

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

диссертационного совета 6D. КОА-010 на базе Таджикского  
национального университета по диссертации на соискание  
ученой степени кандидата наук

Аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 05 декабря 2024 г. № 23

О присуждении Мираминзода Фариде ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 - Физическая химия.

Диссертация «Гетеровалентные комплексы железа с цитрат-ионами» по специальности 02.00.04 - Физическая химия принята к защите 24 сентября 2024 г., протокол № 15, диссертационным советом 6D. КОА-010 на базе Таджикского национального университета, 734025, г. Душанбе, пр. Рудаки, 17 (приказ ВАК при Президенте Республики Таджикистан от 19 января 2022, № 27/шд.

**Соискатель** Мираминзода Фарида 1993 года рождения в 2016 году окончила химический факультет ТНУ по специальности «Химия», специализировалась по кафедре физической и коллоидной химии. В 21.01.2017 г. (№ 21-05) документы подала в заочную аспирантуру ТНУ и 30.12.2022 г. (№ 498-05) окончила её.

Диссертация выполнена на кафедре физической и коллоидной химии химического факультета Таджикского национального университета.

**Научный руководитель:** доктор химических наук, профессор, профессор кафедры физической и коллоидной химии Таджикского национального университета Рахимова Мубаширхон.

**Официальные оппоненты:**

**Курзина Ирина Александровна** - доктор физико-математических наук, профессор ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет»;

**Кабиров Джовидон Нурмахмадович** - кандидат химических наук, доцент кафедры фармацевтической и токсикологической химии ГОУ «Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино» дали положительную оценку на диссертацию.

**Ведущая организация:** Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими в своем положительном отзыве, подписанном ректором, д.э.н., профессором Давлатзода Кудрат Камбар отмечает, что научная новизна диссертационной работы «Гетеровалентные комплексы железа с

цитрат-ионами» прежде всего, заключается в том, что автором исследована электролитическая диссоциация лимонной кислоты методом рН-метрического титрования. Условия эксперимента:  $T=298,15$  К,  $I=0,1$  моль/л ( $\text{NaNO}_3$ ), рассчитаны численные значения констант диссоциации  $pK_1$ ;  $pK_2$ , а также  $pK_3$ ;

- исследованы процессы образования цитратных комплексов железа в водных растворах лимонной кислоты при температуре  $298,15$  К, в интервале  $I$  от  $0,10$  до  $1,00$  моль/л ( $\text{Na(H)NO}_3$ ) при пяти значениях методом оксидометрии, определены составы частиц, рассчитаны базисные и модельные характеристики системы;

- выявлены, впервые, закономерности рН начала формирования чисто цитратных комплексов  $\text{Fe}^{\text{II}}$ ,  $\text{Fe}^{\text{III}}$  и их гетеровалентных соединений при разных значениях ионных сил раствора, выведены математические уравнения установленных зависимостей, определены их коэффициенты и достоверность данных;

- синтезирован впервые гетеровалентный цитратный комплекс  $\text{Fe}^{\text{II}}$ ,  $\text{Fe}^{\text{III}}$  и определен его состав. Изучены оптимальные условия выделения в твердом виде из раствора, разработана методика его получение с максимальным выходом;

- с помощью высокоточных программ и новейших методик проведена статистическая обработка полученных данных и доказана достоверность экспериментальных и расчетных результатов;

- на пшенице сорта «ОРИЁН» проведены лабораторные испытания гетеровалентного цитратного комплекса  $\text{Fe}^{\text{II}}$  и  $\text{Fe}^{\text{III}}$ . Выявлено влияние комплекса на всхожесть семян пшеницы. Получены максимальные отклонения всхожести семян опытных вариантов от контроля на  $14,25$  %. Установлено, что при этом, на  $48,8$  и  $31,0$  % повысилась длина проростков и корней. Вес проростков увеличился на  $36,0$  %, а корней на  $47,2$  %.

Диссертационная работа Мираминзода Фариды на тему: «Гетеровалентные комплексы железа с цитрат - ионами», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 - Физическая химия (химические науки) является завершенным научно - исследовательским трудом, выполненным автором на высоком научном уровне. Полученные результаты достоверны, выводы обоснованы. Публикации автора вполне отражают содержание диссертационной работы, которые опубликованы в ведущих научных рецензируемых журналах РТ. Текст автореферата согласуется с диссертацией.

Диссертационная работа написана грамотно и аккуратно оформлена. Тема и результаты исследования соответствуют паспорту специальности 02.00.04 - Физическая химия, на основании и согласно которой Постановление Высшей Аттестационной Комиссии при Президенте Республики Таджикистан от 26 июня 2023 года, № 295 диссертационному совету дает право принять

диссертацию на защиту, а ее автор Мираминзода Фарида заслуживает присуждения искомой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 - Физическая химия (химические науки).

