16 К – 0,61136 В/моль, 318,16 К – 0,63124 В/моль.

Из этих результатов следует, что в системе $\text{Ag}^+ - \text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}$ в комплексообразовании с серебром участвуют две молекулы альбендазола.

В таблице 1 в качестве примера приведены результаты потенциометрического титрования и рассчитанные данные $\lg[\text{Ag(I)}]$, $\lg[L]$, $\lg f$ и F_0 для системы $\text{Ag(I)} - \text{альбендазол} - \text{CH}_3\text{COOH}$ при температурах 288,16-318,16 К.

Таблицы 1. Данные по определению равновесных концентраций ионов серебра (I) и албендазола при 298,16K; $C_L=1,0 \cdot 10^{-2}$ моль/л; $C_{Ag(I)}=1 \cdot 10^{-4}$ моль/л; $J=0,1$ моль/л $NaNO_3$.

ΔE , мВ	C_L	C_{Ag}	$Lg\phi$	[L]
1,00	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$9,8 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$
13,00	$3,4 \cdot 10^{-4}$	$9,6 \cdot 10^{-5}$	$2,1 \cdot 10^{-1}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$
21,00	$4,9 \cdot 10^{-4}$	$9,5 \cdot 10^{-5}$	$3,5 \cdot 10^{-1}$	$3,8 \cdot 10^{-4}$
36,00	$8,7 \cdot 10^{-4}$	$9,1 \cdot 10^{-5}$	$6,0 \cdot 10^{-1}$	$7,3 \cdot 10^{-4}$
41,00	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$8,9 \cdot 10^{-5}$	$6,9 \cdot 10^{-1}$	$9,2 \cdot 10^{-4}$
46,00	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$8,7 \cdot 10^{-5}$	$7,7 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$
50,00	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$8,5 \cdot 10^{-5}$	$8,4 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$
53,00	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$8,3 \cdot 10^{-5}$	$8,9 \cdot 10^{-1}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
56,00	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$8,2 \cdot 10^{-5}$	$9,4 \cdot 10^{-1}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$
60,00	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$8,0 \cdot 10^{-5}$	1,014	$1,8 \cdot 10^{-3}$
61,00	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$7,8 \cdot 10^{-5}$	1,031	$2,0 \cdot 10^{-3}$
63,00	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$7,6 \cdot 10^{-5}$	1,064	$2,2 \cdot 10^{-3}$
66,00	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$7,4 \cdot 10^{-5}$	1,115	$2,3 \cdot 10^{-3}$
69,00	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$7,2 \cdot 10^{-5}$	1,166	$2,5 \cdot 10^{-3}$
77,00	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$6,9 \cdot 10^{-5}$	1,301	$2,9 \cdot 10^{-3}$
81,00	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$6,7 \cdot 10^{-5}$	1,369	$3,1 \cdot 10^{-3}$
93,00	$3,9 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-5}$	1,572	$3,8 \cdot 10^{-3}$
97,00	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$5,6 \cdot 10^{-5}$	1,639	$4,2 \cdot 10^{-3}$

Как видно из этих таблиц, с увеличением концентрации лиганда разница потенциальной энергии возрастает, что указывает на уменьшение окислительного потенциала в системе. Причиной уменьшения окислительного потенциала является образование в исследуемой системе частиц комплекса серебра(I) с альбендазолом. Для того чтобы рассчитать общие константы устойчивости образовавшихся комплексов, были задействованы наименьших квадратов (НМК). Используя метод Фридмана, мы получили график зависимости $lg\phi$ то lgC_L . Этот график оказался нелинейным и имел вид двух соединенных под углом прямых линий. Определив точки пересечения каждой из этих прямых с осью абсцисс путем экстраполяции, мы смогли вычислить значения констант общей устойчивости для частиц данного комплекса (см. рис.4.)

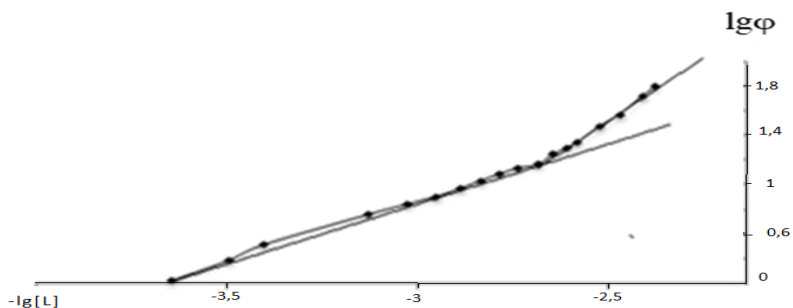


Рисунок 4. - Зависимость $\Delta\phi$ от $-\lg[L]$ для комплексов серебра(I) с альбендазолом при температуре 298,16 К и ионной силе 0,1 моль/л.

Для того чтобы узнать насколько прочно серебра (I) связывается с альбендазолом, мы использовали специальные компьютерные программы. Эти программы работают по принципу поиска наилучшего соответствия данных, минимизируя ошибки.

В диссертации Содатдиновой А.С. отмечается, что «константы устойчивости серебра(I) с органическими лигандами были рассчитаны методом нелинейных наименьших квадратов, который широко применяется для обработки данных комплексообразования и определены параметров равновесия»[5].

Согласно данным, приведённым в источнике для расчёта констант устойчивости комплексов серебра (I) с альбендазолом применялись компьютерные программы, использующие метод нелинейных наименьших квадратов. Кроме того, общая константа устойчивости рассчитаны тем же методом, а результаты, полученные двумя независимыми способами, показали хорошее совпадение»[5]. Общая константа устойчивости была определена методом нелинейных наименьших квадратов, а средние результаты, рассчитанные двумя способами, приведены в таблице 2.

Таблица 2. - Константы устойчивости комплексов серебра(I) с альбендазолом при температуре 288,16 -318,16 К и ионной силе 0,1 моль/л (NaNO_3).

Методы	$\frac{B}{T, K}$	288,16	298,16	308,16	318,16
Фридман	$\lg\beta_1$	$4,19 \pm 0,06$	$3,75 \pm 0,05$	$3,61 \pm 0,04$	$3,40 \pm 0,03$
	$\lg\beta_2$	$7,12 \pm 0,09$	$6,61 \pm 0,08$	$6,47 \pm 0,07$	$6,21 \pm 0,08$
НМНК	$\lg \beta_1$	$4,17 \pm 0,07$	$4,01 \pm 0,06$	$3,63 \pm 0,05$	$3,42 \pm 0,04$
	$\lg\beta_2$	$7,14 \pm 0,08$	$6,93 \pm 0,07$	$6,51 \pm 0,06$	$6,25 \pm 0,09$
Усреднённое значение	$\lg\beta_1$	$4,18 \pm 0,065$	$3,88 \pm 0,055$	$3,62 \pm 0,045$	$3,41 \pm 0,035$
	$\lg\beta_2$	$7,13 \pm 0,085$	$6,77 \pm 0,075$	$6,49 \pm 0,065$	$6,23 \pm 0,085$

Как видно из таблицы, для расчета константы устойчивости комплексов были использованы два современных метода. Результаты, полученные обоими методами, очень близки друг к другу, что указывает на правильность механизма реакции. Если мы снова посмотрим на таблицу, то увидим, что с повышением температуры значения $\lg\beta_1$ и $\lg\beta_2$ постепенно уменьшаются, то есть устойчивость комплексного соединения серебра с альбендазолом снижается с повышением температуры.

