

## О Т З Ы В

научного руководителя по диссертационной работе  
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

Диссертационная работа Мираминзода Фариды на тему: «Гетеровалентные комплексы железа с цитрат-ионами» выполнена на кафедре физической и коллоидной химии химического факультета Таджикского национального университета по темам: «Изучение физико-химических и физиологических свойств координационных соединений переходных металлов и природных объектов РТ» (№ гос. регистрации 0116ТJ00743), а также «Исследование модельных параметров координационных соединений переходных металлов, природных объектов РТ и аспекты их применения» (№ госрегистрации № 0122ТJ1436).

Мираминзода Фариды в 2016 году окончила химический факультет ТНУ, специализировалась по кафедре физической и коллоидной химии. В октябре 2017 года документы подала в заочную аспирантуру ТНУ. Приказ вышел в январе 2017 года. 5 месяцев она работала учительницей химии в школе № 91 района Сино г. Душанбе. С января 2017 работала научным сотрудником проекта по теме: «Синтез, исследование, испытание и выявление аспектов применения био- и каталитически активных гетероядерных и гетеровалентных координационных соединений, а также их влияния на свойства наноструктур», заказ-наряд ВМ-8 Научно-исследовательского института ТНУ. 2018-2019 гг, а также с декабря 2020 по конец 2021 года была в декретном и академическом отпусках. 2022-2023 гг продолжала работать научным сотрудником заказ-наряда ВМ-8 по теме: «Исследование процессов образования гетероядерных координационных соединений переходных металлов, их биологической активности и влияние на свойства однослойных нанотрубок». В 2020 году заочная аспирантура упразднена, Мираминзода Ф. восстановили соискателем кафедры физической и коллоидной химии ТНУ. С января 2024 года она работает старшим лаборантом лаборатории «Физики конденсированных сред им. Д.Н. Нарзуллаева» НИИ ТНУ и продолжает свою научную работу в качестве соискателя.

Актуальность темы диссертации. Железо в биосистемах является незаменимым важным микроэлементом, который катализирует процессы с обменом кислорода, стимулирует рост и образование элементов крови. Биологическая роль железа определяется способностью его атомов менять степень окисления. Лимонная кислота также уникальна. Она резко снижает синтез в организме канцерогенных нитрозамин, тем самым уменьшает

возможность развития онкологических заболеваний, нормализует деятельность нейро-, психо-, эндокринной и иммунной систем.

В организме человека, животных, а также растительных системах очень много металлов-комплексобразователей и лигандов. Железо(II) и железо(III) являются металлами переменной валентности и считаются биологическими моделями. Поэтому, исследуя химические и физические свойства их комплексных соединений, а также пространственное расположение атомов в молекуле можно получить значимую информацию о стереохимии и специфических свойствах систем.

На основе координационных соединений железа с лимонной кислотой, которая является биологически активным стимулятором роста, можно получить без побочного действия противовоспалительные, ноотропные, эффективные сердечно-сосудистые лекарственные препараты и иммуномодуляторы. Кроме того, перечисленные выше комплексы очень широко используются в животноводстве и птицеводстве как микродобавки к кормам. Многие комплексные соединения являются высокоэффективными стимуляторами роста, это основное направление использования в аграрной промышленности.

Поэтому, изучение формирования гетеровалентных железо-цитратных комплексов, определение их устойчивости и состава, условий образования имеют теоретическую, высокую практическую значимость и являются приоритетными направлениями различных областей химической науки.

Цель диссертационной работы Мираминзода Ф. Методом окислительного потенциала изучить образование комплексов в системе Fe(II)-Fe(III)-цитрат-ион-вода, определить их состав и модельные параметры, синтезировать гетеровалентное соединение, установить зависимость условий её образования от ионной силы раствора и биологические свойства.

Введение посвящено актуальности темы диссертации, необходимости проведения данного исследования, представлению цели и задач работы, освещению её научной новизны и научно-практического значения, положений, выносимых на защиту, описанию структуры.