По результатам исследований опубликованы 15 работ, в том числе 3 научных статьи в ведущих рецензируемых изданиях определенных Высшей аттестационной комиссией при Президенте Республики Таджикистан, 6 статей в материалах конференций, 5 тезисов докладов на конференциях различного уровня, имеется 1 малый патент РТ.

### **Список опубликованных работ автора по теме диссертации.**

#### **Статьи в рецензируемых журналах:**

1. **Мираминзода, Ф.** Определение констант ионизации лимонной кислоты методом потенциометрии / Ф. Мираминзода, М. Рахимова, Дж.А. Давлатшоева, К.Дж. Суяриён, Г.Б. Эшова // Политехнический вестник. Серия: инженерные исследования. - 2024. - № 2 (66). - С. 99-105.

2. **Мираминзода, Ф.** Процессы комплексообразования в системе Fe(II)-Fe(III)-H<sub>4</sub>Cit-H<sub>2</sub>O / Ф. Мираминзода, М. Рахимова, Дж.А. Давлатшоева, К.Дж. Суяриён, Г.Б. Эшова // Политехнический вестник. Серия: инженерные исследования. - 2024. - № 2 (66). - С. 110-116.

3. **Мираминзода, Ф.** Влияние ионной силы рабочего раствора на начало формирования цитратных комплексов железа(II) и (III) / Ф. Мираминзода, Э.Ф. Файзуллозода, М.У. Бобозода, М. Рахимова // Вестник Бохтарского государственного университета им. Н. Хусрав. Серия естественных наук. - 2024. - № 2/1 (120). - С. 55-60.

#### **Патент:**

4. Малый пат. TJ 1197 РТ. Способ предпосевной обработки семян пшеницы / М. Рахимова, М.С. Содикзода, З.М. Хамрабаева, М.М. Якубова, **Ф. Мираминзода**; патентообладатель-ТНУ. - № 2001481 дата подачи заявки 17.11.2020. Зарегистрировано 29.10.2021.

#### **Публикации в других изданиях:**

5. **Мираминзода, Ф.** Цитратные комплексные соединения железа, их модельные параметры / Ф. Мираминзода // Сборник статей VI международной научной конференции на тему: «Вопросы физической и координационной химии». - Душанбе, 2024. - С. 104-110.

6. **Мираминзода, Ф.** Условия образования цитратных комплексов железа(III) при 298 К / Ф. Мираминзода, М. Рахимова // Конференция чумхуриявии илмию назариявии хайати устодону кормандон ва донишҷӯён. - Душанбе, 2022. - С. 24-26.

7. Эшова, Г.Б. Компьютерное моделирование процессов комплексообразования в окислительно-восстановительных системах / Г.Б.

Эшова, Ж.Б. Жоробекова, **Ф. Мираминзода**, Ш.С. Эмомадова // Сборник статей II международной научно-практической конференции на тему: «О применении дифференциальных уравнений при решении прикладных задач». - Душанбе, 2021. -С. 234-238.

8. Рахимова М. Формирование цитратных комплексов железа и их стехиометрическая матрица / М. Рахимова, **Ф. Мираминзода**, Т.Б. Николаева, Э.Ф. Файзуллоев // Сборник статей республиканской научно-теоретической конференции на тему «Основы развития и перспективы химической науки в республике Таджикистан». - Душанбе, 2020. -С. 27-33.

9. **Мираминзода, Ф.** Условия образования цитратных комплексов железа / **Ф. Мираминзода**, М. Рахимова // Республиканская научно–практическая конференция на тему «Применение инновационных технологий в преподавании естественных дисциплин СОШ и ВУЗ» и «Инновация в преподавании естественных наук». - Душанбе, 2019. - С.137-139.

10. Рахимова, М. Гетероядерные цитратные комплексы железа(II) и (III), никеля (II), их модельные параметры / М. Рахимова, Дж.А. Давлатшоева, Т.Б. Николаева, **Ф. Мираминзода** // Республиканская научно–практическая конференция на тему «Применение инновационных технологий в преподавании естественных дисциплин СОШ и ВУЗ» и «Инновация в преподавании естественных наук». - Душанбе, 2019. - С. 263-265.

11. Rakhimova M. Hydroxyl complexation Fe(II)-Fe(III) in various background electrolytes / E.F. Faizullaev, N. Rakhimova, **F. Miraminzoda** // International Conference On Chemical biologi and drug discovery. - Singapore, 2019. P. 44.