После проведения исследования и определения значений их констант устойчивости с использованием следующего уравнения

$$\Delta E_{\text{назария в}} = \frac{2,3RT}{nF \log(1 + \beta_1[\text{Alb}] + \lg\beta_2)} + + + \quad (1)$$

Мы сравнили экспериментальные результаты с теоретическими и подтвердили достоверность предложенной модели, а именно комплексообразования серебра (I) с альбендазолом.

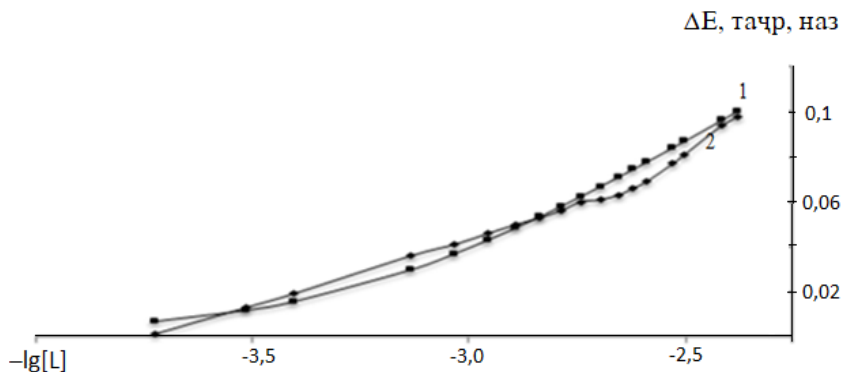
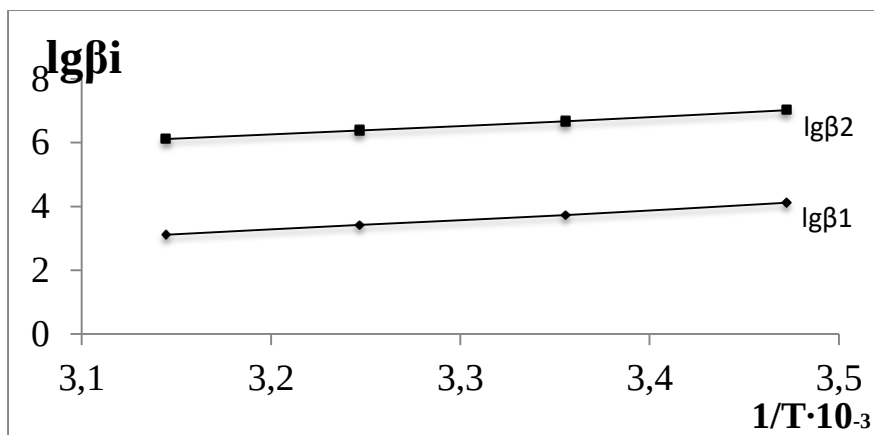


Рисунок 5.- Зависимость ΔE от $-\lg[L]$ для системы Ag-альбендазол-ДМСО при температуре 298,2 К. Кривые: 1) - ΔE теоретическое 2) - ΔE экспериментальное

Сравнение процесса комплексообразования серебра (I) с альбендазолом показало, что в системе Ag+-альбендазол-CH₃COOH образуются две формы комплексных соединений.

Общая константа устойчивости $\lg\beta_2$ для имидазольного комплекса составила 4,12 единиц.

С помощью метода температурного коэффициента из уравнения $\Delta H - T\Delta S = -RT \lg\beta_i$ графически были найдены значения ΔH и ΔS реакций комплексообразования серебра (I) с альбендазолом (рис. 6). Значение ΔG было определено из уравнения $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$.



Рисунки 6. -Зависимости $\lg \beta_i$ от $1/T$ до комплексов частиц состава:

1 - $[\text{Ag}(\text{L})\text{NO}_3]^+$; 2 - $[\text{Ag}(\text{L})_2(\text{NO}_3)_2]^+$ при 298,16 К

Как видно из рисунка 6, в температурном диапазоне 298,16 К зависимость $\lg \beta_i$ от $1/T$ для всех комплексов является линейной. Для определения термодинамических функций (ΔH , ΔG) использовалось уравнение Кларка-Глю.

В этом уравнении анализировалась зависимость $\lg \beta_i$ от $1/T$. Значение ΔH определялось по наклону прямой, означение ΔG — по точке пересечения прямой с осью ординат. Значение ΔS рассчитывалось по уравнению Гиббса. В таблице 3 представлены термодинамические функции реакции образования комплексов серебра(I) с альбендазолом, рассчитанные методом температурных коэффициентов (а) и с использованием уравнения Кларка-Глю (б).

Таблица 3. -Величины термодинамических функций процесса образования комплексов серебра(I) с альбендазолом по методу Кларка-Глю.

Реакции и образования комплексов	$\Delta H, \text{кДж/мол}$	$\Delta G, \text{кДж/мол}$	$\Delta S, \text{кДж/мол}$
$\text{Ag} + \text{L} \rightarrow [\text{AgL}]^+$	$-58,62 \pm 2,3$	$-21,40 \pm 4,8$	$-61,13 \pm 7,8$
$\text{Ag} + 2\text{L} \rightarrow [\text{Ag}(\text{L})_2]^+$	$-53,0 \pm 0,8$	$-43,16 \pm 1,6$	$-49,89 \pm 0,7$

Данные в таблице показывают, что термодинамические функции, рассчитанные двумя методами, очень близки друг к другу. Как известно, на всех стадиях комплексообразования серебра(I) с альбендазолом значение ΔG отрицательно, что указывает на спонтанный характер процесса. С точки зрения энергии, образование биядерных комплексов серебра с альбендазолом более стабильно, чем моноядерных. То есть, при образовании моноядерного комплекса серебра(I) с альбендазолом выделяется 21,0 кДж/моль энергии, а для биядерных комплексов — 43,16 кДж/моль

энергии.

Если известны константы устойчивости комплексного соединения, можно легко рассчитать его молярную долю.

С этой целью, для определения области образования комплексных соединений в системе AgNO_3 -альбендазол- CH_3COOH при температуре 298,16 К, была построена диаграмма распределения комплексных частиц, образовавшихся в системе (рис. 7).

