МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт Геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова

Кафедра Химической и биохимической инженерии

Давыдова Вероника Васильевна

«Применение комплекса янтарной кислоты с серебром для стимуляции роста растений in vitro»

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

6В05101 – Химическая и биохимическая инженерия

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт Геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова

Кафедра Химической и биохимической инженерии

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
«Химическая
и биохимическая
инженерия»
доктор PhD
А. А. Амитова
«13» июня 2024 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Применение комплекса янтарной кислоты с серебром для стимуляции роста растений in vitro»

По образовательной программе 6В05101-Химическая и биохимическая инженерия

Выполнила Давыдова В.В.

Рецензент
Канд. с/х. наук.
Жетысуский университет
имени И. Жансугурова
Маусумбаева А.М.
«11» 06 2024 г.

Научный руководитель Канд. техн. наук., ассоц проф
Кабдрахманова С.К.
«11» 06 2024 г.

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт Геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова

Кафедра Химической и биохимической инженерии

6В05101 – Химическая и биохимическая инженерия

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
«Химическая
и биохимическая
инженерия»
доктор PhD
А. А. Амитова
«6» июня 2024 г.

ЗАДАНИЕ

На выполнение дипломного проекта

Обучающейся: Давыдовой Веронике Васильевной

Тема: Применение комплекса янтарной кислоты с серебром для стимуляции роста растений in vitro.

Утверждена приказом проректора по академической работе университета № 548 П/Ө от «04» декабря 2023 г.

Срок сдачи законченной работы «6» июня 2024 г.

Исходные данные к дипломной работе: В рамках данной работы синтезировать комплекс янтарной кислоты с ионами серебра. Провести его физико-химические исследования процессов комплексообразования. Применить его в качестве добавки к питательной среде. Сравнить его действие с действием янтарной кислоты и действием наночастиц серебра в питательной среде. Оценить применение биостимуляторов на развитие растений в питательной среде. Изучить методику микроклонального размножения и определения показателей роста растений. Выявить наиболее эффективные концентрации комплекса.

Краткое содержание дипломного проекта:

а) литературный обзор

б) экспериментальная часть

в)результаты и их обсуждение

г) заключение

Перечень графического материала: *представлены*

Рекомендуемая основная литература: *из 11 наименований.*

ГРАФИК

подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Литературный обзор	декабрь 2023г	Выполнено
Экспериментальный часть	март 2024г	Выполнено
Результаты и их обсуждение	апрель 2024г	Выполнено
Заключение	апрель 2024г	Выполнено

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы.

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. Степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Экспериментальная часть	Қабдрахманова С.Қ. к.т.н. ассоц профессор	11.06.2024	
Результаты и их обсуждение	Қабдрахманова С.Қ. к.т.н. ассоц профессор	11.06.2024	
Нормоконтролер	Қабдрахманова С.Қ. к.т.н. ассоц профессор	11.06.2024	

Научный руководитель _____ Қабдрахманова С.Қ.

Задание приняла к исполнению обучающаяся _____ Давыдова В.В.

Дата «11» 06 2024 г.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа посвящена изучению влияния комплекса янтарной кислоты с ионами серебра на развитие побегов картофеля *in vitro*, а также изучению процессов комплексообразования с помощью методов кондуктометрического и потенциометрического титрования, инфракрасной и ультрафиолетовой спектроскопии.

Тема дипломной работы: Применение комплекса янтарной кислоты с серебром для стимуляции роста растений *in vitro*.

Объект исследования: экспланты образцов картофеля сортов «Императрица», «Конаева», «Виктория» и сортов батата: «Амморемио» и «Турпин»; показатели роста.

Предмет исследования: изучение воздействия комплекса янтарной кислоты с ионами серебра на развитие черенков картофеля *in vitro* в лабораторных условиях.

В ходе работы были освоены методика синтеза комплекса, методика микроклонального размножения и методика определения фенологических и микроскопических показателей картофеля.

В результате эксперимента была изучена зависимость роста черенков картофеля от концентрации растворов комплекса.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыста күміс иондары бар янтар қышқылы комплексінің *in vitro* картоп өсінділерінің дамуына әсерін зерттеуге, сондай-ақ кондуктометриялық және потенциометриялық титрлеу, инфрақызыл және ультракүлгін спектроскопия әдістерін қолдана отырып, комплекс түзілу процестерін зерттеуге арналған.

Дипломдық жұмыс тақырыбы: өсімдіктердің *in vitro* өсуін ынталандыру үшін күміспен янтар қышқылының комплексін қолдану.

Зерттеу нысаны: «Императрица», «Қонаев», «Виктория» және ямат сорттарының картоп үлгілерінің эксплантты: «Амморемио» және «Турпин» ; өсу көрсеткіштері.

Зерттеу тақырыбы: күміс бөлшектері бар янтар қышқылы комплексінің зертханалық жағдайда *in vitro* картоп кесінділерінің дамуына әсерін зерттеу.

Жұмыс барысында комплексті синтездеу әдістемесі, микроклоналды көбею әдістемесі және картоптың фенологиялық және микроскопиялық көрсеткіштерін анықтау әдістемесі игерілді.

