

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Горно-металлургический институт имени О. А.Байконурова

УДК 665.622.43.046.6-52 (043)

На правах рукописи

Қаржаубаева Ақтоты Қанатқызы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание академической степени магистра

Название диссертации

Изучение процессов комплексообразования
серебра и меди с производными янтарной кислоты

Направление подготовки

7M07110- Химические процессы и производство
химических материалов

Научный руководитель

канд. хим. наук, assoc. проф.

 Керимкулова А.Ж.
"12" 06 2023 г.

Рецензент

к.т.н., старший преподаватель кафедры
физической химии, катализа и нефтехимии
КазНУ имени аль-Фараби

 Батырбаева А.А.
"12" 06 2023 г.

Нормоконтроль

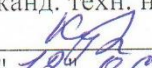
канд. хим. наук, assoc. проф.

 Керимкулова А.Ж.
"12" 06 2023 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНУ им. К.И.Сатпаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байконурова

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующая кафедрой ХПиПЭ

канд. техн. наук, доцент
 Кубекова Ш.Н.
"12" 06 2023 г.

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра химических процессов и промышленной экологии

7M07110 – Химические процессы и производство химических материалов



УТВЕРЖДАЮ

Заведующая кафедрой ХПиПЭ

кандидат технических наук, доцент

О.А. Байконуров

Кубекова Ш.Н.

2023 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Каржаубаевой Ақтомы Канатқызы

Тема: Изучение процессов комплексообразования серебра и меди с производными янтарной кислоты

Утверждена приказом Ректора Университета №1759-м от "29" октября 2021г.

Срок сдачи законченной диссертации "15" июня 2023 г.

Исходные данные к магистерской диссертации: научно-техническая и патентно-информационная литература

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

а) Литературный обзор;

б) Материалы и методы исследования;

в) Результат и обсуждения.

Перечень графического материала, (темы презентационных слайдов): демонстрационный материал с результатами исследований представлен на 19 слайдах.

Рекомендуемая основная литература:

1 Юзбашева Е. Ю., Шелюк О. В. и Скрипникова Н.К. (2019). Химические свойства янтарной кислоты и ее производных. Российский журнал общей химии, 89 (12), 2310-2317.

2 Марзуки Р., Харрат Х., М'Саддек Х. и Резгуи Ф. (2020). Янтарная кислота: обзор ее промышленного применения и последних достижений в области биотехнологий. Гелион, 6(5), 03975.

ГРАФИК
подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки предоставления научному руководителю	Примечание
Обзор научно-технической литературы по теме магистерской диссертации	23.01.2023	
Разработка методов исследования по теме диссертации. Практическая часть	27.04.2023	
Подготовка магистерской диссертации к публикации	14.06.2023	

Подписи

Консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименование разделов	Консультанты И.О.Ф (уч.степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Экспериментальная часть	Кандидат хим.наук, ассоц проф. Керимкулова А.Ж.	15.05.23	
Нормоконтролер	Кандидат хим.наук, ассоц проф. Керимкулова А.Ж.	12.06.23	

Научный руководитель



Керимкулова А.Ж.

Задание принял к исполнению обучающийся



Қаржаубаева А.Қ.

Дата

«21» 10 2024 г.

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки предоставления научному руководителю	Примечание
Обзор научно-технической литературы по теме магистерской диссертации	23.01.2023	
Разработка методов исследования по теме диссертации. Практическая часть	27.04.2023	
Подготовка магистерской диссертации к публикации	14.06.2023	

Подписи

Консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименование разделов	Консультанты И.О.Ф (уч.степень,звание)	Дата подписания	Подпись
Экспериментальная часть	Кандидат хим.наук, ассоц проф. Керимкулова А.Ж.		

АНДАТПА

Бұл диссертация күміс пен мыстың янтарь қышқылының туындыларымен, атап айтқанда этилендиамин кәріптас қышқылымен және кәріптас қышқылының диметилді эфирімен күрделі түзілу процестерін зерттеуге арналған. Зерттеу комплексометрия, электронды спектроскопия және рентгендік құрылымдық талдау әдістерін қолдану арқылы жүргізілді.

Жұмыстың мақсаты күміс пен мыстың янтарь қышқылының таңдалған туындыларымен күрделі қосылыстарының пайда болу жағдайларын анықтау, сондай-ақ алынған қосылыстардың құрылымдық ерекшеліктерін зерттеу болды.

Зерттеулер нәтижесінде этилендиамин янтарь қышқылының мысқа қарағанда күміспен комплекс түзілу дәрежесі жоғары екендігі анықталды, ал сукцин қышқылының диметил эфирі күміске қарағанда мыспен тұрақты кешендер түзеді.

Сонымен қатар, алынған кешендердің құрылымы рентгендік құрылымдық талдау арқылы анықталды, бұл олардың құрылымы мен өзара әрекеттесу ерекшеліктерін анықтауға мүмкіндік берді.

Осылайша, осы зерттеудің нәтижелері янтарь қышқылының туындылары бар күрделі металл қосылыстарының қасиеттерін одан әрі зерттеу үшін, сондай-ақ осы қосылыстарды синтездеудің жаңа әдістерін әзірлеу және ғылым мен техниканың әртүрлі салаларында қолдану үшін пайдаланылуы мүмкін.

АННОТАЦИЯ

Данная диссертация посвящена изучению процессов комплексообразования серебра и меди с производными янтарной кислоты, в частности, с этилендиаминовой янтарной кислотой и диметиловым эфиром янтарной кислоты. Исследование проводилось с использованием методов комплексонометрии, электронной спектроскопии и рентгеноструктурного анализа.

Целью работы было определение условий, при которых происходит образование комплексных соединений серебра и меди с выбранными производными янтарной кислоты, а также изучение структурных особенностей полученных соединений.

В результате исследований было установлено, что этилендиаминовая янтарная кислота обладает более высокой степенью комплексообразования с серебром, чем с медью, в то время как диметиловый эфир янтарной кислоты образует более стабильные комплексы с медью, чем с серебром.

Кроме того, была определена структура полученных комплексов с помощью рентгеноструктурного анализа, что позволило выявить особенности их строения и взаимодействия.

Таким образом, результаты данного исследования могут быть использованы для дальнейшего изучения свойств комплексных соединений металлов с производными янтарной кислоты, а также для разработки новых методов синтеза и применения этих соединений в различных областях науки и техники.

ANNOTATION

This dissertation is devoted to the study of the processes of complexation of silver and copper with succinic acid derivatives, in particular, with ethylenediamine succinic acid and dimethyl ether of succinic acid. The study was carried out using the methods of complexometry, electron spectroscopy and X-ray diffraction analysis.

The aim of the work was to determine the conditions under which the formation of complex compounds of silver and copper with selected succinic acid derivatives occurs, as well as to study the structural features of the compounds obtained.

As a result of the research, it was found that ethylenediamic succinic acid has a higher degree of complexation with silver than with copper, while dimethyl ether of succinic acid forms more stable complexes with copper than with silver.

In addition, the structure of the obtained complexes was determined using X-ray diffraction analysis, which made it possible to identify the features of their structure and interaction.

Thus, the results of this study can be used to further study the properties of complex compounds of metals with succinic acid derivatives, as well as to develop new methods for the synthesis and application of these compounds in various fields of science and technology.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

- 1 Литературный обзор
 - 1.1 Химические свойства производных янтарной кислоты
 - 1.2 Комплексообразование металлов с производными янтарной кислоты
 - 1.3 Спектроскопические методы анализа комплексов меди и серебра с производными янтарной кислоты
 - 1.4 Биологическая особенность и химический состав культуры сои
 - 1.5 Заболевания, встречающиеся в сое
 - 1.6 Характеристика меди, серебра и влияние на рост и развитие растений
 - 1.7 Получение комплексов меди и серебра с производными янтарной кислоты
 - 1.8 Характеристика комплексов методами УФ-видимой и ИК-спектроскопии
 - 1.9 Исследование кинетики образования комплексов
 - 1.10 Определение стабильности и констант образования комплексов
- 2 Материалы и методы исследования
 - 2.1 Использованные материалы
 - 2.2 Приготовление комплексов
 - 2.2.1 Приготовление комплекса ЯК - Cu
 - 2.2.2 Приготовление комплекса ЯК - Ag
 - 2.2.3 Приготовление комплекса ДМЯК - Cu
 - 2.2.4 Приготовление комплекса ЭДЯК - Cu
 - 2.3 Посадка сортов сои в лабораторных условиях
 - 2.4 Фенологический контроль
- 3 Результаты исследования
 - 3.1 Результаты комплексообразования
 - 3.2 Фитопатологическая экспертиза урожая сои
 - 3.3 Морфометрические и физиологические показатели урожая сои

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. В настоящее время, в вопросе получения продукции в сельском хозяйстве, одним из актуальных вопросов является акцент на экологической и экономической эффективности применяемого стимулирующего вещества при выращивании культуры [1]. Меры по переработке семян сои, способствующие развитию сельского хозяйства и социальной сферы нашего государства, снижают динамику развития болезнетворных патогенов, встречающихся в сельскохозяйственных культурах [2]. Янтарная кислота усиливает поглощение воды растениями, что важно в условиях дефицита су, снижая энергию активации ферментов; реакции, активизируют физиологические и биохимические процессы в прорастающих семенах. Предпосевная обработка семян способствует оптимизации режима су: повышается водоудерживающая способность и водоудерживаемость листьев, уменьшается величина дефицита су в тканях. При распылении янтарной кислоты на растения до наступления засухи происходит увеличение поверхности листьев, усиление процессов роста, накопление биомассы и повышение урожайности.

70% от общего количества меди содержится в хлоропластах. Медь играет важную роль в синтезе хлорофилла и других растительных пигментов, а также отвечает за белковый и углеводный обмен. Дефицит меди может привести к различным заболеваниям сельскохозяйственных растений, что приведет к снижению урожайности [3].

В результате работы изучается эффективный состав комплекса, необходимый для обработки семян сои из янтарной кислоты и меди (Як-Сu), достаточный диапазон концентраций, изучается активирующее влияние на образование и образование молодых побегов из семян, обработанных комплексом [4].

Цель работы состоит в исследовании и определении условий, при которых образуются комплексы серебра и меди с производными янтарной кислоты. Кроме того, целью работы является изучение структуры и свойств полученных комплексов.

Для достижения этой цели в работе могут быть выполнены следующие задачи:

Синтезировать производные янтарной кислоты и исследовать их химические свойства.

Изучить процессы комплексообразования серебра и меди с производными янтарной кислоты путем различных методов, таких как спектрофотометрия, ИК-спектроскопия, рентгеноструктурный анализ и др.

Определить оптимальные условия для образования комплексов серебра и меди с производными янтарной кислоты.

Изучить структуру полученных комплексов и определить их свойства, такие как устойчивость, термическую стабильность и др.

Оценить потенциальное применение полученных комплексов в

различных областях, включая химическую и материаловедение, а также медицину.

Таким образом, основная цель работы заключается в получении новых знаний о процессах образования комплексов и их свойствах, что может привести к разработке новых материалов и препаратов с уникальными свойствами.

Научная новизна работы: Химические процессы комплексообразования серебра и меди с производными янтарной кислоты еще не полностью изучены, и эта тема может привести к новым открытиям и разработкам. Исследования в этой области могут привести к созданию новых материалов, которые будут обладать уникальными свойствами, такими как антибактериальность, антиоксидантность, антикоррозийность и др.

Кроме того, исследования процессов комплексообразования серебра и меди с производными янтарной кислоты могут иметь значение для медицины, так как комплексы могут использоваться в качестве противоопухолевых препаратов, а также для лечения других заболеваний, связанных с нарушением метаболизма меди и серебра в организме.

Таким образом, тема изучения процессов комплексообразования серебра и меди с производными янтарной кислоты является научно новой и имеет большой потенциал для дальнейших исследований и разработок в различных областях науки и технологий.

Практическая значимость работы: Полученные комплексы серебра и меди с производными янтарной кислоты могут быть использованы как биостимуляторы в выращивании сои. Это связано с тем, что комплексы являются источником микроэлементов, необходимых для роста и развития растений, а также способствуют активации метаболических процессов в растениях.

Использование данных комплексов в качестве биостимуляторов позволяет улучшить показатели урожайности и качества продукции, а также повысить устойчивость растений к внешним факторам. Более того, такой подход может снизить затраты на удобрения и пестициды, что является важным экономическим фактором для сельского хозяйства.

Таким образом, использование комплексов серебра и меди с производными янтарной кислоты в качестве биостимуляторов в выращивании сои может быть эффективным методом для увеличения урожайности и качества продукции, а также улучшения устойчивости растений к внешним факторам.

Апробация работы. Основные положения и результаты исследований доложены и обсуждены на международной научно-практической конференции «Сатпаевские чтения» (КазНУТУ им. К. Сатпаева, г. Алматы, 2023). Публикации. По теме диссертационной работы опубликована 1 статья.

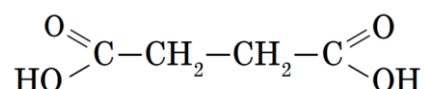
Объем и структура работы. Диссертация состоит из обозначений и сокращений, введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, результатов исследования, заключения, списка использованных

источников, включающего 45 источников. Текст диссертации иллюстрирована 3 таблицами, 2 диаграммами и 27 рисунками.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Химические свойства производных янтарной кислоты

Янтарная кислота, также известная как сукцинат, является уникальным примером дикарбоновой кислоты. Основными характеристиками ее молекулярной структуры являются две функциональные группы карбоксильных кислот (COOH), отличающиеся своей способностью к взаимодействию с другими химическими соединениями[1].