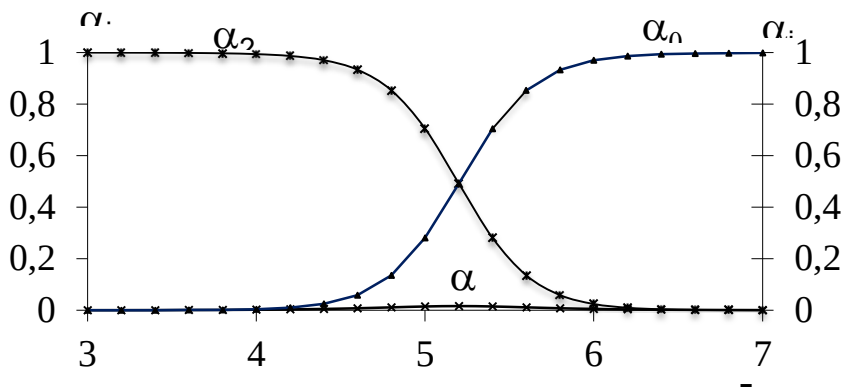


Рисунок 7.- Кривые диссоциации комплексов альбендазола с Ag(I) при 298,16 К, где $\alpha_0 - \text{Ag}^+$; $\alpha_1 - [\text{AgL}]^+$; $\alpha_2 - [\text{AgL}_2]^+$

Диаграммы распределения продемонстрировали, что при реакции ионов серебра(I) с альбендазолом в растворе образуется около 99% мономерных комплексов. Это говорит о высокой термодинамической устойчивости таких комплексов.

Комплексообразование серебра(I) с альбендазолом в органическом растворителе – ДМСО – также изучалось при тех же температурах от 288,16 до 318,16 К и ионной силе 0,05, 0,1, 0,5, 1,0 моль/л, и были получены значимые результаты.

На этой основе были синтезированы комплексы ионов серебра(I) с альбендазолом в твердом виде как в 6 моль/л уксусе, так и в ДМСО. Из раствора были выделены комплексные соединения в соотношении 1:1 и 1:2 в виде серовато-белого и коричневого порошка.

В целом, результаты показали, что альбендазол образует стабильные комплексы с ионами серебра(I) в 6 моль/л уксусной кислоте, хотя их устойчивость ниже, чем у лигандных комплексов, образующихся в ДМСО.

Элементный анализ комплексов серебра(I) с альбендазолом

На основании вышеизложенных исследований мы изучили методику синтеза 8 комплексов серебра с альбендазолом. В таблице 4 представлен количественный анализ наличия элементов в

синтезированных комплексных соединениях

Таблица 4. – Элементный анализ комплексов серебра (I) с альбендазолом

Соединение	теоретическое, % / практическое, %					
	Ag	C	H	N	S	O
[AgLCH ₃ COO]-(1:1)	24,96	38,90	4,20	9,72	7,42	14,81
	24,89	38,2	4,1	9,56	7,4	14,2
[AgL ₂ CH ₃ COO]-(1:2)	15,40	41,15	4,32	14,0	9,15	15,99
	15,0	41,0	4,7	13,9	9,1	16,2
[AgLДМСО]NO ₃ -(1:1)	24,79	33,12	3,47	12,8	7,37	18,38
	24,0	32,8	3,8	12,5	7,3	18,5
[AgL ₂ ДМСОNO ₃]- (1:2)	15,4	41,15	4,32	14,0	9,15	14,05
	15,3	40,5	4,4	13,7	9,11	13,96
[AgLДМСО]NO ₃ ·99%	20,09	4,5	4,30	9,72	7,4	14,81
	21,00	4,53	4,5	9,90	7,42	14,00
[AgL ₂ ДМСОNO ₃]-99%	15,0	40,9	4,9	15,0	9,2	13,99
	14,98	41,0	4,87	14,8	9,21	14,0
[AgL(C ₂ H ₅ OH)]NO ₃	24,78	33,5	3,3	12,5	7,1	18,38
	24,5	33,0	3,4	13,0	7,3	18,3
[AgL ₂ (C ₂ H ₅ OH)]NO ₃	17,5	33,82	2,5	11,5	5,30	20,8
	17,8	33,7	3,0	12,0	5,7	21,0

ИК-спектроскопическое исследование комплексов серебра(I) с альбендазолом

Инфракрасная спектроскопия (ИС) применялась для установления структурных характеристик и идентификации функциональных групп в новых соединениях, полученных путем координации иона серебра(I) с альбендазолом.

Ефимовой А.И и соавторами сказано что «колебательная спектроскопия может быть весьма информативной, поскольку взаимосвязь между электронной и молекулярной структурой приводит к изменениям инфрокрасных полос, которые часто позволяют интерпретировать строение координационных комплексов»[6].

Путем интерпретации и анализа инфракрасного (ИС) спектра комплексного соединения [AgL₂NO₃] было установлено, что в его спектральной картине должны проявляться специфические линии поглощения. Эти линии связаны с наличием в структуре вещества монозармещенного бензольного кольца, метиленовой группы и гетероциклической системы. Рисунок 8 демонстрирует ИК-спектр, полученный для соединений серебра с альбендазолом в условиях 6 моль/ л раствора уксусной кислоты. На этом спектре отчетливо видны характерные полосы поглощения, которые подтверждают наличие указанных функциональных групп и их возможные модификации.

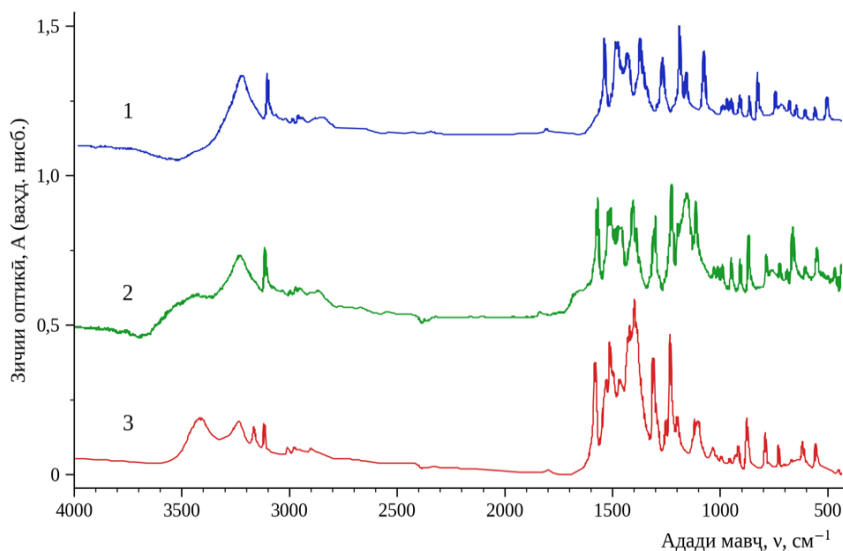


Рисунок 8.-ИК спектры молекулы: 1) альбендазола; 2) $[AgLCH_3COO]$, 3) $[AgLDMCO]NO_3$

Как видно из рисунка 8, образование комплекса вызывает значительные изменения в ИК-спектрах лиганда во всем диапазоне частот от 4000 до 400 cm^{-1} .

Анализы ИК спектров показывают, что, анализируя, пик в области свободного альбендазола от 1620 cm^{-1} до 1650 cm^{-1} смещается, а как видно из спектра комплекса, в этой области происходит общее смещение. То есть, электронная плотность N-H в области 3300–3400 уменьшается, что указывает на участие азота бензимидазольного кольца в координации.

Также известно, что в области от 700 до 750 cm^{-1} происходит деформационный сдвиг C-S, что также указывает на участие серы тиольной группы молекулы альбендазола в координации.