12. Yusupova N. The papeutic properties of coordination compounds of iron with organic ligands // N. Yusupova, H I. Chaidaralievа, M. Rakhimova, **F. Miraminzoda** / International Conference On Chemical biologi and drug discovery. - Singapore, 2019. P. 12.

13. **Мираминзода Ф.** Цитратные комплексы железа и их свойства / **Ф. Мираминзода**, К.Дж. Суяров, Дж.А. Давлатшоева, Т.С. Маликов // Материалы республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ. - Душанбе, 2018. - С. 646-647.

14. Рахимова М. Процессы комплексообразования железа и кобальта в водных растворах карбоновых кислот // М. Рахимова, И.Р. Рахмонов, Ш.С. Эмомадова, **Ф. Мираминзода** / XIII Международная научная конференция “Проблемы сольватации и комплексообразования в растворах. - Суздаль, 2018. - С. 51-52.

15. Исматов А.К. Координационные соединения как активные добавки к лечебным солям для ванн / А.К. Исматов, И.Р. Рахмонов, Т.Б. Николаева, Ш.

Эмомадова, Ф. Мираминзода // Материалы 60-ой научной конференции Московского физико-технического института, 2017. - С. 79.

На автореферат диссертации поступили отзывы:

- От доктора химических наук, профессора кафедры химии и химических технологии ОшГУ Алтыбаевой Дильбар Тойчиевны. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Из текста автореферата не понятно, с чем связана протяженность линейных участков экспериментальных кривых?

2. В автореферате на кривой дифференциального титрования (рис. 1) почему только один пик, вроде лимонная кислота трехосновная?

- От академика НАК, доктора химических наук Мурзубраимова Бектемира Мурзубраимовича. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Из автореферата не понятно, что делается для того, чтобы в исследуемых растворах при эксперименте Fe(II) не окислялось?

2. Почему самым устойчивым соединением является гетеровалентный комплекс состава  $[\text{Fe}^{\text{III}}\text{Fe}^{\text{II}}(\text{CitOH})_2(\text{H}_2\text{O})_6]^-$  ( $\beta_{\text{qpslk}}=15,42\pm 0,09$ )? С чем это связано?

- От доктора технических наук, доцента кафедры теплотехника и теплоэнергетика Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими Зарифзода Мохиры Абдусалом. Отзыв положительный. Замечаний нет.

- От доктора технических наук, профессора Российско-Таджикского (Славянского) университета Бердиева Асадула Эгамовича. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Формулы образующихся комплексов в автореферате содержат одну гидроксильную группу, не понятно это OH- группа лиганда, или она из раствора.

2. Почему кривые распределения форм лимонной кислоты при повышении концентрации этой же кислоты сдвигаются в сторону больших значений pH?

- От доктора технических наук, и.о. профессора Технологический университет Таджикистана Мирзорахимова Курбонали Каримовича. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Почему в автореферате не приведена графическая зависимость степени накоплений образующихся комплексов при других ионных силах, а только при  $I=0,5$  моль/л?

2. В тексте автореферата (стр. 11) установлено, что в области pH 5,5-7,5 образуются гетеровалентные комплексные соединения железа с цитрат-ионами. Почему не предусмотрено образование комплекса состава

$[\text{Fe}^{\text{III}}(\text{CitOH})(\text{H}_2\text{O})_4]$ , что является более вероятным по сравнению с другими комплексами?

3. Из текста автореферата не понятно, с чем связана протяженность линейных участков экспериментальных кривых?

- От кандидата химических наук, начальника отдела инспекций, гарантий и реагирования Агентства по ХБРЯ безопасности НАНТ Назарова Фаридуна Абдулхамидовича. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В автореферате подробно не приводятся условия получения гетеровалентного координационного соединения.
2. Почему устойчивость гетеровалентного комплекса железа с цитрат ионом выше, чем у моноядерных? Подробное описание не приведено.