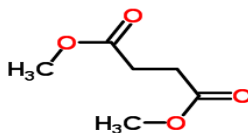
В своем природном состоянии янтарная кислота представляет собой белый кристаллический порошок. Один из главных аспектов, которые делают это вещество таким универсальным и ценным в промышленности и научных исследованиях, заключается в его растворимости. Янтарная кислота может растворяться в воде, а также во многих органических растворителях, что расширяет область его применения.

Янтарная кислота относится к слабым кислотам, что значит, что она способна реагировать с основаниями. Этот процесс ведет к образованию специфических соединений, известных как сукцинаты. Сукцинаты играют важную роль в множестве химических и биологических процессов, делая янтарную кислоту ценным компонентом в различных областях науки и технологии[1].

Производные янтарной кислоты, такие как этилендиаминовый эфир (EDSA), демонстрируют превосходные хелатирующие свойства. EDSA используется для обработки воды и сточных вод, позволяя эффективно связывать и удалять из воды ионы тяжелых металлов. В медицине он играет важную роль в лечении отравления металлами.

Что делает EDSA особенно эффективным в этом отношении, так это его высокая аффинность к металлам. Это достигается за счет его способности координировать металлы через атомы азота и кислорода в своей структуре. В результате этого процесса образуются координационные соединения, которые обычно представляют собой пяти- или шестичленные кольцевые структуры.

Другой важный производный продукт янтарной кислоты - диметиловый эфир (DMSE). DMSE часто используется в промышленности в качестве растворителя. Это соединение играет важную роль в производстве различных продуктов, включая лаки, краски, пластиковые материалы и множество других органических соединений.



DMSE обладает хорошей растворимостью как в воде, так и в органических растворителях, что делает его весьма удобным для использования в различных производственных процессах. Он также используется в качестве катализатора и сырьевого материала для производства многих других органических соединений.

В целом, янтарная кислота и ее производные занимают особое место в современной химии и биологии. Они обладают широким спектром свойств, которые делают их полезными для многих областей промышленности и научных исследований. Кроме того, они играют важную роль в некоторых фундаментальных биологических процессах, таких как цикл Кребса, где янтарная кислота используется в качестве промежуточного метаболита.

1.2 Комплексообразование металлов с производными янтарной кислоты

Комплексообразование металлов с производными янтарной кислоты - это процесс, при котором производные янтарной кислоты, такие как ее соли и эфиры, координируются с металлическими ионами, образуя стабильные координационные соединения.

Серебро является одним из металлов, с которыми образуются стабильные комплексы. Серебряные соли обладают бактерицидными свойствами и широко используются в медицине для лечения инфекций и заживления ран. Комплексы серебра с янтарной кислотой обычно образуются путем координирования одного или двух атомов кислорода из групповых функциональных групп кислоты с ионами серебра [15].

Медь также является металлом, с которым образуются стабильные комплексы. Медные соединения широко используются в производстве электроники, лекарств и других продуктов. Комплексы меди с янтарной кислотой обычно образуются путем координирования атомов кислорода и атомов азота из функциональных групп янтарной кислоты с ионами меди.

Координационные соединения металлов с янтарной кислотой могут иметь различную структуру в зависимости от способа координирования металла и кислоты. Некоторые соединения имеют линейную структуру, в то время как другие могут иметь кольцевую или трехмерную структуру [16].

Комплексообразование металлов с янтарной кислотой имеет несколько преимуществ. Во-первых, эти соединения обычно имеют высокую устойчивость и могут быть использованы в качестве катализаторов, пигментов и антибактериальных средств. Во-вторых, они могут быть использованы для обработки металлических поверхностей и защиты от коррозии. В-третьих, они могут использоваться в качестве промежуточных соединений в производстве других химических соединений.

Некоторые из соединений, получаемых в результате комплексообразования металлов с янтарной кислотой, имеют интересные свойства, которые могут быть использованы в различных областях. Например,

комплексы меди с янтарной кислотой обладают фотохимическими свойствами и могут использоваться в качестве фотокатализаторов в химических реакциях. Кроме того, некоторые комплексы серебра с янтарной кислотой обладают антиоксидантными свойствами и могут использоваться в качестве пищевых добавок[17].

Существует несколько методов синтеза комплексов металлов с янтарной кислотой, включая методы смешивания растворов, методы осаждения и методы взаимодействия в твердой фазе. Один из наиболее распространенных методов синтеза - метод смешивания растворов. Этот метод заключается в смешивании растворов металлической соли и янтарной кислоты в определенных пропорциях, что приводит к образованию соединения.

Комплексы металлов с янтарной кислотой могут также быть использованы в качестве моделирующих соединений для исследования различных свойств металлических соединений и их взаимодействия с другими химическими веществами. Например, комплексы меди с янтарной кислотой могут использоваться для изучения процессов окисления-восстановления меди и ее соединений[21].

В заключение, комплексообразование металлов с производными янтарной кислоты является важным процессом в химии металлов. Эти соединения обладают различными свойствами, которые могут быть использованы в различных областях, от медицины и электроники до пищевой промышленности и защиты металлических поверхностей от коррозии. Кроме того, комплексы металлов с янтарной кислотой могут использоваться как модельные соединения для исследования различных химических процессов и взаимодействия металлов с другими веществами[18].

1.3 Спектроскопические методы анализа комплексов меди и серебра с производными янтарной кислоты

Спектроскопические методы анализа являются важными инструментами для изучения структуры и свойств комплексов металлов, включая комплексы меди и серебра с производными янтарной кислоты. Эти методы позволяют определить характеристики связывания металлов с лигандами, а также свойства полученных комплексов, включая их структуру, свойства электронного переноса и кинетику реакций.

Один из самых распространенных спектроскопических методов для анализа комплексов металлов - инфракрасная (ИК) спектроскопия. ИК-спектроскопия может использоваться для определения типов связей между металлами и лигандами в комплексах меди и серебра с производными янтарной кислоты. Например, характеристические пики в диапазоне $1600-1650\text{ см}^{-1}$ в ИК-спектрах могут указывать на наличие связей карбоксилатных групп янтарной кислоты в комплексах меди и серебра.

Другой метод, используемый для изучения комплексов металлов, - электронная спектроскопия. Этот метод может использоваться для изучения свойств электронного переноса между металлом и лигандом в комплексах

меди и серебра с производными янтарной кислоты. Электронные спектры могут предоставить информацию о межэнергетических переходах в молекуле, а также о структуре и симметрии комплексов.

Кроме того, спектроскопические методы могут быть использованы для изучения изменений структуры и свойств комплексов металлов при изменении условий эксперимента, таких как изменение температуры, давления и pH. Это может быть полезно для изучения кинетических и термодинамических свойств комплексов и для оптимизации условий реакции.

Таким образом, спектроскопические методы анализа комплексов меди и серебра с производными янтарной кислоты могут быть использованы для изучения многих аспектов этих соединений, включая структуру, свойства, реакционную кинетику и термодинамику. Кроме того, эти методы могут быть использованы для изучения свойств комплексов металлов в различных приложениях, таких как катализ, электрохимия и биохимия[28].

Например, комплексы меди и серебра с производными янтарной кислоты могут использоваться в качестве катализаторов для ряда важных промышленных реакций, включая окисление алканов и альдегидов, гидрогенирование нитрохимических соединений и полимеризацию этилена. Спектроскопические методы могут быть использованы для изучения катализатора и реакционной кинетики, что может быть полезно для оптимизации процессов и повышения эффективности катализаторов.

Кроме того, комплексы металлов с производными янтарной кислоты могут использоваться в качестве моделей для изучения многих биологических систем, таких как металлопротеины и нуклеиновые кислоты. Спектроскопические методы могут быть использованы для изучения структуры и свойств этих моделей, что может быть полезно для понимания биологических процессов[23].

В заключение, спектроскопические методы анализа комплексов меди и серебра с производными янтарной кислоты являются мощным инструментом для изучения многих аспектов этих соединений, включая структуру, свойства, реакционную кинетику и термодинамику. Эти методы могут быть использованы в различных приложениях, таких как катализ, электрохимия и биохимия, и могут быть полезны для оптимизации процессов и разработки новых материалов и технологий [23].

1.4 Биологическая особенность и химический состав культуры сои

Соя (*Glycine max*) является одним из самых важных oleагинозных растений в мире, благодаря своим уникальным биологическим особенностям и химическому составу [10].

Биологическая особенность: Соя — однолетнее растение, которое относится к семейству бобовых. Особенностью сои является то, что она обладает способностью к симбиотическому азотфиксирующему обмену с

бактериями рода *Rhizobium*, что позволяет ей производить азот на собственных корнях. Эта способность позволяет сое произрастать на бедных по азоту почвах и улучшать их плодородие.

Соя также характеризуется коротким циклом роста, высоким урожайным потенциалом и хорошей устойчивостью к засухе, что делает ее подходящим выбором для многих агроэкосистем.

Химический состав: Семена сои обладают богатым химическим составом, включая белки, жиры, углеводы, витамины, минералы и важные фитохимические соединения [6].

- Белки: Соя является одним из наиболее значительных источников растительного белка, содержащего все необходимые аминокислоты, что делает его полноценным белком.
- Жиры: Богаты ненасыщенными жирными кислотами, особенно омега-3 и омега-6, что делает ее важным для сердечно-сосудистого здоровья.
- Углеводы: Содержание углеводов в сое достаточно низкое, большинство из них представлены в форме диетического волокна.
- Витамины и минералы: Соя содержит значительные количества витаминов группы В, витамина Е и К, а также таких минералов, как железо, кальций и магний.
- Фитохимические соединения: Соя содержит изофлавоны, которые демонстрируют антиоксидантные и эстрогенные свойства.

В целом, культура сои представляет собой ценный источник питания, который имеет широкое применение в различных отраслях пищевой промышленности, включая производство молочных заменителей, мясных аналогов, масла, соевого молока и т.д.[8].

1.5 Заболевания, встречающиеся в сое

Как и любое другое растение, соя может страдать от различных заболеваний, которые могут негативно повлиять на ее рост, развитие и урожайность [23]. Некоторые из наиболее распространенных заболеваний, которые встречаются в культуре сои, включают:

1. Фитофтороз (*Phytophthora root rot*) - это заболевание вызвано грибом *Phytophthora sojae*, который атакует корни растения, вызывая гниение и приводя к понижению урожайности.
2. Ржавчина (*Rust*) - это заболевание, вызванное грибами, которые атакуют листья и стебли растения, вызывая появление желтых или коричневых пятен и приводя к снижению урожайности.
3. Парша (*Leaf spot*) - это заболевание, вызванное грибами, которые атакуют листья и вызывают появление красных или коричневых пятен, что может привести к их иссушению и понижению урожайности.
4. Фузариоз (*Fusarium wilt*) - это заболевание, вызванное грибами, которые атакуют корни и стебли растения, вызывая бурое пожелтение и увядание листьев, а также снижение урожайности.

5. Бактериальный опухольный корень (Bacterial root rot) - это заболевание, вызванное бактериями, которые атакуют корни растения, вызывая их гниение и приводя к понижению урожайности.

Для борьбы с этими заболеваниями рекомендуется использовать семена высокого качества, проводить санитарную обрезку растений, следить за плотностью посева и использовать специальные препараты для защиты растений [30]. Также важно удалять зараженные растения и использовать севооборот, чтобы предотвратить распространение заболеваний в почве.

Таблица 1 - Заболевания сои: причины, симптомы и последствия [20]

Название заболевания	Возбудитель	Заражаемые части растения	Симптомы	Последствия
Фитофтороз	Грибок <i>Phytophthora sojae</i>	Корни растения	Гниение корней	Снижение урожайности
Ржавчина	Грибки	Листья и стебли	Желтые или коричневые пятна	Снижение урожайности
Парша	Грибки	Листья	Красные или коричневые пятна, иссушение листьев	Снижение урожайности
Фузариоз	Грибки	Корни и стебли	Бурое пожелтение и увядание листьев	Снижение урожайности
Бактериальный опухольный корень	Бактерии	Корни	Гниение корней	Снижение урожайности

1.6 Характеристика меди, серебра и влияние на рост и развитие растений

Серебро и медь, в своем спектре применения, занимают значимые позиции в разработке эффективных антимикробных, антигрибковых и дезинфекционных средств. Серебро, даже при своей минимальной концентрации, сохраняет выраженные антимикробные свойства, при этом оказывая лишь незначительное токсическое воздействие на биологические организмы [31]. Бактериальная клетка адсорбирует ионы серебра, сохраняя при этом жизнеспособность, но приостанавливает процесс деления. Медные частицы, в свою очередь, также препятствуют репродукции микроорганизмов. Ионы меди способствуют разрушению бактериальной клеточной оболочки и их последующему истреблению. Однако, стоит отметить, что оба элемента

быстро окисляются при контакте с воздухом, что требует их восстановления при помощи различных субстанций[9].

Препараты на основе меди, включая медный купорос, используются в агрономии для обработки почвы на заболоченных, нейтральных или слабощелочных участках, а также на постоянно переувлажненных территориях[25]. Они используются для предпосевной обработки семян и внекорневых подкормок сельскохозяйственных культур, исключая картофель и капусту. Медь влияет на процессы развития растений и их вход в фазу цветения. Она играет ключевую роль в процессах фотосинтеза, клеточного деления, синтеза и транспортировки сахаров из листьев. Адекватное содержание меди в питательной среде растений активизирует накопление витамина С в плодах и овощах, увеличивает содержание белка в зерновых культурах и сахара в корнеплодах. Благодаря меди повышается устойчивость растений к грибковым и бактериальным заболеваниям[25].

Препараты на основе серебра обладают широким спектром биологического воздействия на высшие растения. Влияние серебра на организм растения во многом связано с образованием комплексных соединений серебра, в частности, с замещением ионов меди, которые входят в состав активных форм ферментов и регуляторных белков. Наиболее выраженным механизмом воздействия ионов серебра на организм растений является ингибирование отклика клеток на фитогормон этилен, что приводит к соответствующему изменению баланса физиологических процессов. За период наблюдений в опытных вариантах достоверно увеличилось количество азотфиксирующих клубеньков на корнях соевых растений на 5,6.