Следовательно, установлено, что координация между ионом металла и альбендазол-серебряным лигандом происходит посредством взаимодействия как с атомом азота пиридинового цикла, так и с атомом серы тиольной группы.

Масс-спектрометрический анализ альбендазола и синтезированных соединений серебра(1) с альбендазолом

Для определения молекулярного состава и подтверждения структуры соединений был проведен масс-спектрометрический анализ

с использованием метода электрораспылительной ионизации (HR-ESI-MS) в положительном режиме. Анализ проводился на приборе Agilent 129-6545 UHPLC-QTOF LC/MS, расположенном в Китае, в сотрудничестве с коллегами.

В полученном спектре основной пик соответствует иону $(M+H)^+$, что соответствует молекулярной формуле альбендазола $C_{12}H_{16}N_3O_2S$. Экспериментальное значение m/z составляет 266,0958, что очень близко к расчетному теоретическому значению m/z - 266,0958.

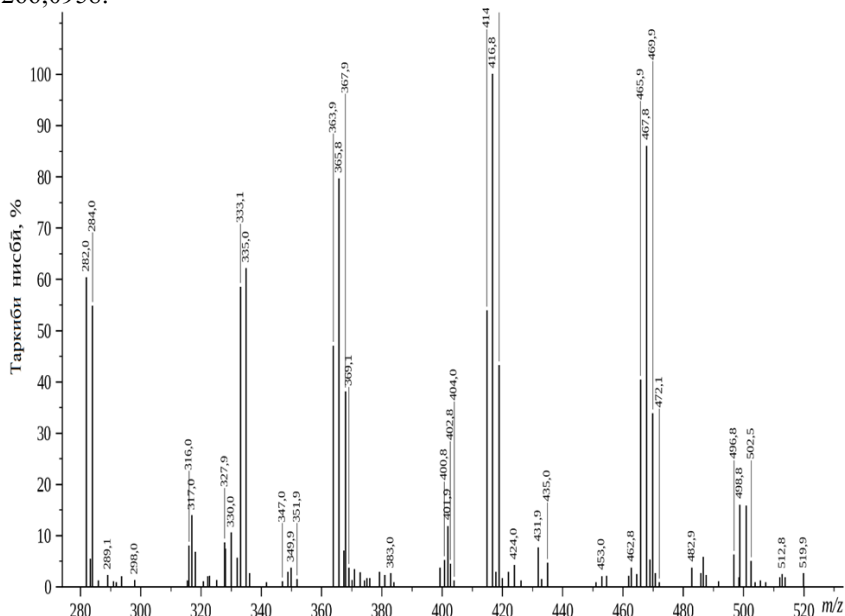


Рисунок 9.- Комплексное соединение серебра (I) - альбендазол-ДМСО.

По сравнению со спектром ^1H NMR чистого альбендазола, в спектре комплекса серебра с альбендазолом наблюдается значительное изменение химического сдвига и формы сигналов. Прежде всего, изменились сигналы, связанные с группами -NH в низкополевой области β -11-12 мсд. Это изменение свидетельствует об участии атомов азота в координации с ионом серебра.

Небольшой сдвиг этих сигналов вниз по левую сторону указывает на уменьшение электронной плотности протонов -NH, которое происходит в результате действия акцептора электронов Ag^+ . Результаты HRMS согласуются с данными ЯМР-спектроскопии и

другими методами, предоставляя полную картину структуры исследуемого комплекса.

Рентгеноструктурный анализ кристаллов комплексного соединения серебра (I) с альбендазолом

Рентгеноструктурный анализ кристаллов синтезированного комплексного соединения состава $C_{12}H_{19}N_3AgO_4$, образованного на основе нитрата серебра и химически чистого альбендазола, проводился на автоматическом монокристаллическом дифрактометре модели «Malvern Panalytical Empyrean» Республики Узбекистан с использованием источника излучения $SiK\alpha$ ($\gamma=1,54 \text{ \AA}$).

Как показано на рисунке, координация происходит через атом азота бензимидазольного кольца, а также, возможно, через атом серы тиольной группы функциональных группы-если лиганд в растворе гидролизуеться или претекрпивает таутомерные превращения. Кроме тог, наблюдается водородные связи между NH-группами альбендазола и кислородсодержащими лигандами (например, ацетат –ионами или молекулами растворителя), которые играют важную роль в устойчивости кристаллической упаковки. Рентгеноструктурный анализ подтвердил образование устойчивого комплекса серебра(I) с альбендазолом в среде бмол/л укусной кислоте. Структура полеченного комплекса показывает, что альбендазол действует как бидентатного лиганда, способного стабилизировать ион Ag^+ за счет донорно-акцепторных взаимодействий. Структурные параметры комплекса серебро с альбендазолом согласуются со спектроскопическими данными и допускают включение растворителя в координационную сферу или кристаллическую упаковку.

Было установлено, что параметры структуры согласуются с результатами спектроскопии SI и указывают на возможность участия растворителя в координационной сфере или кристаллической решетке.

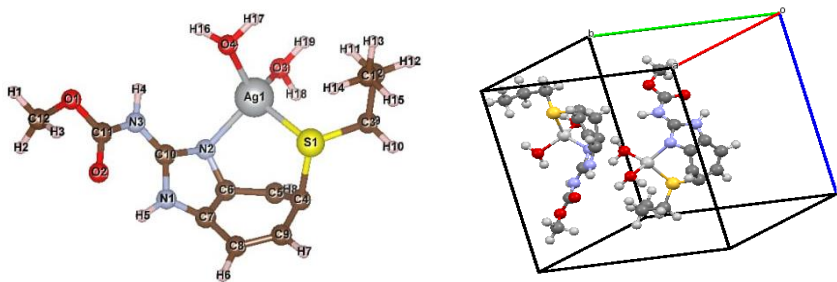


Рисунок 10.- Молекулярная структура комплекса серебра(I) и альбендазола.

Атом серебра в окружении двух донорных атомов, состоящих из молекул альбендазола и аниона, образует координационную геометрию, напоминающую бидентатную координационную структуру. В координации участвуют атомы азота бензимидазольного кольца и атомы серы тиольных групп, что подтверждается длинами связей Ag-N и Ag-S в диапазоне 2,10-2,30 Å.

Структура также содержит межмолекулярные водородные связи, играющие ключевую роль в устойчивости кристаллической упаковки, а также существует вероятность слабых π-π взаимодействий между ароматическими частями молекул.

Исследование термической характеристики синтезированных соединений серебра(I) с альбендазолом с использованием метода дериватографии

Проведенные исследования показали, что термическое разложение комплексов серебра(I) с альбендазолом является сложным процессом и проходит несколько стадий с поглощением и выделением тепла.

