

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Коваленко Анастасии Сергеевны
«Химический синтез и исследование наночастиц и водных суспензий оксидов титана и
железа для использования в агротехнологиях», представленную на соискание учёной
степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия

Актуальность избранной темы

Диссертационная работа А. С. Коваленко посвящена разработке подходов к направленному синтезу магнитных и фотокаталитически активных нанопорошков оксидов железа и титана методом водного химического синтеза с гарантированными и воспроизводимыми фазовым составом, морфологией, надатомной структурой, текстурными характеристиками и поверхностными свойствами. Нанопорошки оксидов железа и титана являются перспективными новыми материалами для сельского хозяйства, способными проявлять биологическую активность по отношению к ряду важных сельскохозяйственных культур и обладающими иммуномодулирующими и фитопротекторными свойствами.

Для синтеза магнитных нанопорошков оксидов железа и фотокаталитически активных нанопорошков оксида титана автором был использован метод химического осаждения, который является достаточно простым в проведении, а также технологичным. Кроме того, использование водных растворов низкой концентрации обеспечивает дополнительную экологическую безопасность конечных продуктов, что особенно важно для дальнейшего использования полученных материалов в агротехнологиях. Варьирование условий проведения синтеза и исследование физико-химических и функциональных свойств полученных нанопорошков оксидов железа и титана позволяет проследить зависимость «условия проведения синтеза — состав, морфология, структура, текстурные и поверхностные характеристики — магнитные, фотокаталитические свойства — коллоидные свойства — биологическая активность и фитопротекторные свойства» для обеспечения воспроизводимого получения материалов биомедицинского назначения, что, несомненно, является **важной и актуальной задачей** современной науки на стыке химии и биологии.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа А. С. Коваленко представляет собой завершённое научное исследование, состоящее из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и приложения. Работа изложена на 187 страницах, включает 58 рисунков, 41 таблицу и список литературы из 195 наименований.

Во **введении** обосновывается актуальность темы исследования и степень её разработанности, автор ставит цели и задачи работы, обсуждает новизну, теоретическую и практическую значимость работы, а также приводит методологию и методы, использованные для решения поставленных в работе задач, формулирует положения, выносимые на защиту, и перечисляет конференции, на которых работа прошла апробацию.

В **первой главе** приведён обширный анализ литературных источников в области исследования физико-химических, магнитных, электрокинетических свойств нанопорошков оксидов железа в зависимости от условий их получения методом химического осаждения из водных растворов. Рассматривается механизм фотокатализа на поверхности нанопорошков диоксида титана с различным фазовым составом. Обосновывается перспективность использования нанопорошков оксидов железа и титана в агротехнологиях в качестве биологически активных веществ, способствующих росту растений и улучшению их продуктивности.

Во **второй главе** приведены характеристики реактивов и материалов, использованных при синтезе нанопорошков оксидов железа и титана, также подробно описаны методики синтеза нанопорошков и создания водных суспензий на их основе. Кроме этого, приведено описание используемых в работе методов исследования физико-химических свойств, биологической активности и фитопротекторных свойств полученных материалов.

Третья глава посвящена описанию результатов исследования фазового состава, морфологии частиц, текстурных характеристик, надатомной структуры и магнитных свойств нанопорошков оксидов железа в зависимости от условий проведения синтеза методом химического осаждения из водных растворов. Приведён сравнительный анализ характеристик водных суспензий магнитных наночастиц оксидов железа различного фазового состава.

В **четвёртой главе** описывается синтез и исследование физико-химических и фотокаталитических свойств нанопорошков диоксида титана различного фазового состава в сравнении с коммерческими образцами. Приводится анализ влияния фазового состава, морфологии частиц, площади удельной поверхности, структурных и поверхностных характеристик нанопорошков диоксида титана на их фотокаталитическую активность и физико-химические свойства водных суспензий, полученных на основе исследуемых нанопорошков.

Пятая глава посвящена исследованию биологической активности водных суспензий, полученных из нанопорошков оксидов железа и титана, при использовании их

для предпосевной обработки семян и некорневой обработки вегетирующих растений ряда важных сельскохозяйственных культур. Изучены фитопротекторные свойства водных суспензий диоксида титана различного фазового состава при выращивании семян белокочанной капусты в заражённом грунте.