С учётом того, что азотное питание сои во многом зависит от эффективности симбиотической азотфиксации клубеньковых бактерий, которые способны на 50-75% обеспечить растения сои этим элементом, стимулирование их образования способствует получению более высокого урожая. Содержание азота в семенах сои является определяющим для образования белка.

1.7 Получение комплексов меди и серебра с производными янтарной кислоты

В получении комплекса с нитратом меди использовались растворы деионизированной воды, гидроксида натрия (NaOH) 0,05 моль/л, нитрата меди $(\text{CuNO}_3)_2$ 0,003 моль/л, янтарной кислоты $(\text{CH}_2)_2(\text{COOH})_2$ – 0,03 моль/л. Все реагенты, из которых готовился раствор, применялись без дополнительной очистки. Получен комплекс из нитрата меди и янтарной кислоты [42].

В получении комплекса с нитратом серебра использовались растворы деионизированной воды, гидроксида калия (KOH) 0,05 моль/л, нитрата серебра AgNO_3 0,006 моль/л, янтарной кислоты $(\text{CH}_2)_2(\text{COOH})_2$ – 0,03 моль/л. Все реагенты, из которых готовился раствор, применялись без дополнительной очистки. Весь процесс проводился в темноте. Получен комплекс из нитрата серебра и янтарной кислоты.

В получении комплекса этилендиаминового эфира янтарной кислоты с нитратом меди использовались растворы деионизированной воды, карбонат натрия (Na_2CO_3) 0,023 моль/л, нитрата меди $(\text{CuNO}_3)_2$ 0,023 моль/л, этилендиаминового эфира янтарной кислоты (Ethylenediamine-N,N-disuccinic acid trisodium salt solution) – 0,023 моль/л. Все реагенты, из которых готовился раствор, применялись без дополнительной очистки. Получен комплекс из нитрата меди и этилендиаминового эфира янтарной кислоты [26].

В получении комплекса диметилового эфира янтарной кислоты с нитратом меди использовались растворы деионизированной воды, карбонат натрия (Na_2CO_3) 0,023 моль/л, нитрата меди $(\text{CuNO}_3)_2$ 0,023 моль/л, диметилового эфира янтарной кислоты (DMSE) – 0,023 моль/л. Получен комплекс из нитрата меди и диметилового эфира янтарной кислоты.

1.8 Характеристика комплексов методами УФ-видимой и ИК-спектроскопии

УФ-видимая и ИК-спектроскопия являются методами анализа химических соединений, которые широко используются для характеристики комплексов[40].

УФ-видимая спектроскопия позволяет определить электронную структуру соединения и связанную с ней энергию. При образовании комплексов происходят изменения в электронной структуре молекулы-лиганда и металла. В УФ-видимом спектре комплекса наблюдаются пики поглощения, которые соответствуют переходам электронов между различными энергетическими уровнями в комплексе. Величина смещения пика поглощения относительно пика поглощения молекулы-лиганда без металла (соответствующего свободному лиганду) свидетельствует об образовании комплекса. При этом величина смещения пика поглощения может быть использована для определения типа комплекса (октаэдрический, тетраэдрический и т.д.) и числа координационных связей [12].

ИК-спектроскопия позволяет определить химическую структуру соединения и тип связей, присутствующих в комплексе. ИК-спектр комплекса состоит из пиков, соответствующих вибрационным модам молекулы-лиганда и металла. При образовании комплекса происходят изменения в типе связей между молекулой-лигандом и металлом, что приводит к появлению новых пиков в ИК-спектре. Например, в случае образования комплекса с центральным ионом металла возникают пики, соответствующие вибрационным модам связи металл-лиганд [38].

Таким образом, УФ-видимая и ИК-спектроскопия позволяют определить структуру и свойства комплексов, что имеет важное значение в химической и биологической науке, фармацевтике и других отраслях промышленности.

1.9 Исследование кинетики образования комплексов

Один из методов исследования кинетики образования комплексов - это метод UV-Vis спектроскопии. В этом методе изучают поглощение света соединениями в УФ и видимой области спектра во время реакции. Реакционную систему можно разделить на две части: реагент и металл. Для начала реакции реагент и металл смешиваются, и после этого начинают измерять поглощение света на определенных длинах волн с определенным интервалом времени. Концентрация комплексов определяется по изменению поглощения света со временем. Используя полученные данные, можно построить кинетическую кривую и определить кинетические параметры реакции, такие как скорость образования комплексов и константу скорости[32].

Другой метод - это электрохимический метод, основанный на изменении потенциала при прохождении тока через раствор. Этот метод используется для изучения реакций, которые связаны с переносом электронов. В данном случае, реакция между металлом и янтарной кислотой является электрохимической реакцией, поскольку металл может отдавать электроны янтарной кислоте. Следовательно, в электрохимическом методе изменение потенциала отражает прогресс реакции, что позволяет изучать кинетику образования комплексов.

Кроме того, можно использовать другие методы, такие как спектроскопия ИК и ЯМР, для определения структуры комплексов и их свойств. Например, ЯМР-спектроскопия может быть использована для изучения изменений в химическом сдвиге ядер в молекуле янтарной кислоты в процессе образования комплексов[33].

Таким образом, исследование кинетики образования комплексов между серебром и медью с янтарной кислотой может быть выполнено с помощью различных методов, включая спектроскопические и электрохимические методы. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки, поэтому выбор метода зависит от характеристик реакции, образующихся комплексов и целей исследования.

В исследовании кинетики образования комплексов между серебром и медью с янтарной кислотой можно ожидать образования комплексов AgL и CuL , где L - янтарная кислота. Исследование кинетики образования этих комплексов может помочь понять скорость образования комплексов и механизмы образования, что может быть полезным для оптимизации синтеза этих соединений[34].

Например, в одном из исследований кинетики образования комплексов AgL и CuL было показано, что образование комплексов происходит по механизму второго порядка, т.е. скорость реакции зависит от квадрата концентрации реагентов. Кроме того, было показано, что образование комплексов быстрее происходит при повышенных температурах и при более низких значениях pH. Эти результаты могут быть использованы для оптимизации синтеза комплексов AgL и CuL .

Таким образом, исследование кинетики образования комплексов серебра и меди с янтарной кислотой может помочь понять скорость образования комплексов и механизмы образования, что может быть полезным для оптимизации синтеза этих соединений и их применения в различных областях, таких как катализ и медицина.

1.10 Определение стабильности и констант образования комплексов

Определение стабильности и констант образования комплексов серебра и меди с производными янтарной кислоты может быть проведено с помощью различных методов, таких как спектрофотометрия, потенциометрия и электрофорез.

Один из методов определения констант образования комплексов - это метод Job'a, основанный на изменении оптических свойств раствора комплекса при изменении соотношения между металлом и лигандом. В этом методе концентрации металла и лиганда в растворе изменяются, но их суммарная концентрация остается постоянной. Затем измеряется оптическая плотность раствора при каждом соотношении между металлом и лигандом, и полученные данные используются для вычисления константы образования комплекса[45].

Другой метод определения констант образования комплексов - это метод Бенсона-Кроуфорда, который основан на измерении электропроводности раствора. В этом методе проводятся измерения электропроводности раствора комплекса при различных концентрациях металла и лиганда. Из этих данных вычисляется константа образования комплекса [41].

Кроме того, константа образования комплекса может быть определена с помощью электрофореза. В этом методе комплексы мигрируют на электрическом поле со скоростью, зависящей от их заряда и размера. Измерение скорости миграции комплексов позволяет определить их заряд и размер, что может быть использовано для расчета константы образования комплекса.

Таким образом, определение стабильности и констант образования комплексов серебра и меди с производными янтарной кислоты может быть проведено с помощью различных методов, включая спектрофотометрию, потенциометрию, электрофорез и другие методы. Эти данные могут быть полезны для понимания химических свойств комплексов и их применения в различных областях, таких как катализ и медицина.

2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Исходные материалы

Магистерская диссертация выполнена в лаборатории инженерного профиля Казахского национального исследовательского технического университета им.К. И. Сатпаева в рамках проекта №AP09260644 «разработка многофункционального капсулированного состава для повышения урожайности бобовых культур» грантового финансирования комитета науки, Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Практическая работа выполнена с использованием лабораторного оборудования, контрольно-измерительных приборов и посуды:

- фильтровальная бумага
- полиэтиленовый пакет
- пластиковые контейнеры
- стеклянные стаканы 100 мл
- 250 мл стеклянные колбы
- магнит
- магнитная мешалка
- рН-метр/кондуктометр
- распылитель
- воронка
- сушильная печь
- биологический микроскоп-micmed-5
- краситель метиловый оранжевый
- предметное стекло
- препоравальная игла
- пипетка
- лабораторные аналитические весы
- ультрафиолетовая спектроскопия
- инфракрасная спектроскопия
- рентгеноструктурный анализ

Для работы с растворами нам понадобилось инструменты

Реактивы:

1. Янтарная кислота $C_4H_6O_4$
2. Диметилэфир янтарной кислоты $C_6H_{10}O_4$ 99% (жидкая)- 1.3 мл
3. Этилендиаминового эфира янтарной кислоты (Ethylenediamine-N,N-disuccinic acid trisodium salt solution) – 0,023 моль/л (жидкая) - 4,7 мл
4. Нитрат меди $Cu(NO_3)_2$ порошок 0.00243 мг $1 \cdot 10^{-5}$
5. Нитрат серебра $AgNO_3$ 0.017 мг $1 \cdot 10^{-5}$
6. Дистиллированная вода

Опыты были заложены в следующих вариантах:

Опыт 1 1 - семена диаметром Ø 3,0-5,0 в пластиковую посуду

2 - Ø 4,0-5,0

3 - Ø 2,0-3,0

Опыт 2 1 - семена диаметром Ø 3,0-5,0 на фильтровальной бумаге

2 - Ø 4,0-5,0

3 - Ø 2,0-3,0

2.2.1 Приготовление комплекса ЯК-Сu

Для получения комплекса ЯК-Сu были получены растворы:

1)раствор янтарной кислоты $(\text{CH}_2)_2(\text{COOH})_2$:

С помощью формулы определения концентрации раствора определена необходимая масса янтарной кислоты с концентрацией $3 \cdot 10^{-2}$ г/моль $(\text{CH}_2)_2(\text{COOH})_2$:

$$C_M = \frac{m}{V \cdot M}, \text{ отсюда:}$$

$$m = C_M \cdot M \cdot V = 3 \cdot 10^{-2} \cdot 119 \cdot 0,2 = 0,0714 \text{ г / моль}$$

Таким образом, для приготовления янтарной кислоты в стакане: янтарную кислоту взвешивали на аналитических весах массой 0,0714 г и смешивали с 20 мл ионизированной воды.

2)раствор нитрата меди:

$$m = C_M \cdot M \cdot V = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 188 \cdot 0,2 = 0,1128 \text{ г/моль}$$

Во второй стакан смешали 0,1128 г нитрата меди с 20 мл ионизированной воды.

С целью приведения раствора янтарной кислоты в нейтральную среду с перемешиванием в магнитном смесителе рН-метр (Conductivity Meter) был приведен к рН=7. Раствор янтарной кислоты с рН=7 и раствор нитрата меди перемешивали с помощью 30-минутного магнитной мешалки до полного растворения.



Рисунок 1 – Процесс приготовления комплекса ЯК – Cu

Полученный темно-синий раствор отфильтровывали на фильтровальной бумаге, а на 24 часа фильтровальную бумагу помещали в сушильную печь.

Порошок, полученный в концентрации 0,01%, смешивали с водой для получения комплексного раствора, состоящего из янтарной кислоты и ионов меди.

2.2.2 Приготовление комплекса ЯК-Ag

В получении комплекса с нитратом серебра использовались растворы деионизированной воды, гидроксида калия (KOH) 0,05 моль/л, нитрата серебра AgNO_3 0,006 моль/л, янтарной кислоты $(\text{CH}_2)_2(\text{COOH})_2$ – 0,03 моль/л.

1) раствор янтарной кислоты $(\text{CH}_2)_2(\text{COOH})_2$:

С помощью формулы определения концентрации раствора определена необходимая масса янтарной кислоты с концентрацией $3 \cdot 10^{-2}$ г/моль $(\text{CH}_2)_2(\text{COOH})_2$:

$$C_M = \frac{m}{V \cdot M}, \text{ отсюда:}$$

$$m = C_M \cdot M \cdot V = 3 \cdot 10^{-2} \cdot 119 \cdot 0,2 = 0,0714 \text{ г / моль}$$

Таким образом, для приготовления янтарной кислоты: в стакане янтарную кислоту взвешивали на аналитических весах массой 0,0714 г и смешивали с 20 мл ионизированной воды.

2) раствор нитрата серебра:

$$m = C_M \cdot M \cdot V = 6 \cdot 10^{-3} \cdot 170 \cdot 0,2 = 0,204 \text{ г/моль}$$

Во второй стакан смешали 0,204 г нитрата серебра с 20 мл ионизированной воды и оставили на магнитной мешалке на 30 минут в темноте.

С целью приведения раствора янтарной кислоты в нейтральную среду с перемешиванием в магнитном смесителе рН-метр (Conductivity Meter) был приведен к рН-7. Раствор янтарной кислоты с рН=7 и раствор нитрата серебра перемешали. Весь процесс проводился в темноте.



Рисунок 2 – процесс приготовления комплекса ЯК – Ag

Полученный белый раствор отфильтровывали на фильтровальной бумаге и на 72 часа фильтровальную бумагу помещали в сушильную печь.

Порошок, полученный в концентрации 0,01%, смешивали с водой для получения комплексного раствора, состоящего из янтарной кислоты и ионов серебра.