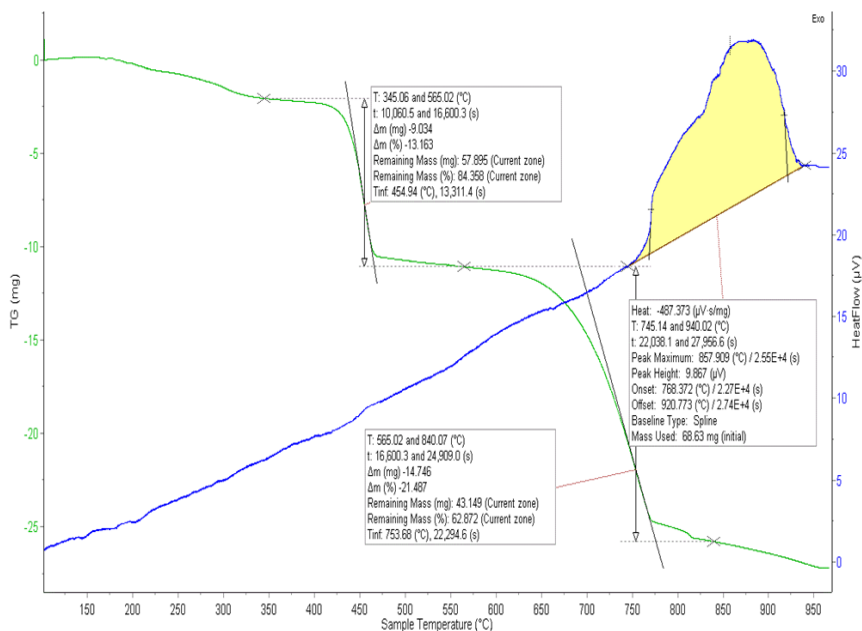


Рисунок 11. - Термическая устойчивость комплекса серебра с альбендазолом в 6 моль/л растворе уксуса

Рисунок 11 демонстрирует дериватограмму комплекса

[AgLCH₃COO]NO₃. Запис термограммы для системы серебро(I)-альбендазол-уксусная кислота проводилось в диапазоне температуре 250-950°C при скорости нагрева 2К/мин. Масса полученного комплекса в начале эксперимента составляла 68,63 мг.

На рисунке представлены две кривые: зелёная (ТГ-линия) отражает изменение массы полученного комплекса, синяя (ДТА)-тепловые эффекты. В ходе термогравиметрического анализа зафиксированного три этапа потери массы.

Первый этап наблюдается в интервале 170 - 350 °С и связан с удалением координационной воды или частично уксусной кислоты. В диапазоне 3450 °С-5650 °С потеря массы составляет около 9,03мг, что составляет 13,16%. При этом на участке 170 - 350 °С масса образца остаётся практически неизменной. Потеря в интервале 345-5650°С обусловлено выделением массы составляет около 9,03мг, что соответствует 13,16%. Эта потеря массы связана с выделением нестабильных соединений, включая уксусную кислоту или координационную воду.

Второй этап фиксируется в диапазоне 565-840°С. Потеря массы достигает 14-87мг или (21,4%). Данная стадия указывает на глубокое разложение органической части комплекса и полное разложение уксусной кислоты.

В третьем этапе на кривой ДТА в диапазоне 750–840°С наблюдается полное разложение комплекса, т.е. альбендазола. На этой стадии наблюдается выделение газов NO₂ и СО₂. После завершения процесса приблизительно 62-63% массы комплекса серебра(I) с альбендазолом остается в среде 6 моль/л уксусной кислоты. Это, вероятно, связано с образованием металлического серебра или оксида серебра.

В заключение, анализ термического разложения показал, что комплекс альбендазола в среде 6 моль/л уксусной кислоты обладает относительно высокой термической устойчивостью, а его разложение ускоряется в два основных этапа.

Исследование биологической активности координационных соединений

При образовании комплексного соединения на основе альбендазола с серебром количество ионов серебра в растворе уменьшается, что является одним из факторов, снижающих биологическую токсичность соединения.

Результаты термодинамических величин и констант устойчивости показывают, что ионы серебра(I) образуют устойчивые комплексы с альбендазолом. Синтезированное комплексное соединение [Ag(L)₂]⁺ обладает высокой константой устойчивости.

В частности, в патенте Республики Таджикистан Раджабов У.

с соавторами указано, что «сульфат медь-альбендазол обладает противопаразитарными свойствами»[7].

Для определения острой токсичности вновь синтезированного соединения серебра(I) с альбендазолом были проведены токсикологические исследования на белых лабораторных мышах в течение 14 дней. В таблице 5 показаны токсические эффекты комплексных соединений серебра(I) с альбендазолом.

Таблица 5.-Токсичность комплексных соединений серебра(I) с альбендазолом

Модда	Масса вещества г/кг	Масса в-в мг/кг	Масса Крыс(г)	Количества крыс	токсичность	LD (летальная доза)
[Ag(LCH ₃ COO) ₂]	0.03	30	20	6	0/6	0
[Ag(LCH ₃ COO) ₂]	0.3	300	20	6	0/6	0
[Ag(L) ₂ CH ₃ COO]	1	1000	20	6	0/6	0
[Ag(L) ₂ CH ₃ COO]	3	3000	20	6	1/6	16
[Ag(L) ₂ CH ₃ COO]	6	5000	20	6	2/6	33
[Ag(L) ₂ CH ₃ COO]	8	6000	20	6	3/6	50
[Ag(L) ₂]CH ₃ COO	10	8000	20	6	6/6	100

Антимикробная и противогрибковая активность комплексов серебра(I) с альбендазолом

Исследование антимикробной и противогрибковой активности препаратов проводилось с использованием метода диффузии в агаре (МПА). В качестве тест-культур использовались однодневные суспензии микроорганизмов в изотоническом растворе хлорида натрия (2-10 м.с./мл). Для проведения эксперимента в стерильные чашки Петри объемом 100 мм наливали 15 мл разбавленный питательной среды. Чашки предварительно высушивались в термостате (36-37 °C) в течение 45-60 минут с открытыми крышками. Затем на поверхность агара вносили 1 мл суспензии тест-культур и равномерно распределяли ее по всей площади путем встряхивания. Избыток жидкости удалялся пипеткой после наклона чашки. Инкубация чашки проводилась в перевернутом положении при 36-37°C на протяжении 24 часов для предотвращения конденсации и вымывания микробного слоя. Размер зон ингибирования роста микроорганизмов вокруг дисков измерялся штангенциркулем.

В таблице 6 представлены результаты исследования антимикробной активности вновь синтезированного соединения серебра с альбендазолом и известным веществом анпенициллином против *Escherichia coli*, *Salmonella* и *Pasteurella*.

Таблица 6.- Зона увеличения антимикробной активности комплексов серебра с альбендазолом и ампициллином против трех бактерий.

Моддаҳо	Микдор дар лунка, мг	Андозаи минтақаҳо, мм		
		E.Coli	Salmonella	Pasterella
Комплекси нукрабоалбендазол	100	≤ 16-17	≤ 14-15	≤ 14-15
Ампициллин	100	≤ 11-12	≤ 10-11	≤ 6-8

Как видно из результатов таблицы, синтезированный альбендазол обладает хорошим антимикробным действием против всех трех исследованных штаммов. Наибольший диаметр наблюдался против штамма *Ershiha kol*. Ампициллин оказывает меньшее воздействие на штаммы, особенно против штамма *Ershiha kol*. Таким образом, полученные результаты показывают, что синтезированное химическое вещество серебра с альбендазолом обладает более высокими антимикробными свойствами, чем ампициллин, и может быть использовано в будущем в качестве фармакологического средства для лечения бактериальных заболеваний.