Выбор официальных оппонентов и оппонировающей организации обусловлен тем, что они обладают необходимой квалификацией по специальности 02.00.04 - Физическая химия.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

- изучены процессы электролитической диссоциации потенциально четырех основной лимонной кислоты. При этом, использованы метод рН-метрического титрования. Экспериментальными условиями выбраны температура 298,15 К, ионная сила раствора ( $\text{NaNO}_3$ ) 0,1 моль/л. В приведенных условиях определены численные значения констант диссоциации кислоты. Рассчитанные значения  $\text{p}K_1$ ;  $\text{p}K_2$ ;  $\text{p}K_3$ , далее использованы в экспериментах по комплексообразованию;

- исследованы процессы образования цитратных комплексов железа в водных растворах лимонной кислоты методом оксредметрии. Экспериментальные условия: ионная сила раствора 0,1÷1,0 моль/л при пяти значениях, при  $T=298,15$  К. В указанных условиях найдены состав комплексов, модельные и базисные параметры;

- установлены рН начала формирования комплексов  $\text{Fe}^{\text{II}}$ ,  $\text{Fe}^{\text{III}}$  и их гетеровалентных координационных соединений при различных ионных силах рабочего раствора, выведены математические уравнения таких зависимостей и определены их коэффициенты и достоверность полученных результатов;

- синтезирован гетеровалентный цитратный комплекс железа, найден его состав. Изучены условия выделения гетеровалентного комплекса в твердом виде из раствора, разработана методика его получения;

- найдены процентное содержание всех элементов в гетеровалентном цитратном комплексе железа, а также его состав, показана его эффективность.

- с помощью высокоточных программ и новейших методик проведена статистическая обработка экспериментальных данных и доказана их достоверность;

- проведены лабораторные испытания цитратного гетеровалентного комплекса  $\text{Fe}^{\text{II}}$  и  $\text{Fe}^{\text{III}}$  на всхожесть пшеницы сорта «ОРИЁН».

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

- установлены порядок и механизм влияния рН среды, ионной силы раствора на образование ионизированных форм лимонной кислоты, составлены диаграммы распределения этих форм, определены  $\text{p}K_1$ ;  $\text{p}K_2$  и  $\text{p}K_3$ ;

- выявлены основные механизмы формирования комплексов железа в двух степенях окисления с тремя ионизированными цитрат формами и закономерности изменения базисных и модельных параметров комплексов по шкале рН;

- составлены диаграммы распределения по мольным долям соединений, принципам моделирования реакций образования комплексов, а также определены физико-химические и биологические свойства полученных комплексов, которые дополняют теоретические основы соответствующих разделов физической и координационной химий. Они представляет новые справочные данные по физико-химическим и биологическим свойствам гетеровалентных комплексов железа с цитрат-ионами.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

$\text{Fe}(\text{II})$ ,  $\text{Fe}(\text{III})$  и лимонная кислота являются «металлом жизни» и биостимулятором, соответственно. Их комплексные соединения проявляют ещё более активные биологические свойства. Поэтому, координационные соединения железа с лимонной кислотой могут быть использованы как лекарственные препараты в фармакологии, косметологии, медицине, а также во всех областях аграрной промышленности. Наиболее устойчивые гетеровалентные комплексы железа с цитрат-ионами могут способствовать адресной доставке лекарств.

Принципы моделирования процессов комплексообразования, рассмотренные в работе совместно с предложенными алгоритмами и современного компьютерного обеспечения можно использовать в системах с любыми другими металлами и лигандами различного состава. Некоторые модельные параметры комплексов могут быть использованы для выявления оптимальных условий выделения комплексов, т.е. дают возможность проводить их направленный синтез. Все рассчитанные константы могут быть применены как справочные данные для термодинамических расчетов.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

получение воспроизводимых, точных, экспериментальных результатов, их анализе с учетом обработки данных на основе современных компьютерных программ и математической статистики, соответствии их наиболее надежным из известных литературных источников;

- согласованность выявленных закономерностей, выводов работы с теоретическими и экспериментальными результатами, полученными в рамках других подходов и основ физической химии.

**Личный вклад соискателя.** Автором данной диссертации сформулированы цель и задачи исследования, проведен полный анализ литературных данных по теме за последние 45 лет. Кроме того, им лично проведены все эксперименты, интерпретация и обработка данных, а также сформулированы общие выводы. Полученные экспериментальные результаты оформлены в виде статей, тезисов докладов конференций различного уровня.

На заседании 05 декабря 2024 года диссертационный совет принял решение присудить Мираминзода Фариде учёную степень кандидата химических наук по специальности 02.00.04 - Физическая химия.

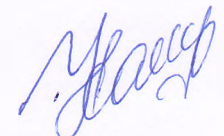
При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 (1-онлайн) человек участвовавших на заседании, из них 4 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации 02.00.04 - Физическая химия, из 14 человек, входящих в состав совета, проголосовали «за» 14, «против» - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Зам. председателя диссертационного совета 6D.KOA-010 при Таджикском национальном университете, д.х.н., профессор



Раджабзода С.И.

Ученый секретарь диссертационного совета 6D.KOA-010 при Таджикском национальном университете, к.х.н., доцент



Бекназарова Н.С.