2.2.3 Приготовление комплекса ДМЯК-Cu

В получении комплекса с диметиловым эфиром янтарной кислоты и нитратом меди использовались растворы деионизированной воды, карбоната натрия (Na_2CO_3) 0,023 моль/л, нитрата меди CuNO_3 0,023 моль/л, DMSE (Dimethylsuccinate) – 0,023 моль/л.

1) Раствор DMSE:

$$m = pV = V = \frac{M}{p},$$

$$p = 1,17 \text{ мл, отсюда:}$$

$$m = 0,023 * 146 = 3,358 \text{ г, отсюда:}$$

$$V = \frac{3,358 \text{ г}}{1,17 \text{ мл}} = 3 \text{ мл.}$$

Таким образом, для приготовления раствора DMSE в стакане: DMSE взяли пипеткой 3 мл и смешивали с 50 мл бидистиллированной воды и на 15 минут ставили на магнитную мешалку, при этом закрыв горло стакана фольгой.

2) Раствор карбоната натрия:

$$m = n * M, \text{ отсюда:}$$

$$m = 0,023 * 106 = 2,44 \text{ г/моль}$$

Карбонат натрия взвешивали на аналитических весах массой 2,44 г и смешивали с 50 мл ионизированной воды.

По истечению 15 минут на магнитной мешалке раствора DMSE резко добавили к нему раствор карбоната натрия, закрыв горло стакана фольгой. Раствор мешали на магнитной мешалке 30 минут при 50 градусах С

3) Раствор нитрата меди:

$$m = 0,023 * 250 \text{ моль} = 5,75 \text{ г}$$

В третий стакан смешали 5,75 г нитрата меди и 50 мл бидистиллированной воды и добавили данный раствор в раствор из карбоната натрия и DMSE, мешали на магнитной мешалке 30 минут при 60 градусах С.

После 30 минут полученный темно-синий раствор отфильтровывали на фильтровальной бумаге и на 24 часа фильтровальную бумагу помещали в сушильную печь при 50 градусах.

Порошок, полученный в концентрации 0,01%, смешивали с водой для получения комплексного раствора, состоящего из DMSE, карбоната натрия и ионов меди.



Рисунок 3 – Процесс приготовления комплекса DMSE - Cu

2.2.4 Приготовление комплекса ЭДЯК-Сu

В получении комплекса с этилендиаминовым эфиром янтарной кислоты и нитратом меди использовались растворы деионизированной воды, карбоната натрия (Na_2CO_3) 0,023 моль/л, нитрата меди CuNO_3 0,023 моль/л, EDSA (Ethylendiamine-N,N-disuccinic acid trisodium salt solution) ($\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{N}_2\text{Na}_3\text{O}_8$) – 0,023 моль/л.

1) Раствор карбоната натрия:

$$m = n * M, \text{ отсюда:}$$

$$m = 0,023 * 106 = 2,44 \text{ г/моль}$$

Таким образом, для приготовления раствора карбоната натрия в стакане карбонат натрия взвешивали на аналитических весах массой 2,44 г и смешивали с 50 мл ионизированной воды и на 30 минут ставим в ультразвуковую баню.

2) Раствор EDSA:

$$m = pV = V = \frac{M}{p},$$

$$p = 1,449 \text{ мл, отсюда:}$$

$$m = 0,023 * 292,3 = 6,716 \text{ г, отсюда:}$$

$$V = \frac{6,716 \text{ г}}{1,449 \text{ мл}} = 4,7 \text{ мл.}$$

Во второй стакан смешали 4,7 мл EDSA с 50 мл ионизированной воды. Перемешали на магнитной мешалке, разогретой до 50 градусов С 15 минут.

Раствор карбоната натрия и EDSA смешали и поставили на магнитную мешалку, разогретую на 60 градусов С на 30 минут.

3) Раствор нитрата меди:

$$m = 0,023 * 250 \text{ моль} = 5,75 \text{ г}$$

В третий стакан смешали 5,75 г нитрата меди и 50 мл ионизированной воды и на 30 минут ставим в ультразвуковую баню. По истечению 30 минут раствор нитрата меди добавили в смешанный раствор карбоната натрия и

EDSA, снова оставили мешаться 150 мл раствора на 30 минут в магнитной мешалке, разогретой до 60 градусов С.

Полученный темно-синий раствор отфильтровывали на фильтровальной бумаге и на 24 часа фильтровальную бумагу помещали в сушильную печь при 50 градусах.

Порошок, полученный в концентрации 0,01%, смешивали с водой для получения комплексного раствора, состоящего из EDSA, карбоната натрия и ионов меди.



Рисунок 4 – Процесс приготовления комплекса EDSA - Cu

2.3 Посадка сортов сои в лабораторных условиях

ГОСТ 12044-93 «Семена сельскохозяйственных культур. В соответствии с методикой определения заработной платы» проведен контроль посадочного материала сои, загрязнения семян и их морфометрических и физиологических параметров.

В качестве объекта исследовательской работы использовались сорта сои «Ультра», «Нур», «Прогресс». Сорта сои обрабатывали предварительно синтезированным комплексом, раствором янтарной кислоты и водой. Затем на один рулон бумаги помещали 15 штук семян сои на расстоянии 1 см. Сверху была сбрызгана дистиллированная вода, помещена еще одна фильтровальная бумага и упакован полиэтиленовый пакет (рис.5).



Рисунок 5 – Процесс подготовки семян сои к исследованию по ГОСТ 12044-93

Проба выполнена в 3 параллельных случаях и определены их средние показатели. Полученные 3 пробы помещали в пластиковые емкости, а сверху заливали подготовленные растворы (рис.6).



Рисунок 6 – Определение экспериментальных и контрольных образцов семян сои рулонным методом по ГОСТ 12044-93

Следующий эксперимент был проведен на почве. В почву, помещенную в пластиковые емкости, высаживают 15 семян соевой культуры и поливают синтезированными растворами и водой (рис.7).



Рисунок 7 – Посадка в грунт экспериментальных и контрольных образцов семян сои по ГОСТ 12044-93

2.4 Фенологический контроль

Фенологический контроль в лабораторных условиях рассматривался в зависимости от стадии роста и развития растения сои. Период роста и развития сои:

- Проращивание рассады: это период, когда семена прорастают и растения начинают выходить на поверхность почвы;
- Развитие листьев: период, когда семена сои начинают активно разрушаться, постепенно их площадь и толщина увеличиваются;
- Развитие цветов: в этой структуре соевое растение начинает цвести;
- Образование бутонов: после опыления цветов появляются бутоны соевых бобов;
- Развитие плодов: период, когда начинают расти почки и созревают плоды сои.

Фенологический контроль проводился над растениями сои в почве и в рулоне. Контроль был взят из 3 проб и получены их средние значения.

Началом фазы роста и развития растений сои считается момент, когда 10-20% из них достигли этой фазы. А полное начало фазы считалось 70-80% от стадии распространения растения.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Результаты комплексообразования

В результате янтарная кислота с ионами меди и серебра – стабилизатор роста растений и стрессовый адаптоген: увеличивает живучесть к неблагоприятному воздействию охватывающей среды, инициирует распускание и повышает урожайность. Она быстро разлагается в грунте и не загрязняет опоясывающую среду. Максимальный результат достигается при обработке молодых растений.

Работа в лаборатории начался в январе 2023 года 23.01.2023.

В качестве посадочного материала были взяты сорта сои «Ультра», «Нур», «Прогресс».

На рисунке 8 представлены результаты исследований комплекса ЯК-Сu методом ультрафиолетовой видимой спектроскопии, а также коллоидных растворов $(\text{CuNO}_3)_2$ и $(\text{CH}_2)_2(\text{COOH})_2$. Спектр поглощения раствора нитрата меди характеризуется максимумом с длиной волны $\lambda = 222$ нм, что указывает на образование ионов меди. Установлено, что 0,01%-ный раствор комплекса ЯК-серебро имеет УФ-зону 215 нм, где происходит выраженное комплексообразование. Коллоидный раствор янтарной кислоты также показывает, что он образует пика при ультрафиолетовой спектроскопии $\lambda = 205$ нм.

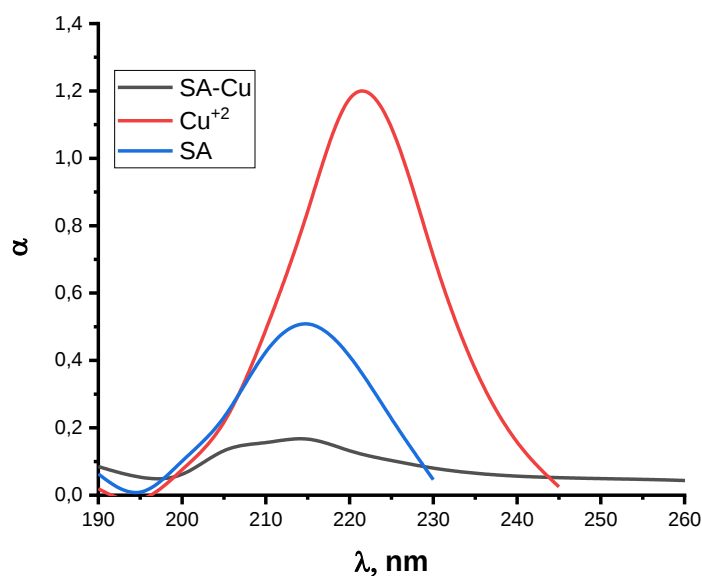


Рисунок 8 – Спектры поглощения нитрата меди, комплекса ЯК-Сu, коллоидных растворов янтарной кислоты по УФ-спектроскопии.

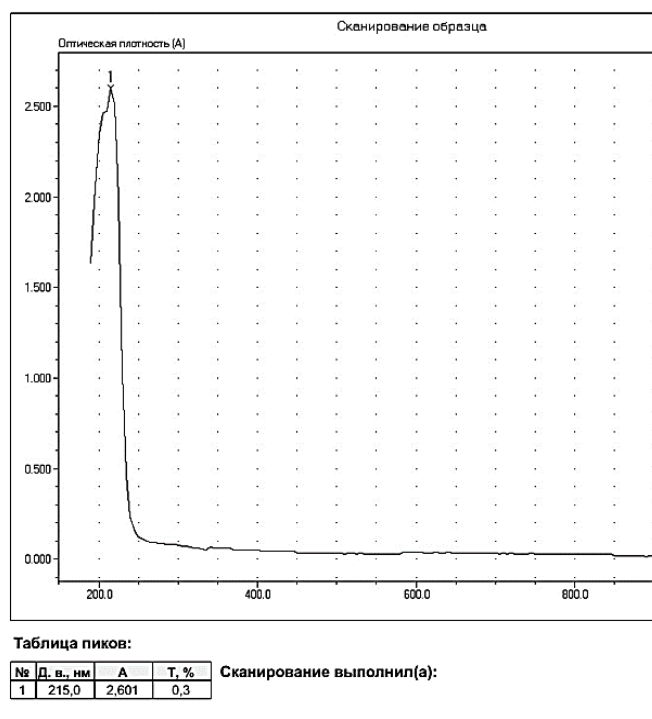


Рисунок 9 – Спектры поглощения нитрата меди, комплекса ЯК-Ag, коллоидных растворов янтарной кислоты по УФ-спектроскопии.

Из янтарной кислоты $(\text{CH}_2)_2(\text{COOH})_2$, соответствующей концентрации $3 \cdot 10^{-2}$ г/моль, 2 отмеряют 0,0714 г и растворяют в 20 мл деионизированной воды. Затем он приводится к pH=7 с целью отображения фактического показателя в pH-метре через раствор NaOH. Для приготовления раствора нитрата меди 0,1128 г (CuNO_3) в порошкообразном состоянии смешивают с 20 мл ионизированной воды. Затем в кондуктометре капельно титруют раствор нитрата меди в раствор янтарной кислоты. Таким образом, через указанные значения в титрованном виде был построен график (рис.10).

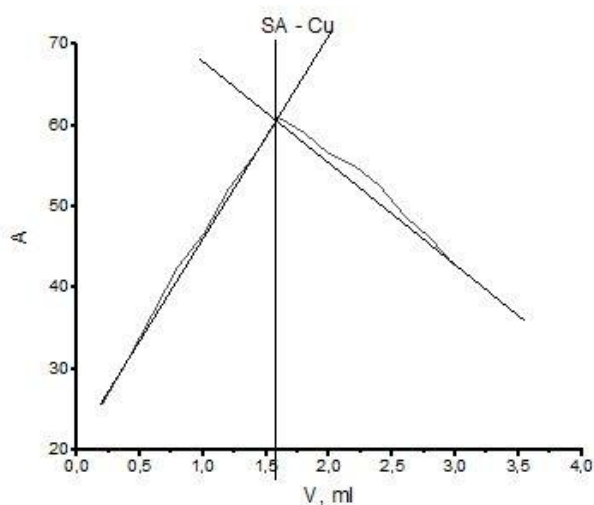


Рисунок 10 – Спектры поглощения коллоидного раствора комплекса Як-Cu

При кондуктометрическом титровании комплекса янтарной кислоты и серебра электрическая проводимость раствора контролируется, поскольку NaOH постепенно добавляется к раствору Як-Ag. Первоначально раствор имеет низкую проводимость, потому что комплекс сукцината серебра является слабым электролитом и не полностью диссоциирует в растворе. Однако при добавлении NaOH он реагирует с карбоксилатными группами в комплексе Як-Ag с образованием высоко диссоциированных соединений карбоксилата натрия. Это приводит к увеличению электропроводности раствора.

В точке эквивалентности титрования весь Як-Ag в растворе реагирует с NaOH, что приводит к внезапному увеличению электропроводности из-за полной диссоциации карбоксилата натрия. Точку эквивалентности можно определить, построив график изменения электропроводности в зависимости от объема добавленного NaOH и рассчитав внезапное увеличение электропроводности (рис 11).