В заключении сформулированы основные выводы работы, которые полностью соответствуют полученным результатам.

Новизна научных положений и выводов, представленных в диссертации

Научная новизна полученных в диссертационном исследовании результатов не вызывает сомнения. Автором установлены доминирующие факторы, воздействующие на фазовый состав, морфологию, текстурные характеристики и фрактальную структуру магнитных нанопорошков оксидов железа при их синтезе методом водного химического осаждения. Выявлены физико-химические свойства нанопорошков диоксида титана, в большей степени оказывающие влияние на их фотокаталитическую активность. Изучены изменения межчастичных взаимодействий в водных суспензиях, полученных на основе нанопорошков оксидов железа и титана, при изменении фазового состава и концентрации исходного порошка. Показано положительное воздействие исследуемых нанопорошков оксидов железа и титана в составе водных суспензий, полученных на их основе, на всхожесть семян, рост и продуктивность растений ряда сельскохозяйственных культур. Выявлены фитопротекторные свойства водных суспензий диоксида титана.

Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации А. С. Коваленко, вытекают из проведённого исследования. В работе приведён достаточно большой объём экспериментальных данных, полученных с использованием современных взаимодополняющих физико-химических методов исследования. Фазовый состав нанопорошков оксидов железа и титана был исследован методами рентгенофазового анализа и ИК-спектроскопии; для исследования морфологии частиц, текстуры, надатомной структуры полученных нанопорошков оксидов железа и титана в сравнении с коммерческими образцами был привлечён комплекс взаимодополняющих методов исследования, включающих сканирующую электронную микроскопию, просвечивающую электронную микроскопию, низкотемпературную адсорбцию азота, малоугловое рентгеновское рассеяние, в том числе малоугловое рассеяние поляризованных нейтронов. Фотокаталитическая активность исследуемых нанопорошков оксидов титана оценивалась по количеству синглетного кислорода, образовавшегося на поверхности нанопорошков после их облучения ультрафиолетовым светом. Физико-химические свойства водных

суспензий оксидов железа и титана, были исследованы методами динамического и электрофоретического рассеяния света. Биологическая активность исследуемых нанопорошков оксидов железа и титана в составе водных суспензий была исследована на достаточно широком ряде важных сельскохозяйственных культур.

Результаты работы апробированы на международных научных конференциях и прошли экспертизу перед публикацией в рецензируемых журналах.

Материал диссертационного исследования изложен чётко и последовательно, каждая глава содержит подробное описание проведённых исследований и заканчивается собственным заключением.

Поставленные в работе цели и задачи решены в полном объёме с применением современных методов исследования. Уровень решаемых задач соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата химических наук. Содержание диссертации соответствует специальности 1.4.4. Физическая химия.

Автореферат и опубликованные работы в полной мере отражают основное содержание диссертации.

Основные результаты диссертации опубликованы в 33 научных работах, в том числе в семи научных статьях в рецензируемых журналах, пять из которых, включены в международные базы данных Web of Science и Scopus.

Результаты диссертационной работы прошли апробацию в ряде устных и стендовых докладов на российских и международных конференциях.

Проведённые автором исследования и полученные результаты позволяют заключить, что **представленная диссертационная работа соответствует паспорту специальности 1.4.4. Физическая химия** в п. 4 «Теория растворов, межмолекулярные и межчастичные взаимодействия», п. 5 «Изучение физико-химических свойств изолированных молекул и молекулярных соединений при воздействии на них внешних электромагнитных полей, потока заряженных частиц, а также экстремально высоких/низких температурах и давлениях», п. 7 «Макрокинетика, механизмы сложных химических процессов, физико-химическая гидродинамика, растворение и кристаллизация», п. 9 «Связь реакционной способности реагентов с их строением и условиями протекания химической реакции», п. 12 «Физико-химические основы процессов химической технологии и синтеза новых материалов», так как автором синтезированы магнитные нанопорошки оксидов железа и фотокаталитически активные нанопорошки диоксида титана под воздействием ультразвука и высоких температур, изучена взаимосвязь между реакционной способностью полученных материалов и их

строением и условиями протекания химических реакций их синтеза, исследованы физико-химические свойства и межчастичные взаимодействия в водных суспензиях оксидов железа и титана, а также разработаны физико-химические основы синтеза новых биологически активных материалов для агротехнологий.