Выводы

1. Кислотно-основные свойства альбендазола и его формы существования в 6 моль/л уксусе и ДМСО были изучены в широком диапазоне рН методом титрования. Было показано, что значения констант ионизации, в зависимости от природы заместителя в молекуле альбендазола, изменяются следующим образом: $pK_a(\text{Alb-CH}_3\text{COOH}) = 12,89$; $pK_a(\text{Alb-DMSO}) = 12,01$. [2-A; 4-A; 9-A; 11-A; 13-A; 14-A]

2. Потенциометрическим методом было показано, что серебро(I) образует два типа комплексных соединений с альбендазолом поэтапно. Были определены константы стабильности комплексных соединений серебра(I) с альбендазолом в 6 моль/л уксусе и ДМСО. [3-A; 4-A; 9-A; 13-A; 14-A].

3. С помощью термодинамического метода, включая использование температурных коэффициентов, были определены значения $\lg\beta$, ΔH^0 , ΔS^0 и ΔG^0 для реакции комплексообразования серебра(I) с альбендазолом. [1-A; 11-A; 14-A].

4. Были разработаны оптимальные условия синтеза 8 новых типов комплексов серебра(I) с альбендазолом. Состав и

структура полученных соединений были определены на основе данных физико-химического анализа, инфракрасной спектроскопии, рентгеноструктурного анализа, масс-спектрологии, ЯМР-спектроскопии и термогравиметрического анализа. [5-А; 10-А].

5. По результатам физико-химических исследований инфракрасного спектра и рентгеновской структуры установлено, что молекулы альбендазола координируются через атом азота пиридинового кольца и атом серы тиольной группы. [8-А; 14-А].

6. Изучены биологические свойства комплексов серебра(I) с альбендазолом, включая их острую, хроническую, аллергенную и антимикробную активность. Установлено, что вновь синтезированные соединения обладают не только неаллергенными и нераздражающими свойствами, но и низкой токсичностью и антимикробными свойствами. [6-А; 7-А; 8-А; 10-А; 12-А].

Рекомендации по практическому применению результатов исследования:

Результаты диссертационных исследований направлены на фундаментальные исследования и физическую химию, включая координационную химию и процессы комплексообразования биометаллов с биолигандами.

Полученные научно-исследовательские данные о комплексообразующих соединениях серебра(I) с альбендазолом, стехиометрическом составе образующихся комплексов, последовательных стадиях их формирования и стабильности комплексов могут быть использованы для расширения научно-исследовательских работ по механизму взаимодействия ионов переходных металлов с биолигандами.

Определение кислотно-основных и донорно-акцепторных свойств альбендазола, а также влияния растворителя на состояние ионизации и способность лиганда к комплексообразованию позволит более точно определить роль структуры альбендазола в образовании координационных соединений серебра(I). Сравнение полученных научных результатов по составу, стабильности и физико-химическим свойствам комплексов серебра(I) с альбендазолом в растворе и

твердом состоянии помогает определить состав комплекса, его координационное окружение и кристаллическую структуру. Данный процесс имеет практическое значение для выбора оптимальных условий синтеза новых координационных соединений серебра(I).

В рамках исследования также были изучены биологические свойства комплексных соединений серебра(I) с альбендазолом. Полученные результаты по биологической активности синтезированных соединений и их сравнение с исходными материалами имеют большое значение. Если биологическая эффективность синтезированных соединений подтвердится, эти результаты могут послужить основой для отбора соединений с биологической активностью и проведения дальнейших фармакологических и токсикологических исследований.

Разработанные методы синтеза комплексов рекомендуются ученым в области синтеза координационных соединений, студентам, магистрам и докторантам кафедр прикладной, физической и коллоидной химии Таджикского национального университета, а также кафедры фармацевтической химии и токсикологии Таджикского государственного медицинского университета имени А. Сино для определения биологической активности соединений.

**Список статей, опубликованных в научных журналах по
рекомендации Высшей аттестационной комиссии при Президенте
Республики Таджикистан:**

[1-А]. Бойназарова К.У. Физико-химических свойств координационного соединения серебра(I) с альбендазолом/ С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова, У. Раджабов// Доклады Академии илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон. 2023. Т. 66. -№ 8-7. -С. 445-452.

[2-А]. Бойназарова К.У. Исследование комплексообразования в системе Ag(I)-альбендазол-уксусная кислота/ С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова, У. Раджабов// Доклады Академии илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон. 2025. Т. 68. -№ 9-10. -С. 879-888.

[3-А]. Бойназарзода К.У. Комплексообразование серебра(I) с альбендазолом /К.У. Бойназарзода// Вестник Бохтарского государственного университета имени Носири Хусрава (научный журнал)серия естественных наук.-Бохтар.-2026.-№2/2.-С.122

[4-А]. Бойназарзода К.У.

Комплексообразование серебра(I) с альбендазолом в органическом

растворителе-ДМСО/К.У. Бойназарова С.Г. Ёрмамадова, У. Раджабов// Вестник Дангарского государственного университета, раздел естественных наук. -Дангара. -2026.-№1(35).-С.149-155.

Мақалоҳо ва фишурдаҳо дар маводи конференсияҳо:

[5-А]. Бойназарова К.У. Синтез и исследование серебра(I) с альбендазолом / С.Г. Ёрмамадова, К.У. Бойназарова, У. Раджабов // Международная научно-практическая конференция «Литературное просвещение в науке», Алматы. - 2022. - С. 116-119

[6-А]. Бойназарова К.У. Синтез и биологические свойства комплексного соединения $Ag(I)$ с альбендазолом / С.Г. Ёрмамадова, К.У. Бойназарова, У. Раджабов // Республиканская научно-теоретическая конференция преподавателей и сотрудников Института промышленной технологии Республики Узбекистан, посвященная «Годам промышленного развития (2022-2026)» и «Величье Мавлоно Джалалиддина Балхи». Душанбе. - 2022. - С. 301-302.

[7-А]. Бойназарова К.У. Биологические свойства нитрата серебра с альбендазолом/С.Г. Ёрмамадова, К.У. Бойназарова, У. Раджабов // Международная научно-практическая конференция «Международная научно-практическая конференция по случаю 70-летия «Современной медицины: традиции и инновации». – Душанбе. – 2022. – Т.-2. – С. 566-567

[8-А]. Бойназарова К.У. Физико-химические и биологические свойства сульфата меди с альбендазолом // С.Г. Ёрмамадова, К.У. Бойназарова, У. Раджабов // Материалы XVIII Научно-практической конференции молодых ученых и студентов Государственного университета имени Абу Али ибн Сино «Наука и инновации в медицине-2023». – Душанбе. – 2023. – Т.-2. – С. 250.

[9-А]. Бойназарова К.У. Изучение процессов комплексообразования серебра(I) с альбендазолом в уксусно-водных растворах // С.Г. Ёрмамадова, К.У. Бойназарова, У. Раджабов // Всероссийская школьная конференция молодых ученых «ДНИ НАУКИ В ИГТУ». Иваново.-2023.-С.188.