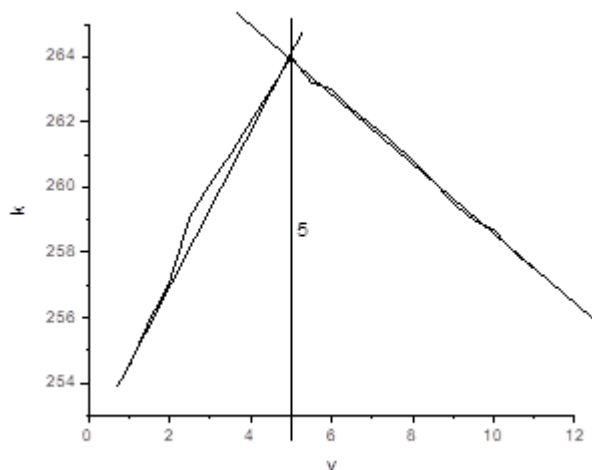


Рисунок 11 – Спектры поглощения коллоидного раствора комплекса Як-Ag.

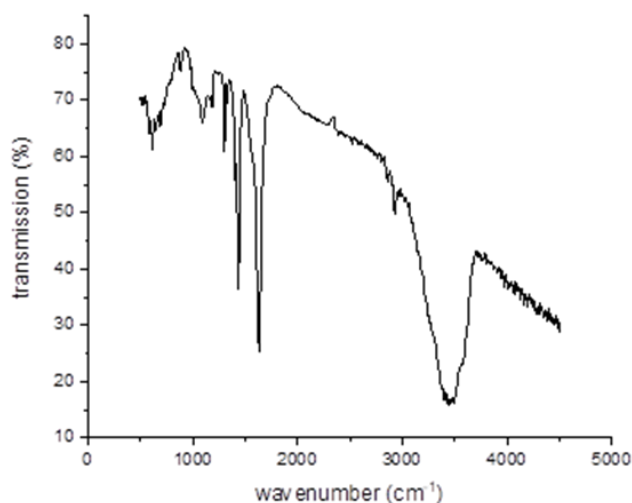


Рисунок 12 – ИК спектры поглощения комплекса Як-Cu.

Инфракрасные спектры ЯК-Ag могут предоставить информацию о колебательных режимах молекулярных связей в соединении. В частности, инфракрасная спектроскопия используется для изучения функциональных групп, присутствующих в молекуле, таких как группы карбоновой кислоты в янтарной кислоте, и связей между ионами серебра и карбоксилатными группами.

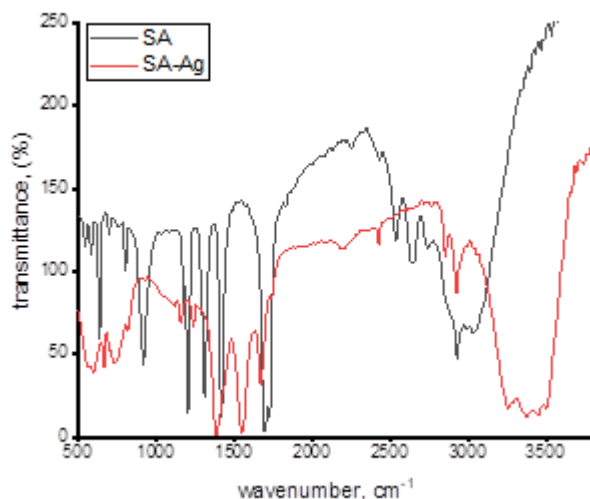


Рисунок 13 – ИК спектры поглощения комплекса Як-Ag.

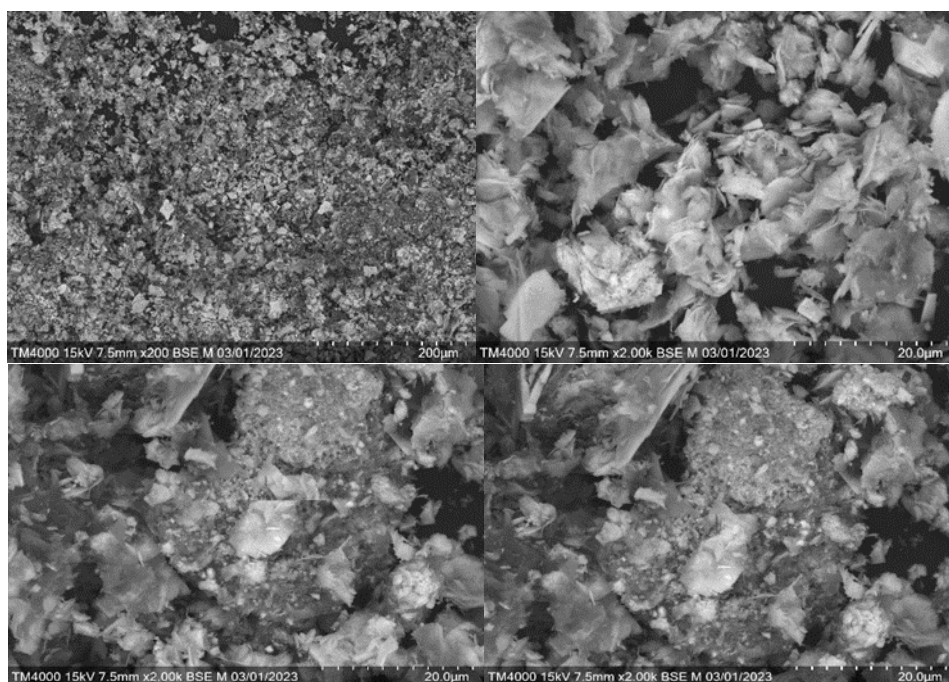


Рисунок 14 – Изображения поверхности образца комплекса Як-Ag с помощью сканирующего электронного микроскопа (SEM TM4000).

При увеличении частицы комплекса Як-Ag могут напоминать скопления неправильной формы или кристаллы с четко очерченными поверхностями и

краями. На структуру и морфологию частиц могут влиять такие факторы, как метод извлечения, условия, в которых сформировался образец, и любая последующая обработка после синтеза.

Помимо предоставления информации о морфологии и структуре поверхности образца, СЭМ-визуализация также может использоваться для изучения элементного состава образца с использованием таких методов, как энергетическая дисперсионная рентгеновская спектроскопия (EDS) (рис.15). Это позволяет идентифицировать различные элементы в образце, которые могут предоставить важную информацию о химическом составе и структуре материала.

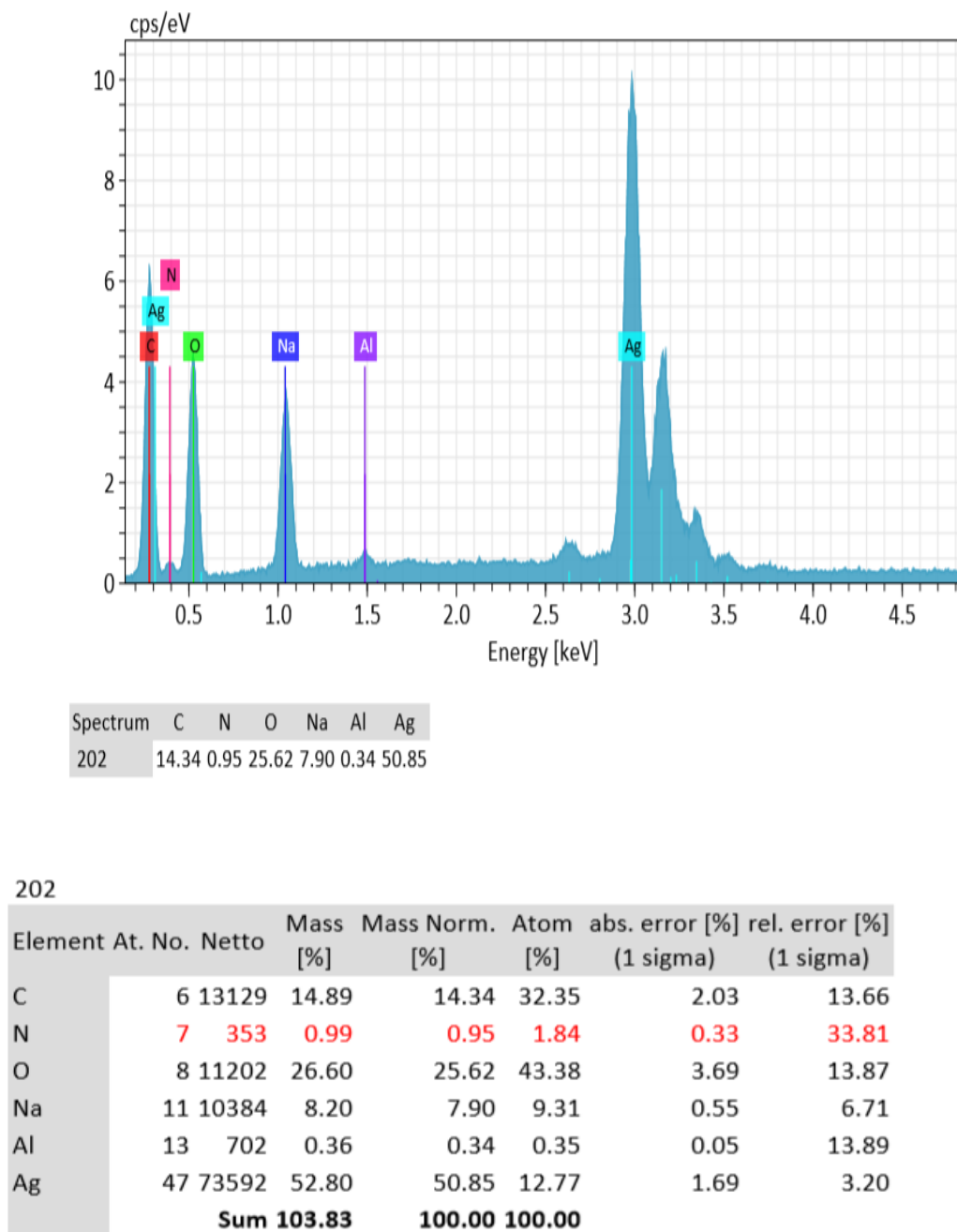


Рисунок 15 – Элементный состав комплекса Як-Ag с помощью энерго-дисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS).

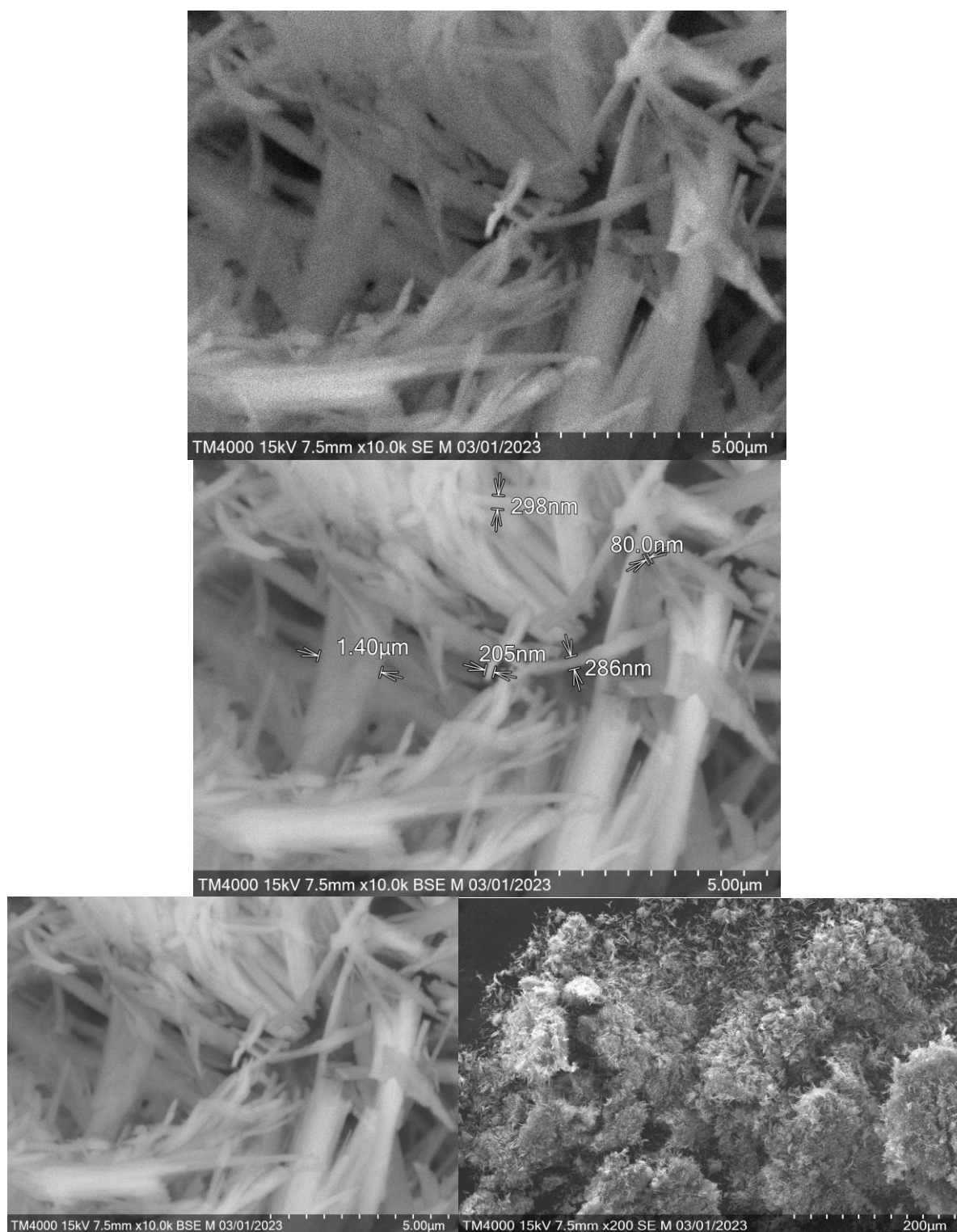
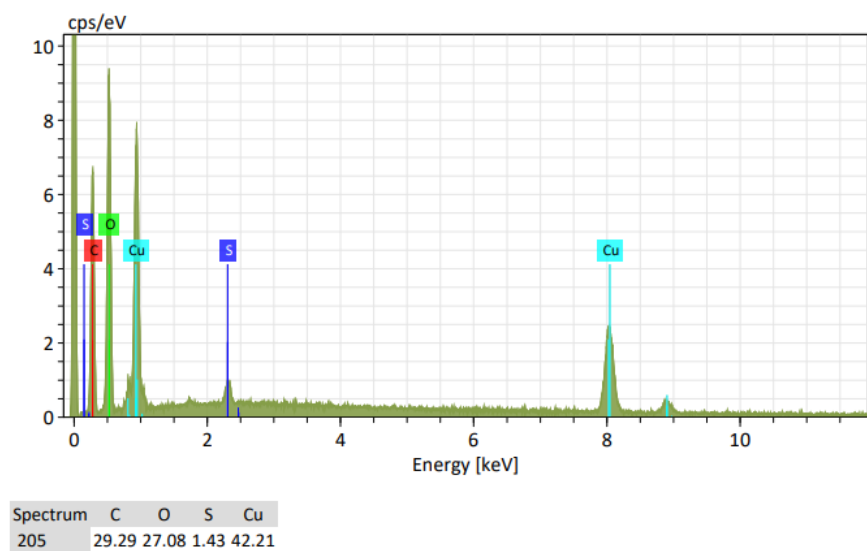


Рисунок 16 - Изображения поверхности образца комплекса Як-Си с помощью сканирующего электронного микроскопа (SEM TM4000).