По существу диссертации возникли следующие вопросы и замечания:

1. Чем обусловлен выбор объектов биологического исследования? Почему для экспериментов были выбраны семена и/или вегетативные растения белокочанной капусты Репса de Povoа, садового кресс-салата сорта Ажур, салата-латука сорта Тайфун, гибрида огурца F₁ Нева и томата сорта Наташа?
2. Почему была выбрана некорневая обработка растений? В диссертационной работе не приводится описание, каким образом определялась энергия прорастания, всхожесть семян, а также не поясняются данные термины.
3. В диссертационной работе отсутствует раздел, посвящённый статистической обработке экспериментальных данных. Каким образом проводилась статистическая обработка результатов физико-химических и биологических экспериментов?
4. Проводилось ли изучение стабильности водных суспензий во времени? Хорошо известно, что в зависимости от размера частиц может меняться биологическая активность и механизм биологического действия.
5. В таблицах 4.7, 4.8, 4.9 и 4.10 представлены значения ζ -потенциала и размеры частиц в водных суспензиях. При этом во всех случаях данные представлены с разной точностью. Чем это обусловлено?
6. Можно ли предположить, что из себя представляют агрегаты синтезированных оксидов в водных суспензиях? Какие взаимодействия лежат в основе их образования?
7. В диссертационной работе не указано, каким образом проводился расчёт ζ -потенциалов, какое уравнение было использовано для расчёта и чем это было обусловлено.
8. В таблице 5.5 представлены показатели качества плодов при некорневой обработке растений, однако не описано, каким образом проводилось определение содержания элементов, нитратов, витаминов, сахаров и др.
9. В главе 5 показано положительное влияние суспензий на растения, заключающееся в увеличении показателей роста, продуктивности и качества продукции. Можно ли предположить механизм действия синтезированных частиц? Возможно ли проследить влияние химического состава и физико-химических свойств на биологическую активность?

Указанные вопросы и замечания существенно не влияют на основные положения и выводы диссертации А. С. Коваленко.

Заключение

На основании вышеизложенного, можно заключить, что диссертационное исследование Коваленко Анастасии Сергеевны «Химический синтез и исследование наночастиц и водных суспензий оксидов титана и железа для использования в агротехнологиях» является завершённой научно-квалификационной работой, направленной на решение фундаментально и практически значимой задачи получения и исследования физико-химических и функциональных свойств нанопорошков оксидов железа и титана, а также водных суспензий на их основе, которая вносит существенный вклад в развитие физической химии. По критериям актуальности, научной новизне, обоснованности и достоверности выводов диссертация соответствует требованиям критериев пп. 9–14 «О порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842 (в действующей редакции, с последними изменениями), а её автор, Коваленко Анастасия Сергеевна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Официальный оппонент

Семёнов Константин Николаевич

Доктор химических наук (02.00.01. Неорганическая химия, 02.00.04. Физическая химия),
доцент,

заведующий кафедрой общей и биорганической химии,

заведующий лабораторией биомедицинского материаловедения

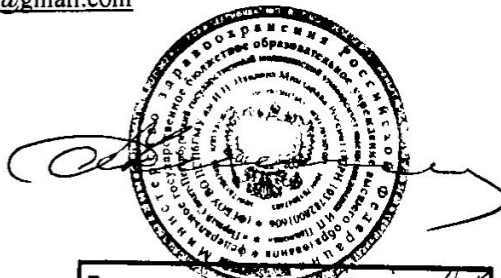
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8Б, корп. 2

+7(812)338-70-76,

+7(812)338-70-47,

knsemenov@gmail.com

04.09.2023



Семёнов Константин Николаевич

Подпись руки	Завяряю	Семёнов К.Н.
Специалист по кадрам		с.А.
Е.В.Руденко		
04	06	2023 г.