[10-А]. Бойназарова К.У. Физико-химические и биологические свойства серебра(I) с альбендазолом // С.Г. Ёрмамадова, К.У. Бойназарова, У. Раджабов // Международная научно-практическая конференция на тему «Развитие новых направлений в химии и химической технологии», посвященная памяти академика НИАТ, доктора химических наук, профессора Сафьева Хайдара.-2023.-С.149-150.

[11-А]. Бойназарова К.У. Изучение образования комплексов $Ag(I)$ с метил (5-(пропилтио)-1Н бензимидазол-2-ил)карбамидом кислота// С.Г. Ёрмамадова, К.У. Бойназарова, У. Раджабов// Международная научно-теоретическая конференция на тему «Развитие химических

наук, техники и экологии», посвященная 20-летию создания кафедры «Технология и химическая экология» и «Двадцать лет преподавания и развития естественных, точных и математических наук в области науки и образования». — Душанбе. — 2023. — С. 86.

[12-А].Бойназарова К.У. Свойства комплексных соединений серебра с альбендазолом// С.Г. Ёрмамадова, К.У. Бойназарова, У. Раджабов// Приоритетные направления исследований в области медицины: медицинская химия, биохимия и биофизика. Сборник тезисов Международной научно-практической конференции». — Бухара. — 2024. — С. 343-344.

[13-А].Бойназарова К.У. Изучение комплексообразования серебра (I) с альбендазолом при температуре 298 К // С.Г. Ёрмамадова, К.У. Бойназарова, У. Раджабов // Всеуниверситетская научно-теоретическая конференция студентов, магистрантов и докторантов Государственного технического университета, посвященная развитию цифровой экономики и инноваций (2025-2030), «700-летие таджикско-персидского поэта-газеля Хафиза Ширози» и «115-летие народного поэта Таджикистана Боки Рахимзоды». — Душанбе. — 2025. — С. 449-454.

[14-А].Бойназарова К.У. Комплексообразование серебра(I) с альбендазолом в среде ДМСО // Международная научно-практическая конференция по теме «Актуальные проблемы, их решения и перспективы развития современной химии» в Институте предпринимательства и педагогики им. Денова, Республика Узбекистан. — 2025. — С. 179.

Патент

[15-А]. Бойназарова К.Ю. Медный купорос альбендазол обладает противопаразитарными свойствами/ Раджабов У.Р., Ёрмамадова С.Г., Ибодзода С.Т., Султонов Р.А., Бойназарова К.У.// Патент РТ № ТЈ.1432. 2023.

РЎЙХАТИ АДАБИЁТ

1. Суфиев Т.Д. Биологические свойства координационных соединений серебра и триптофана: автореф.дис...кан. биол.наук: 03.04.00/Т.Д.Суфиев. -Душанбе.2009. 24с.
2. Содатдинова А.С., Сафармамадзода С.М., Усачева Т.Р., Мабаткадамзода К.С. Комплексообразование серебра(I) с 1-метил-2-меркаптоимидазолом в водно-диметилсульфоксидном растворителе. «Журнал физической химии» -2024. -Том 98. -№ 4. -С 24-30.
3. Падейская, Е.Н. Фармакокинетика, левофлоксацина как основа режима дозирования и оптимизации схем лечения. «Качественная клиническая практика». - 2005. -№ 2(3).С. 55-68.

4. Леглер, Е.В. Исследование комплексообразования серебра(I) с трифункциональными аминокислотами: дис. канд. хим. наук. – Красноярск. -2001.-С.173.
5. Содатдинова, А.С. «Комплексообразование серебра(I) с N,N-этилентимочевиной, 1-формил- и 1-ацетил-3-тиосемикарбазидом» Диссертация на соискание учёной степени кандидата химических наук. Институт химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан. - 2016.
6. Ефимова, А.И., Зайцев, В.Б., Казанцев, Д.В., Болдырев, Н.Ю. Современная инфракрасная спектроскопия: основы, методы, приборная база.-Санкт-Петербург:-Лань.-2023.-С.-356.
7. Раджабов У.Р., Ёрмамадова С.Г., Ибодзода С.Т., Султонов Р.А., Бойназарова К.У. Патент РТ №ТJ.1432. Сульфати мис албендазол дорои хосияти зиддигиҷзавӣ (Медь сульфат альбендазол, обладающий антигельминтной активностью. Заявка №2301822 от 12 04 2023г. В гос. Реестре зарегистрирован 24 октября 2023г.

АННОТАЦИЯ

ба диссертатсияи Бойназарзода Кибриё Усмон дар мавзуй
«Комплексҳосилкунии нукра(I) бо албендазол» барои дарёфти
дараҷаиномазидилмҳои химия аз рӯи ихтисоси 1.4.5. Химияи физикӣ

Калидвожаҳо: нукра(I), албендазол, синтез, константаи устуворӣ, бузургҳои термодинамикӣ, титронидани потенциометрӣ, зарраҳои комплексӣ.

Объекти таҳқиқот: таҳқиқи комплексҳосилкунии нукра(I) бо албендазол дар муҳити уксусӣ ва ДМСО.

Мақсади таҳқиқот: таҳқиқ васинтези комплексҳосилкунии нукра бо албендазол, омӯхтани хосиятҳои физикӣ-химиявии онҳо, муайян кардани бузургҳои константаи устувории пайвастагиҳои координатсионӣ, функсияҳои термодинамикӣ, таъсири омилҳо ба устувории комплексҳои ҳосилшуда дар муҳити обӣ- кислотагӣ (сирко) ва омӯхтани хосиятҳои зиддимикробӣ, зидди паразитӣ, зидди занбӯруғии онҳо мебошад.

Усулҳои таҳқиқот: Электроди нукрагӣ, кислотаи сирко, элементҳои галваникии $\text{Ag}(0)\text{-Ag(I)-CH}_3\text{COOH-/AgCl/Ag, Ag}(0)\text{-Ag(I)-ДМСО-H}_2\text{O}$ ва албендазол истифода шудаанд.

Навгониҳои илмӣ таҳқиқот. бори аввал раванди комплексҳосилкунии нукра(I) бо албендазол бо истифода аз усули потенциометрӣ ва усули ғайрихаттии камтарини квадрати омӯхта шудаанд;

- бори аввал раванди комплексҳосилкунии нукра(I) бо албендазол бо истифода аз усули потенциометрӣ таҳлил карда шудааст;

- таркиб, ҳудуди мавҷудият, инчунин баромади максималии комплексҳои нукра(I) бо албендазол муқаррар карда шуд;

- методикаи синтези мақсаднокӣ пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол гузаронида шуд;

- таркиб ва сохти пайвастагиҳои комплекси нукра(I) ва албендазол бо истифода аз усулҳои спектри инфрасурх(СИ), масс-спектроскопӣ, рентгеноструктурӣ, РМЯ, дериватография таҳқиқ карда шуд;

- бори нахуст хосияти биологӣ (безарар будан, захролудшавии шадид ба музмин, хосиятҳои аллергенӣ) ва зиддимикробии пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо лиганд омӯхта шудаанд;

Дараҷаи истифодабарӣ: Синтез намудани намаки нитрати нукра бо албендазол, омӯзиши раванди комплексҳосилкунии нукра бо албендазол бо усули потенциометрӣ, истифодаи таҳлилҳои физикӣ-химиявии таҳлил, омӯзиши хосиятҳои биологӣ пайвастагиҳои мураккаби нукра бо албендазол ва татбиқи он дар тибби бойторӣ истифода хоҳандшуд.