205							
Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Mass Norm. [%]	Atom [%]	abs. error [%] (1 sigma)	rel. error [%] (1 sigma)
C	6	18266	17.51	29.29	50.39	2.29	13.10
O	8	28265	16.19	27.08	34.97	2.03	12.53
S	16	3250	0.85	1.43	0.92	0.06	7.11
Cu	29	21840	25.23	42.21	13.72	0.84	3.35
Sum			59.78	100.00	100.00		

Рисунок 17 – Элементный состав комплекса Як-Cu с помощью энерго-дисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS).

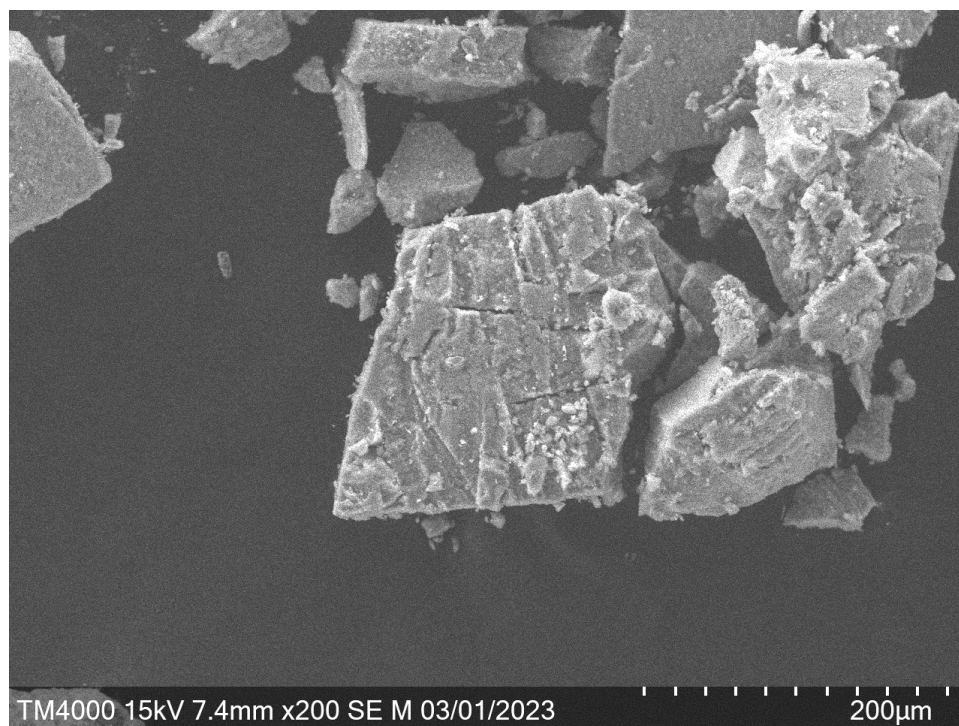
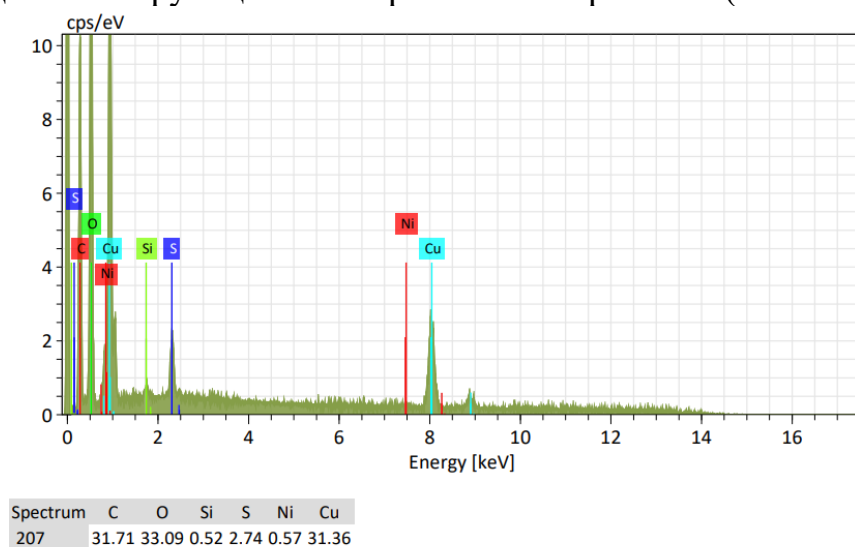


Рисунок 18 – Изображения поверхности образца комплекса EDSA-Cu с помощью сканирующего электронного микроскопа (SEM TM4000).



207							
Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Mass Norm. [%]	Atom [%]	abs. error [%] (1 sigma)	rel. error [%] (1 sigma)
C	6	19768	18.18	31.71	49.67	2.36	12.98
O	8	31842	18.97	33.09	38.91	2.35	12.37
Si	14	991	0.30	0.52	0.35	0.04	14.27
S	16	6087	1.57	2.74	1.61	0.09	5.49
Ni	28	432	0.33	0.57	0.18	0.05	13.84
Cu	29	15660	17.97	31.36	9.28	0.62	3.43
Sum			57.31	100.00	100.00		

Рисунок 19 – Элементный состав комплекса EDSA – Cu с помощью энерго-дисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS).

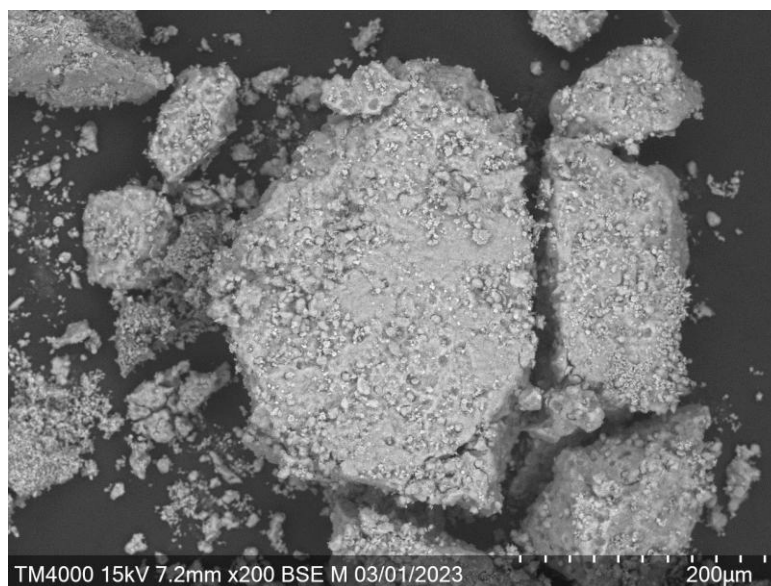
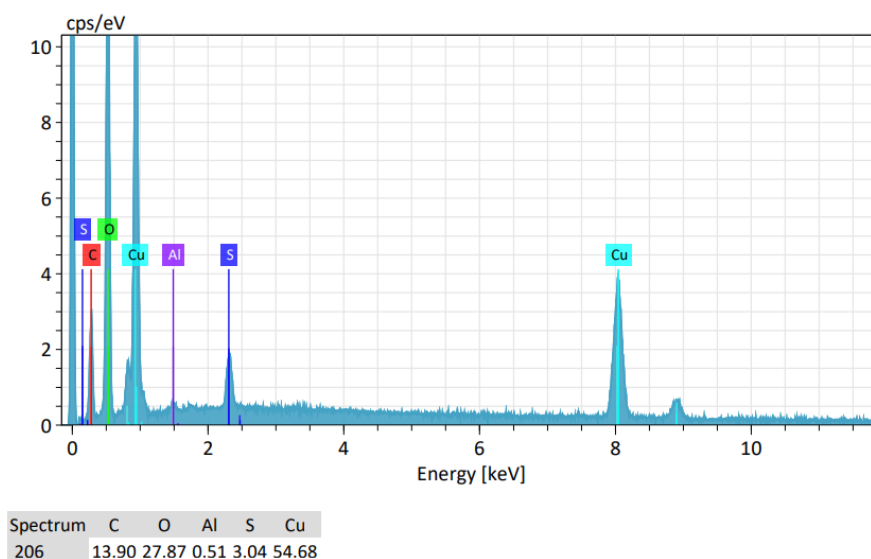


Рисунок 18 – Изображения поверхности образца комплекса DMSE – Cu с помощью сканирующего электронного микроскопа (SEM TM4000).



206							
Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Mass Norm. [%]	Atom [%]	abs. error [%] (1 sigma)	rel. error [%] (1 sigma)
C	6	6158	8.46	13.90	29.88	1.30	15.39
O	8	31596	16.97	27.87	44.97	2.10	12.40
Al	13	623	0.31	0.51	0.48	0.05	15.21
S	16	5706	1.85	3.04	2.45	0.10	5.27
Cu	29	25361	33.29	54.68	22.21	1.10	3.31
Sum			60.88	100.00	100.00		

Рисунок 21 – Элементный состав комплекса DMSE – Cu с помощью энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS).

3.2 Фитопатологическая экспертиза урожая сои

Известно, что к наиболее распространенным заболеваниям соевых культур относятся септориоз, церкоспороз, переноспороз, бактериоз, аскохитоз, антракноз и др.

Исследование, проведенное с использованием биологического микроскопа, показало, что патогенные организмы, обнаруженные в сортах сои, были возбудителями бактериоза (*Pseudomonas syringae glycinea*) и грибом плесени. В результате фенологического исследования видно, что экспериментальный образец сортов сои на 18% ниже контрольного образца (водопроводная вода) и на 26% ниже контрольного образца (раствор янтарной кислоты). В результате микологического исследования эти показатели доказываются (рис.22,23).



Рисунок 22 – Посевы сои, пораженные патогенными болезнетворными микроорганизмами.

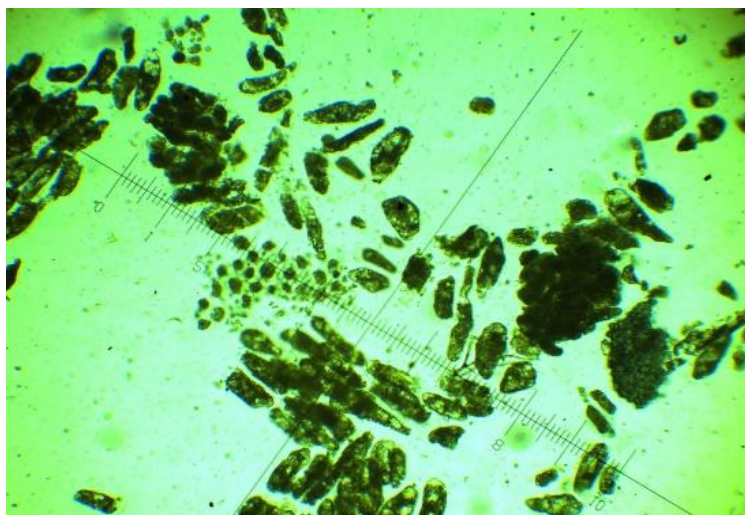


Рисунок 23 – Микрофотография посевов сои, пораженных возбудителями бактериоза (*Pseudomonas syringae glycinea*).

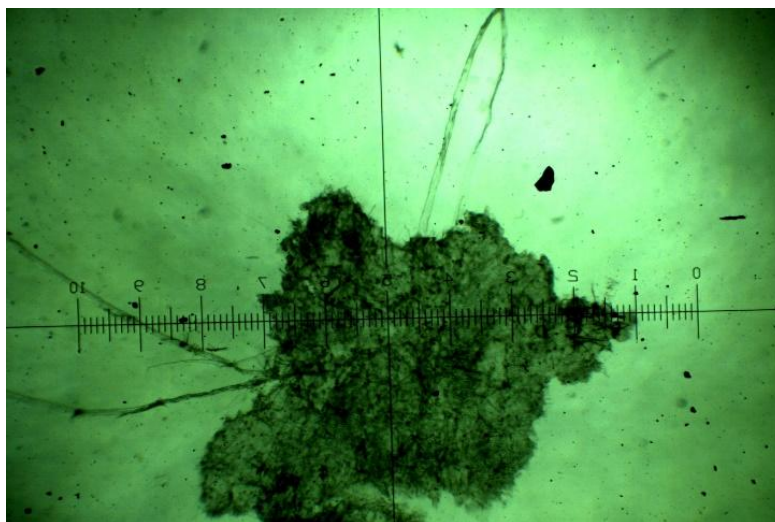


Рисунок 24 - Микрофотография урожая сои, зараженной грибком плесени.