Первая глава диссертации включает обзор по физическим, химическим свойствам и биологической роли железа и лимонной кислоты, а также координационным соединениям железа с органическими лигандами и лимонной кислотой с различными металлами. Приводятся основные положения метода окислительного потенциала Кларка – Никольского для изучения комплексообразования в гомогенных окислительно-восстановительных системах.

Вторая глава посвящена методикам приготовления рабочих растворов и исследованию процессов ионизации лимонной кислоты методом потенциометрии, расчету её констант и диаграммам распределения её ионизированных форм. В этой же главе приводятся методики получения экспериментальных зависимостей окислительного потенциала системы от концентрационных параметров:  $pH$ ;  $pC_0$ ;  $pC_T$  и  $pC_L$  и статистическая обработка результатов, а также расчет ошибки экспериментальных данных.

Третья глава диссертации состоит из данных по анализу экспериментальных кривых зависимости ЭДС системы от pH;  $pC_0$ ;  $pC_T$  и  $pC_L$ . Проведен общий анализ экспериментальных кривых и определены составы образующихся цитратных комплексов железа(II) и железа(III), приведены химические модели равновесий, ионные равновесия, константы образования комплексов, диаграммы их распределения, оптимальные условия выделения их из раствора.

Четвертая глава посвящена результатам лабораторных испытаний гетеровалентного комплекса железа с цитрат-ионами на пшенице и повышения качества семян (всхожесть) в результате предпосевной замочки.

Научная новизна работы.

- методом pH-метрического титрования исследована электролитическая диссоциация лимонной кислоты. Условия эксперимента:  $T=298,15$  К,  $I=0,1$  моль/л ( $NaNO_3$ ), рассчитаны численные значения констант диссоциации  $pK_1$ ;  $pK_2$ , а также  $pK_3$  для трех концентраций кислоты: 0,01; 0,02 и 0,03 моль/л;

- 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 ( $Na(H)NO_3$ ) методом оксидометрии, определены составы частиц, рассчитаны базисные и модельные характеристики системы;

- выявлены впервые закономерности pH начала формирования чисто цитратных комплексов  $Fe^{II}$ ,  $Fe^{III}$  и их гетеровалентных комплексов при разных значениях ионных сил раствора, выведены математические уравнения установленных зависимостей и определены их коэффициенты, а также достоверность проведенных экспериментов;

- впервые синтезирован гетеровалентный цитратный комплекс  $Fe^{II}$ ,  $Fe^{III}$  и определен его состав. Изучены оптимальные условия выделения в твердом виде из раствора, разработано 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 цитратного комплекса железа(II) и железа(III). Выявлено влияние комплекса на всхожесть семян пшеницы.

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

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 15 работ, в том числе 3 научные статьи в ведущих рецензируемых изданиях, определенных Высшей аттестационной комиссией Республики Таджикистан, 11 статей и тезисов докладов в материалах конференций различного уровня, имеется 1 малый патент РТ.

При выполнении экспериментов по диссертационной работе Мираминзода Фарида показала себя как очень ответственный, с нужными навыками химика-экспериментатора, с необходимой базой исследователь. В работе были использованы методы оксидометрии, потенциометрического (рН-метрического) титрования, элементного и химического анализов, основами которых она владеет. Возникающие проблемы она старалась решать сама. Все расчетные работы она осуществляла самостоятельно. Считаю, что Мираминзода Ф. является хорошо подготовленным специалистом, так как у неё очень большие теоретические навыки по физической и неорганической, а также органической химии, отлично знает компьютер и использованные компьютерные программы. Относится к любому химическому эксперименту творчески, с самостоятельного взгляда и с большим желанием узнать и получить что-то новое. Она заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 - физическая химия.

Научный руководитель диссертационной работы:

доктор химических наук, профессор,  
профессор кафедры физической и  
коллоидной химии Таджикского  
национального университета



Рахимова Мубаширхон

Адрес: 734025, г. Душанбе, пр. Рудаки, 17, химический факультет, ТНУ.  
E-mail: muboshira09@mail.ru; тел. (+992)900-06-33-00.

Подпись д.х.н., профессора, профессора кафедры физической и коллоидной химии химического факультета ТНУ Рахимовой М.

Начальник УК и СЧ ТНУ



Тавкиев Э.Ш.

05.06.2024