Татбиқи амалии натиҷаҳои таҳқиқот: Натиҷаҳои бадастомадан комплексҳои нукра(I) бо албендазол барои шарҳ додан ва пешгуи равандҳои комплексҳосилшавии нукра(I) истифода мешаванд.

Қиматҳои бадастомади константаҳои устувории нукра(I) бо албендазол маводи истинодӣ буда, ҳолигиҳои мавҷудани адабиётро пур мекунанд, барои олимоне, ки дар соҳаи комплексҳосилкунии ионҳои металл бо лигандҳои сулфурдор ва нитрогендор кор мекунанд ва инчунин барои синтези пайвастагиҳои нав дар соҳаи химияи координатсионӣ истифода мешаванд;

Натиҷаҳои кори диссертатсионӣ метавонад барои донишҷӯён ва магистрони кафедраи физикӣ-химиявӣ, фармачефтию токсикологӣ, барои гузаронидани лексияҳо дар курсҳои махсус дар давоми корҳои имлӣ-тадқиқотӣ аз ҷониби аспирантҳо ва доктарагон, корҳои курсӣ ва дипломӣ-аз ҷониби донишҷӯёни донишгоҳҳои профили химия ва тиб истифода шавад.

АННОТАЦИЯ

диссертации Бойназарзода Кибриё Усмон на тему
«Комплексообразование серебра(I) с альбендазолом» для получения степени
кандидата химических наук по специальности 1.4.5. Физическая химия.

Ключевые слова: серебро(I), альбендазол, синтез, константа
устойчивости, термодинамические величины, потенциометрическое
титрование, комплексные частицы.

Объект исследования: исследование комплексообразования серебра(I)
с альбендазолом в среде уксусной кислоты и ДМСО.

Цель исследования: Исследовать и синтезировать комплексы серебра с
альбендазолом, изучить их физико-химические свойства, определить
величины константы устойчивости координационных соединений,
термодинамические функции, влияние факторов на устойчивость
образующихся комплексов в водно-кислотной (уксусной) среде, а также
изучить их противомикробные, противопаразитарные и противогрибковые
свойства.

Методы исследования: Использовались серебряный электрод, уксусная
кислота, гальванические элементы $\text{Ag}(0)\text{-Ag(I)-CH}_3\text{COOH-/AgCl/Ag}$, $\text{Ag}(0)\text{-}$
 $\text{Ag(I)-ДМСО-H}_2\text{O}$, ДМСО и альбендазол.

Научная новизна исследования:

- впервые проанализирован процесс комплексообразования серебра(I) с
альбендазолом с использованием потенциометрического метода;

- установлены состав, области существования, а также максимальный
выход комплексов серебра(I) с альбендазолом;

- разработана методика направленного синтеза комплексных соединений
серебра(I) с альбендазолом;

- состав и структура комплексных соединений серебра(I) и альбендазола
исследованы с применением методов ИК-спектроскопии, масс-
спектроскопии, рентгеноструктурного анализа, ЯМР и дериватографии;

- первые изучены биологические свойства (безвредность, острая и
хроническая токсичность, аллергенные свойства) и антимикробная активность
комплексных соединений серебра(I) с данным лигандом

Степень использования: Будут использованы синтез нитрата серебра с
альбендазолом, изучение процесса комплексообразования серебра с
альбендазолом потенциометрическим методом, применение физико-
химических анализов, изучение биологических свойств комплексов серебра с
альбендазолом и их применение в ветеринарной медицине.

Полученные данные о комплексах серебра(I) с альбендазолом
используются для объяснения и прогнозирования процессов
комплексообразования серебра(I).

Определенные значения констант устойчивости комплексов серебра(I) с
альбендазолом являются справочным материалом, заполняющим пробелы в
существующей литературе. Они будут полезны ученым, работающим в
области комплексообразования ионов металлов с серо- и азотсодержащими
лигандами, а также для синтеза новых соединений в координационной химии.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы
студентами и магистрами кафедр физико-химического, фармацевтического и
токсикологического профиля. Они также пригодятся для проведения лекций в
рамках специальных курсов, в научно-исследовательской работе аспирантов и
соискателей, а также при выполнении курсовых и дипломных работ
студентами химических и медицинских вузов.

ABSTRACT

For the dissertation by Boynazarzoda Kibriyo Usmon on the topic «Complex Formation of Silver(I) with Albendazole» for the degree of Candidate of Chemical Sciences in specialty 1.4.5. Physical Chemistry.

Keywords: silver(I), albendazole, synthesis, stability constant, thermodynamic parameters, potentiometric titration, complex species.

Object of Study: Investigation of the complex formation of silver(I) with albendazole in acetic acid and DMSO media.

Aim of the Study: To investigate and synthesize silver complexes with albendazole, study their physicochemical properties, determine the stability constants of coordination compounds, thermodynamic functions, the influence of factors on the stability of the formed complexes in an aqueous-acidic (acetic) medium, and also study their antimicrobial, antiparasitic, and antifungal properties.

Research Methods: A silver electrode, acetic acid, galvanic cells $\text{Ag}(0)\text{-Ag(I)-CH}_3\text{COOH-/AgCl/Ag}$, $\text{Ag}(0)\text{-Ag(I)-DMSO-H}_2\text{O /AgCl/Ag}$, DMSO, and albendazole were used.

Scientific Novelty of the Research:

-- the complexation process of silver(I) with albendazole has been analyzed for the first time using a potentiometric method;

- the composition, ranges of existence, and maximum yield of silver(I)–albendazole complexes have been determined;

- a procedure for the targeted synthesis of silver(I) complex compounds with albendazole has been developed;

- the composition and structure of silver(I)–albendazole complexes have been investigated using infrared (IR) spectroscopy, mass spectrometry, X-ray structural analysis, nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy, and thermal analysis (derivatography);

- the biological properties (safety, acute and chronic toxicity, allergenic potential) and antimicrobial activity of silver(I) complex compounds with this ligand have been studied for the first time.

Degree of Utilization: The synthesis of silver nitrate with albendazole, the study of the complex formation process of silver with albendazole by potentiometric method, the application of physicochemical analyses, the study of the biological properties of silver complexes with albendazole, and their application in veterinary medicine will be utilized.

The obtained data on silver(I)-albendazole complexes will be used to explain and predict silver(I) complexation processes.

The determined stability constant values for silver(I)-albendazole complexes serve as reference material, filling gaps in existing literature. They will be useful to scientists working in the field of metal ion complexation with sulfur- and nitrogen-containing ligands, as well as for the synthesis of new compounds in coordination chemistry.

The results of this dissertation work can be used by students and master's degree candidates in departments of physicochemical, pharmaceutical, and toxicological profiles. They will also be useful for conducting lectures within special courses, in the research work of postgraduate students and applicants, and in the completion of coursework and diploma projects by students of chemical and medical universities.