Возбудитель бактерий *Pseudomonas syringae glycinea* чаще всего встречается в листьях, семенах соевого растения. На ранних стадиях он начинает выглядеть как небольшое маслянистое угловатое пятно. Со временем пятна увеличиваются и становятся темно-коричневыми. При высокой влажности пятна имеют форму беловатой жидкости. В сухой среде он высыхает и принимает форму блестящего пятна. А потом со временем он рвется и засыхает.

По показателям поражения патогенами сортов сои, выращенных в рулоне и почве, можно заметить, что 32% контрольного образца сортов сои (водопроводная вода), 40% контрольного образца (раствор янтарной кислоты), 14% опытного образца заражены патогенными возбудителями болезней (таблицы 1,2). Это говорит о том, что комплексы обладают способностью проявлять фунгицидные свойства. Причины повреждения посевов сои выявленными возбудителями бактериоза могут быть вызваны появлением на посевном поле других семян растений при сборе семенного материала, повреждением хранилища семян патогенными возбудителями и неправильным соблюдением санитарных работ.

3.3 Морфометрические и физиологические показатели урожая сои

В ходе исследования экспериментальный образец сортов сои «Ультра», «Прогресс», «Нур», обработанные комплексами Як-Си и Як-Аг, синтезированным в течение 23 дней, и контрольные образцы, обработанные водопроводной водой и раствором янтарной кислоты, сравнивали по морфометрическим и физиологическим показателям (рис.25-27). Выявлен период вегетационного развития сортов сои, т. е. результат прорастания за 23 дня, а также показатели поражения патогенными организмами (табл.2,3).

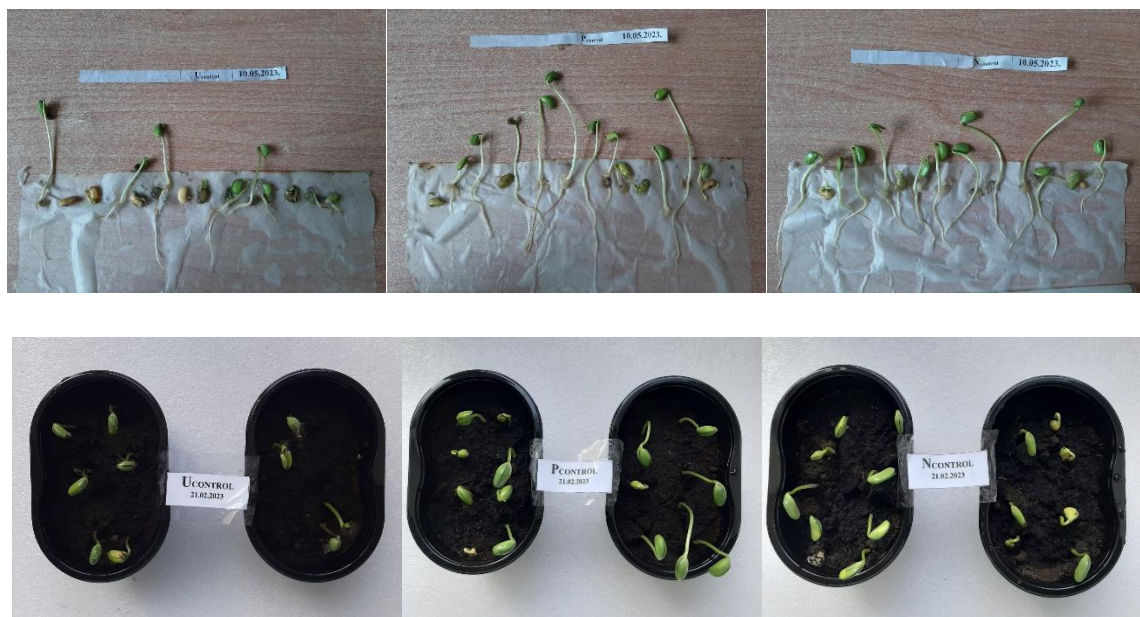


Рисунок 25 – Контрольные (водные) образцы проросшей сои за 7 дней: сорта а - «Ультра», b - «Прогресс», с - «Нур»



Рисунок 26 – Экспериментальные образцы, поливаемые комплексом SA-Cu проросших соевых культур за 7 дней: сорта а - «Ультра», b - «Прогресс», с - «Нур»



Рисунок 27 – Экспериментальные образцы, поливаемые комплексом SA-Ag проросших соевых культур за 7 дней: сорта а - «Ультра», б - «Прогресс», с - «Нур»

По результатам фенологических показателей установлено, что культуры сои, выращенные в почве, имеют более высокие морфометрические и физиологические показатели, чем культуры, выращенные в рулоне (табл.3,4).

В частности, 59% культур сортов сои, выращенных в рулоне контрольного образца, 90% культур, орошаемых раствором янтарной кислоты, 90% культур, орошаемых комплексом, показали рост. Хорошо проросло 84% контрольного образца, выращенного в почве, 90% соевых культур, выращенных в растворе янтарной кислоты, 95% культур, выращенных в комплексе.

Контрольные и экспериментальные образцы сортов сои, изготовленные с водой (водопроводная вода) и комплексом Як-Си, поливали и сравнивали значения проросших растений в процентах. На рисунках 14,15 показаны показатели высокой урожайности урожая сои, выращенной в рулоне и почве, за 23 дня.

Таблица 2 – Результат вегетационного периода развития и прорастания урожая сои по рулонному методу за 23 дня, %

Вегетационный период, сутки	Проращивание контрольных образцов, %								
	«Ультра»			«Прогресс»			«Нур»		
	Проросшие	Не проросшие	Больные	Проросшие	Не проросшие	Больные	Проросшие	Не проросшие	Больные
4	100	-	-	100	-	-	100	-	-
7	93	7	29	93	7	18	100	-	-
10	91	9	40	60	40	29	58	42	22
14	80	20	27	53	47	38	58	42	9
17	71	29	47	58	42	31	60	40	7
20	71	29	47	49	51	42	58	42	9
23	67	33	56	53	47	40	58	42	18
Проращивание экспериментальных образцов SA-Cu, %									
4	100	-	-	100	-	-	100	-	-
7	93	7	2	100	-	2	100	-	-
10	93	7	11	91	9	2	100	-	2
14	91	9	11	89	11	2	93	7	4
17	89	11	16	87	13	4	93	7	7
20	89	11	18	89	11	13	93	7	7
23	87	13	18	89	11	13	93	7	11
Проращивание экспериментальных образцов SA-Ag, %									
4	100	-	-	100	-	-	100	-	-
7	100	-	-	100	-	-	100	-	-
10	100	-	-	100	-	-	100	-	-
14	100	-	-	100	-	-	100	-	-
17	100	-	-	100	-	-	100	-	-
20	100	-	-	100	-	-	100	-	-
23	100	-	-	100	-	-	100	-	-

Таблица 3 - Результат вегетационного периода и прорастания урожая сои, выращенной в почве, в течение 23 дней, %

Вегетационный период, сутки	Проращивание контрольных образцов, %								
	«Ультра»			«Прогресс»			«Нур»		
	Проросшие	Не проросшие	Больные	Проросшие	Не проросшие	Больные	Проросшие	Не проросшие	Больные
4	80	-	-	100	-	-	98	-	-
7	80	20	9	100	-	7	98	-	7
10	73	27	13	100	-	13	98	-	13
14	73	27	20	100	-	20	98	-	13
17	73	27	20	93	7	20	98	-	13
20	73	27	20	87	13	27	98	-	20
23	73	27	20	80	20	27	98	-	27
Проращивание экспериментальных образцов SA-Cu, %									
4	100	-	-	100	-	-	100	-	-
7	100	-	-	100	-	-	100	-	2
10	93	7	2	100	-	4	100	-	2
14	93	7	11	100	-	4	100	-	2
17	93	7	18	93	7	11	100	-	7
20	93	7	18	93	7	13	100	-	7
23	93	7	18	93	7	13	100	-	7
Проращивание экспериментальных образцов SA-Ag, %									
4	100	-	-	100	-	-	100	-	-
7	93	7	-	100	-	13	100	-	11
10	93	7	11	91	9	22	100	-	16
14	91	9	16	89	11	22	93	7	16
17	89	11	22	87	13	22	93	7	16
20	89	11	22	89	11	27	93	7	27
23	87	13	29	89	11	27	93	7	27

По результатам проведения исследования за 23 дня показатель проросшего контрольного образца сортов сои в целом в рулоне и почве составил 72%. А результат сортов сои, поливаемых раствором янтарной кислоты, показал 90%. 32% контрольного образца (орошаемого водопроводной водой) сортов сои, 40% контрольного образца (Янтарная кислота), 14% опытного образца заражены патогенными патогенами.

В результате фенологического контроля было обнаружено, что контрольные образцы сои, политые водой, содержат не проросшие и больные семена. А соевые культуры, орошаемые комплексом Як-Си, имеют гораздо меньшее количество низкорослых и больных растений, чем контрольные образцы. Доказано, что раствор комплекса Як-Ag эффективен для проращивания и уничтожения патогенных заболеваний семян сои, обеззараживания. Это указывает на то, что Янтарная кислота влияет на формирование и рост растения. А ионы меди и серебра обладают способностью уничтожать патогенные организмы.

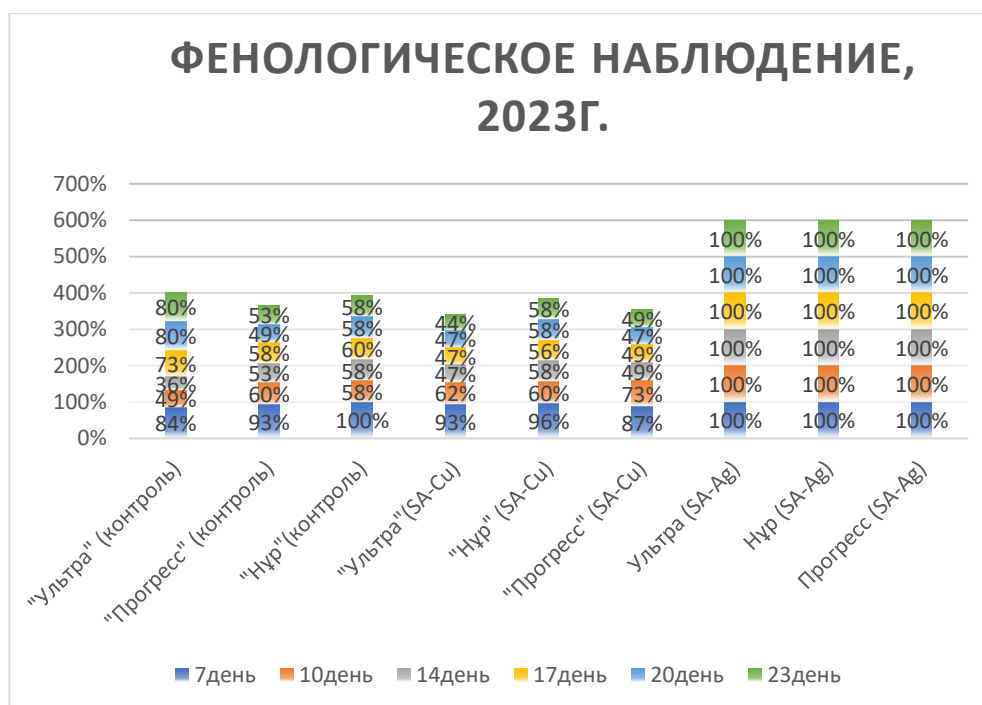


Диаграмма 1 – Результат фенологического контроля роста и развития культуры сои по рулонному методу.

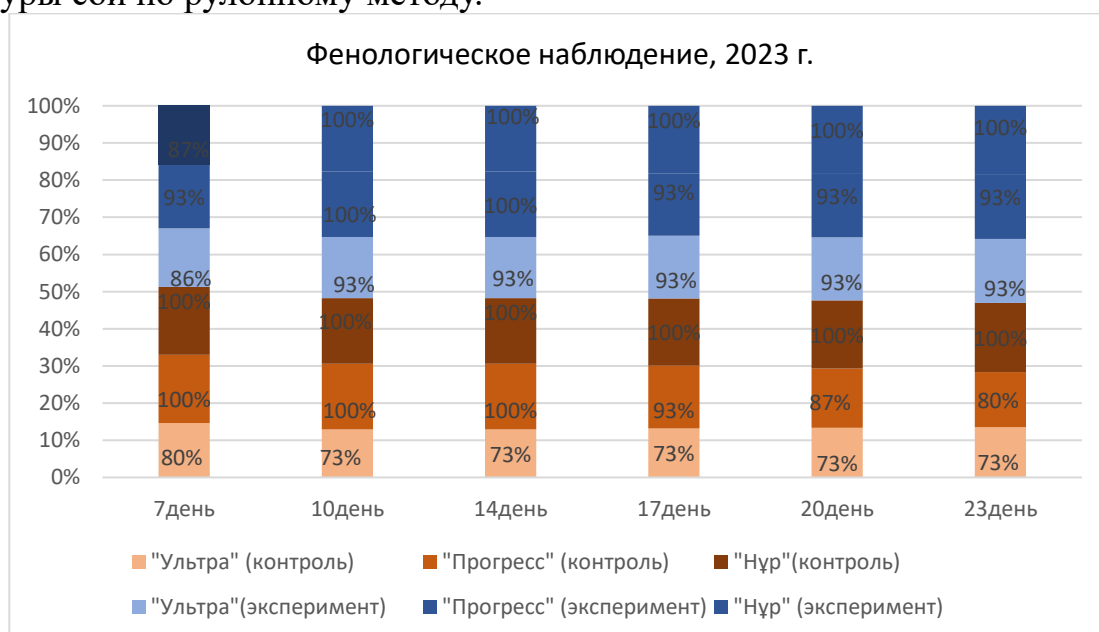


Диаграмма 2 – Результат фенологического контроля роста и развития культуры сои, выращенной в почве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе настоящего исследования, направленного на определение стимулирующего действия концентрации комплекса, полученного из производных янтарной кислоты, меди и серебра, при обработке семян сои на рост бобовых растений сои, были получены ключевые выводы и результаты.