Тәжірибе нәтижесінде картоп кесінділерінің өсуінің комплекс ерітінділерінің концентрациясына тәуелділігі зерттелді.

ABSTRACT

The diploma work is devoted to the study of the effect of succinic acid complex with silver ions on the development of potato shoots *in vitro*, as well as the study of complexation processes using methods of conductometric and potentiometric titration, infrared and ultraviolet spectroscopy.

The topic of the diploma work: The use of a complex of succinic acid with silver to stimulate plant growth *in vitro*.

The object of the study: explants of potato samples in test tubes of varieties "Empress", "Konaeva", "Viktoria" and sweet potato varieties: "Amoremio" and "Turpin"; growth indicators.

Subject of research: to study the effect of succinic acid complex with silver ions on the development of potato cuttings *in vitro* in laboratory conditions.

In the course of the work, the method of synthesis of the complex, the method of microclonal reproduction and the method of determining the phenological and microscopic parameters of potatoes were mastered.

As a result of the experiment, the dependence of the growth of potato cuttings on the concentration of solutions of the complex was studied.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 9
1 Литературный обзор 11
1.1 Применение янтарной кислоты в растениеводстве 11
1.2 Применение комплекса ЯК-Ag в качестве биостимулятора 11
1.3 Влияние серебра на стимуляцию роста растений *in vitro* 13
1.4 Биологическое описание картофеля и батата 15
1.5 Фитопатогенез картофеля и батата 16
2 Экспериментальная часть 17
2.1 Получение комплекса на основе янтарной кислоты и серебра 17
2.2 Поиск оптимальных соотношений образования комплекса с помощью кондуктометрического титрования 18
2.3 Потенциометрический и кондуктометрический анализ полученного комплекса ЯК-Ag на стабильность 19
2.4 Характеристика растворов ЯК, серебра и комплекса ЯК с серебром методом УФ-видимой спектроскопией 20
2.5 Характеристика комплекса методом ИК-спектроскопии 23
3 Материалы, объект и методы исследования 24
3.1 Приготовление питательной среды и подготовка посуды и реактивов для ее приготовления 25
3.2 Методика микроклонального размножения 27
4 Данные анализа и выявление итогового результата 28
4.1 Фенологические и биометрические наблюдения влияния комплекса ЯК-Ag на растения 28
4.2 Микроскопический анализ выращенных растений и меры борьбы с патогенами 38
4.3 Сравнительный анализ действия комплексов на экспланты 39
5 Результаты исследования 41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 43
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 44
Приложение А

ВВЕДЕНИЕ

Развитие сельскохозяйственного сектора является важной задачей для мировой экономики во многих странах. Так, по данным ФАО, около 820 миллионов человек в мире страдают от голода и недоедания, часть населения страдает от проблем недостатка определенных веществ в пище или несбалансированного питания, которое вызывает ожирение и другие заболевания. Согласно сельскохозяйственному прогнозу на 2020-2029 годы, около 85% глобального роста производства растениеводческой продукции в ближайшие годы связано с повышением урожайности в результате более интенсивного использования ресурсов, инвестиций в технологии производства и усовершенствованные методы возделывания. В результате сельское хозяйство требует динамичного взаимодействия науки и техники для решения глобальных проблем изменения климата, деградации земель и производства продуктов питания следующего поколения для растущего населения мира.

Использование физиологически активных веществ (биостимуляторов) для роста и развития растений позволяет мобилизовать генетический потенциал сельскохозяйственных культур в зависимости от их фенологии [1].

Цель: изучить влияние комплекса янтарной кислоты с серебром на рост и развитие картофеля *in vitro,* изучить условия, при которых происходит образование комплексного соединения ЯК-серебро и изучение его свойств.

Задачи:

1. Изучить литературу и статьи для ознакомления с теоретическим материалом, методиками синтеза и поиска оптимальных концентраций.
2. Синтез комплекса янтарной кислоты с ионами серебра, идентификация и изучение свойств комплекса с помощью потенциометрического титрования, УФ-видимой и ИК-спектрофотометрии.
3. Подготовка посуд для микроклонального размножения, приготовление питательной среды, выращивание картофеля на питательной среде в пробирках с помощью микроклонального черенкования без (контрольный) и с добавлением полученных комплексов и растворов (ЯК-серебро, ЯК, серебро).
4. Фенологический, биометрический и микроскопический анализ выращенных растений.
5. Определение оптимальных концентраций комплекса ЯК с серебром для роста и развития картофеля в условиях *in vitro.* Сравнительный анализ контрольных образцов с опытными образцами.

6. Оценить потенциальное применение полученного комплекса в различных областях, биотехнологической, химической и в медицине.