Прежде всего, обработка семян сои с использованием разработанного комплекса показала значительное повышение ростовых показателей по сравнению с контрольной группой. Это подтверждает гипотезу о стимулирующем влиянии концентрации указанного комплекса на рост бобовых растений сои.

Вторым важным выводом исследования стало установление оптимальной концентрации комплекса для максимального стимулирования роста бобовых растений сои. Изучение дозировки и периодичности применения комплекса позволило определить наиболее эффективные параметры для обеспечения максимальной производительности и роста.

Также стоит отметить, что использование комплекса из производных янтарной кислоты, меди и серебра показало его безопасность для растений, не вызывая при этом негативных последствий или токсических эффектов.

В целом, результаты диссертационной работы подтверждают, что использование комплекса из производных янтарной кислоты, меди и серебра при обработке семян сои оказывает стимулирующее действие на рост бобовых растений сои. Эти результаты могут быть использованы для улучшения методов обработки семян сои и повышения урожайности бобовых растений сои.

Таким образом, исследование успешно достигло поставленной цели и может служить основой для дальнейшей разработки и усовершенствования методов агрономии, связанных с использованием производных янтарной кислоты, меди и серебра в качестве стимуляторов роста бобовых растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Яна, А. К., и Пэл, Т. (2015). Производство, свойства и применение янтарной кислоты: обзор. *Международный журнал науки и исследований*, 4 (1), 296-302.
- 2 Юзбашева Е. Ю., Шелюк О. В. и Скрипникова Н.К. (2019). Химические свойства янтарной кислоты и ее производных. *Российский журнал общей химии*, 89 (12), 2310-2317.
- 3 Марзуки Р., Харрат Х., М'Саддек Х. и Резгуи Ф. (2020). Янтарная кислота: обзор ее промышленного применения и последних достижений в области биотехнологий. *Гелийон*, 6(5), e03975.
- 4 <https://agrostory.com/info-centre/agronomists/mikroelementy-serebro/>
- 5 Гондал, М. А., и Ямани, З. Х. (2014). Наночастицы серебра: свойства и применение. *Критические обзоры в области наук о твердом теле и материалах*, 39 (4), 283-303.
- 6 Бондаренко О. М., Иваск А., Какинен А. и Кахру А. (2013). Контакт частиц с клетками усиливает антибактериальную активность наночастиц серебра. *Площадь один*, 8(5), e64060.
- 7 Лэнсдаун, А. Б. (2010). Серебро в здравоохранении: антимикробное действие и безопасность при использовании, 40, 17-34.
- 8 Ли, У. Р., Се, Х. Б., Ши, К. С., Дуань, С. С., Оуян, Ю. С., Чен, Ю. Б., & Хуан, Х. М. (2010). Антибактериальная активность и механизм действия наночастиц серебра на кишечную палочку. *Прикладная микробиология и биотехнология*, 85 (4), 1115-1122.
- 9 Ким, Х. Й., и Бэй, Дж.Й. (2019). Характеристики и биологическая активность пептидов сои: обзор. *Пищевая химия*, 288, 362-369.
- 10 Вильгельм, У. У., и Картер, П. Р. (2004). Стадии роста сои (*Glycine max* (L.) Merr.). *Энциклопедия растениеводства*, 685-687.
- 11 Эгли, Д. Б. (2010). Репродуктивное развитие сои. *Исследования полевых культур*, 118(1), 15-20.
- 12 Хартман, Г. Л., и Синклер, Дж. Б. (2014). *Сборник по болезням и вредителям сои* (5-е изд.). Сент-Пол, Миннесота: APS Press.
- 13 Чжан, Л., и Ли, Л. (2019). Влияние янтарной кислоты на рост и засухоустойчивость проростков сои. *Журнал сельскохозяйственной науки*, 11 (9), 12-15.
- 14 Шарма, С., & Шарма, П. (2021). Влияние наночастиц серебра и нитрата серебра на прорастание семян, рост рассады и антиоксидантные ферменты сои. *Прикладная экология и исследования окружающей среды*, 19(5), 4425-4440.
- 15 <https://www.redalyc.org/journal/429/42966338002/#:~:text=CHEMICAL%2C%20SPECTROSCOPIC%20CHARACTERIZATION,Biagioni%3B%20et%20al.>

16 Mataveli L.R, Pohl P, Mounicou S, Arruda M.A, Szpunar J, A comparative study of element concentrations and binding in transgenic and non-transgenic soybean seeds // Metallomics. 2010, PP 800-805.

17 Ермаков Е.И. Методы биохимических исследований растений.-Л.: Агропромиздат, 1987. -430 с. <https://floramir.ru/metody-biohimicheskogo-issledovaniya-rasteniy-ermakov-1987/>

18 Брюнингс А.М., Габриэль Д.В. (2003). *Xanthomonas citri*: ломающая поверхность. Молекулярная патология растений, 4(3), 141-157.

19 Ғабдулов М.А. Ауылшаруашылық дақылдарының аурулары: Оқулық. / Ғабдулов М.А. – Алматы, 2015. – 368 б.

20 М.А.Литвинов Определитель микроскопических почвенных грибов. Академия наук СССР. Ботанический институт имени В.Л.Комарова. Изд. Наука, Ленинград, 1967.

21 Эффективность микроэлементсодержащих соединений / Нурматов Т.М., Якубов Х.М., Рахимова М.М.// Журн. Агропромышленный комплекс Таджикистана, 2008, № 9. – С. 55-56.

22 Нурматов Т.М., Рахимова М.М., Юсупов З.Н., Джафаров М.И./Предпосевная обработка семян хлопчатника цинксодержащими микроудобрениями // В кн. Физиология семян. Душанбе, Дониш, 2009. – С. 364-367.

23 Чжао, М., Чен, Х., Лев, К., Ли, З., и Чжао, Л. (2018). Эффективность различных химических фунгицидов и средств биоконтроля в борьбе с фитофторозом корневой гнили сои. Болезни растений, 102(9), 1747-1755. DOI: 10.1094/PDIS-02-18-0218-RE

24 Ли, Ю., Ян, С., Чжан, С., Ли, К., Хуанг, Дж., Луо, Дж., ... и Чен, Дж. (2020). Влияние *Bacillus subtilis* и *Bacillus amyloliquefaciens* на борьбу с корневой гнилью *Phytophthora* и стимулирование роста сои. Биологический контроль, 146, 104246.

25 Ромеро-Гонсалес, Дж., и Перальта-Вида, младший (2019). Наночастицы оксида меди: синтез, характеристика и применение в каталитических процессах и процессах восстановления окружающей среды. Журнал опасных материалов, 368, 330-351.

26 «Влияние янтарной кислоты на фотосинтез и активность антиоксидантных ферментов проростков томата в условиях стресса NaCl» (2017). Авторы: Jin-Jie Wang, Xiaojing Wang, Lei Wang, Tingting Wu, Xiangyang Xu. Журнал: Frontiers in Plant Science.

27 Название статьи: «Янтарная кислота способствует развитию корней и росту побегов рассады томатов» (2015). Авторы: Хуа Ли, Ян Ли, Цинхуа Ши, Сюфэн Янь, Инъин Чжан и Чжэнь Ву. Журнал: Журнал регулирования роста растений.

28 «Влияние экзогенной янтарной кислоты на рост и поглощение питательных веществ проростками кукурузы» (2019 г.) авторы Ю Ван, Цзинь-

Лин Чжан, Хун-Ю Чжан, Синь-Цян Чжэн, Чжи-Бин Чжан и Лу-Цин Дэн, опубликована в журнал "Научные отчеты".

29 Лемир, Дж. А., Харрисон, Дж. Дж., И Тернер, Р. Дж. (2013). Антимикробная активность металлов: механизмы, молекулярные мишени и приложения. *Nature Reviews Microbiology*, 11(6), 371-384.

30 «Болезни сои и борьба с ними» Глена Л. Хартмана, Джона К. Рупа, Эдварда Дж. Сикоры, Лесли Л. Домье, Джеффри А. Дэвиса и Кирстен А. Уайза.

31 «Справочник по пестицидам: методы анализа остатков пестицидов», Лео М.Л. Ноллет и Хамир Сингх Ратор.

32 Уиллис «Пестициды в сельском хозяйстве и окружающей среде».

33 Национальная база данных питательных веществ Министерства сельского хозяйства США для стандартного справочного устаревшего выпуска, апрель 2018 г.

34 Андерсон Дж.В., Джонстон Б.М., Кук-Ньюэлл М.Э. Метаанализ влияния потребления соевого белка на липиды сыворотки. *N Engl J Med*. 1995;333(5):276-282.

35 Jenkins DJ, Kendall CW, Vidgen E и др. Влияние сухих завтраков на основе сои на липиды крови и окисленные липопротеины низкой плотности. *Метаболизм*. 2000;49(2):149-154.

36 «Соя». Национальный центр дополнительного и интегративного здоровья. <https://www.nccih.nih.gov/health/soy> .

37 Мессина М.Дж., Вуд К.Э. Изофлавоны сои, терапия эстрогенами и риск рака молочной железы: анализ и комментарии. *Нутр Дж*. 2008;7:

38 Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО). (2021). FAOSTAT: Данные об урожае. Получено с <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> .

39 Ахметжанова, А. (2021, 30 марта). Казахстан стремится увеличить производство сои для сокращения импорта. Рейтер. Получено с <https://www.reuters.com/article/kazakhstan-soybeans/kazakhstan-seeks-to-boost-soybean-production-to-reduce-imports-idUSL8N2LN5C5>.

40 ФАО. (2018). Казахстан: Инвестиции в сельское хозяйство. Получено с <http://www.fao.org/investment/overview/country-profiles/kazakhstan/en/>

41 Абдул-Баки, А.А., и Тисдейл, младший (1997). Устойчивое производство свежих томатов и других овощей с органической мульчей. *ХортТехнологии*, 7(1), 36-40.

42 Singh R.J, Nelson R.L, Chung G, Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement, chapter 2: soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) // CRC press, Taylor & Francis Group.– 2007.– PP. 14-49

43 Pataky J.K, Lim S.M, Effects of row width and plant growth habit on *Septoria* brown spot development and soybean yield // *Phytopathology*. – 1981. –Vol.71. – PP.1051-1056

44 Peterson D.J, Edwards H.H. Effects of temperature and leaf wetness period on brown spot disease of soybeans // *Plant Diseases*. – 1982. – Vol.66. – PP.995-998

45 Jackson E.W., Fenn P., Chen P. Inheritance of Resistance to Purple SeedStain caused by *Cercospora kikuchii* in PI 80837 Soybean // Crop Sci. – 2006. –Vol.46. – PP.1462-1466

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на магистерскую диссертацию
(наименование вида работы)

Каржаубаева Актоты Канаткызы
(Ф.И.О. обучающегося)

7М07110 – «Химические процессы и производство химических материалов»
(шифр и наименование специальности)

Тема: Изучение процессов комплексообразования серебра и меди с производными янтарной кислоты

В ходе реализации диссертацию был проведен ряд мероприятий. В диссертации рассмотрена литература последних лет по теме, то есть, поскольку в настоящее время, в вопросе получения продукции в сельском хозяйстве, одним из актуальных вопросов является акцент на экологической и экономической эффективности применяемого стимулирующего вещества при выращивании культуры.

Данная диссертационная работа посвящена синтезу производных янтарной кислоты и исследовать их химические свойства. Изучить процессы комплексообразования серебра и меди с производными янтарной кислоты путем различных методов, таких как ИК-спектроскопия, рентгеноструктурный анализ и др. Определить оптимальные условия для образования комплексов серебра и меди с производными янтарной кислоты. Изучить структуру полученных комплексов и определить их свойства, такие как устойчивость, термическую стабильность и др. Оценить потенциальное применение полученных комплексов в различных областях, включая химическую и материаловедение, а также медицину.

Диссертант достигла всех своих целей и получила соответствующие результаты.

Диссертационная работа на тему «Изучение процессов комплексообразования серебра и меди с производными янтарной кислоты» оцениваю на отлично, и считаю, что Каржаубаева Актоты Канаткызы заслуживает квалификации магистра по образовательной программе 7М07110 – «Химические процессы и производство химических материалов».

Научный руководитель

Ассоциированный проф кафедры ХиБИ

(должность, уч. степень, звание)

Керимкулова А.Ж.

«14» 06
(подпись)

2023г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Каржаубаева Актоты Қанатқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Магистерская диссертация

Название работы: Изучение процессов комплексообразования серебра и меди с производными янтарной кислоты

Научный руководитель: Айгуль Керимкулова

Коэффициент Подобия 1: 1.5

Коэффициент Подобия 2: 0.4

Микропробелы: 114

Знаки из других алфавитов: 3

Интервалы: 0

Белые Знаки: 12

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- ☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- ☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- ☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- ☐ Обоснование:

Дата 12.06.2022.

Заведующий кафедрой *Д.В. П. 2*
И.А. Курбанова и.н.