Актуальность: получение здоровых растений картофеля, что позволяют условия стерильности и посадка в пробирки; использование экологически чистых стимуляторов в качестве удобрения, что может быть заменой фунгицидов; янтарная кислота недорогая и может стимулировать рост, а серебро, давать дезинфицирующие свойства, что может дать как можно больше здоровых плодов [1-2]; ЯК и серебро применяются в небольших экономных концентрациях; янтарная кислота усиливает поглощение воды растениями, что важно в условиях дефицита воды, снижая энергию активации ферментов, реакции активизируют физиологические и биохимические процессы в прорастающих семенах; при распылении янтарной кислоты на растения до наступления засухи происходит увеличение поверхности листьев, усиление процессов роста, накопление биомассы и повышение урожайности; определение безопасной концентрации ЯК и серебра для применения в с/х [3].

Новизна: Химические процессы комплексообразования янтарной кислоты с ионами серебра еще не полностью изучены, и эта тема может привести к новым открытиям и разработкам. Кроме того, данные комплексы могут использоваться в медицине в качестве противоопухолевых препаратов, а также для лечения других заболеваний, связанных с нарушением метаболизма меди и серебра в организме.

1 Литературный обзор

1.1 Применение янтарной кислоты в растениеводстве

Янтарная кислота, HOOC−CH2−CH2−COOH — бутандиовая, слабая органическая двухосновная кислота [2], природный миметик салициловой кислоты. Доступная по цене/качеству, эффективная, экономная, экологически безопасная, легко всасывается, повышающая урожайность, всхожесть, усиливая ростовые свойства, и стрессоустойчивость (холод, голод) [3]. Участвует в процессах клеточного дыхания, промежуточный продукт цикла Кребса и работает на уровне митохондрий, накапливает АТФ и усиливает интенсивность дыхания и поглощение воды, увеличивает энергетический заряд, то есть усиливает обмен веществ, содержание хлорофилла и продуктивность [2]. Используется для предпосевной обработки семян и вегетирующих растений. Небольшие количества ЯК (10 мг/л) интенсивно воздействуют. ЯК применяется и в культуре *in vitro*: на этапах пролиферации, укоренения и облегчения адаптации к условиям *ex vitro*; усилению облиственности, улучшает общее состояние микропобегов, снижает уровень витрификации и хлороз тканей. Происходит прирост корней проростков пшеницы, картофеля, огурцов, валерианы. Избыток кислоты используется в качестве питания растений. Препарат стабилизирует жизнедеятельность естественной микрофлоры почвы, что важно для восстановления плодородия и очистки участков, загрязненных токсичными органическими веществами. Под воздействием растений и живых клеток препарат разлагается на воду и углекислый газ, экологически чисто утилизируется [3].

Применение янтарной кислоты увеличивает накопление растительной биомассы, увеличивает общую площадь листовой поверхности, а также способствует повышению параметров фотосинтетической активности листового аппарата [1]. Лиганд ЯК очень хорошо изучен и не обладает токсичностью или мутагенностью. Если в будущем комплекс будет применяться in vivo, безопасность лиганда будет обеспечена. Кроме того, янтарная кислота имеет химическую структуру, состоящую из двух карбоксилатных групп, которые являются особенно подходящими координационными центрами для получения металлокомплексов. Таким образом, можно ожидать, что эта характеристика способствует более высокому внутриклеточному поглощению комплекса по сравнению с AgNO3 и Ag(I) , образованными в комплексе с другими лигандами [4].

1.2 Применение комплекса ЯК-Ag в качестве биостимулятора

Ценное свойство янтарной кислоты заключается в том, что четыре атома-донора электронов кислорода дают особую способность связывать неорганические фрагменты и образовывать вторичные блоки через

карбоксилатные группы. Это связано с тем, что лиганды комплексов d-элементов повышают антибактериальные и фунгицидные свойства и биологическую эффективность. Кроме того, это позволяет использовать эти комплексонаты в качестве экологических и биологических препаратов с целью сокращения использования фунгицидов и пестицидов. Комплекс янтарной кислоты с серебром оказывает цитотоксическое действие в отношении грамположительных/грамотрицательных бактерий и грибов. Активность комплексов на основе серебра связана с хорошей стабильностью, растворимостью в воде, восстановительной и окислительной способностью [5]. Основной фактор, влияющий на эти свойства серебра, определяется выбором подходящих лигандов и небольшими модуляциями их электронного и стерического эффектов. В этом случае это способствует их биодоступности в течение длительного периода времени и предотвращению повторного заражения или резистентности. Поэтому большое разнообразие новых классов комплексов серебра привлекает внимание ученых с точки зрения электро- и биокоординационной химии, поиска новых электролитов серебрения и биологически активных соединений серебра. Хотя существует множество исследований комплекса янтарной кислоты с ионами серебра, практическое применение большинства из них изучено в области медицины на бактериях *E. coli , S. Typhi, S. Aureus, B. Cereus* и штамме патогенного гриба *C. krusei*. Но изучение фунгицидных свойств комплекса ЯК с ионами серебра для агрокультуры, способа их применения, точной концентрации, а также вопроса о влиянии янтарной кислоты на всхожесть и энергию прорастания семян не является актуальным и мало изучено [6].

Исследователи провели исследования в отношении боравитаминилендиаминдисукцинатного комплекса (B-EDDYAK) на биохимический состав культивируемого лекарственного растения каланхоэ. Кроме того, весьма перспективным направлением является использование комплексов янтарной кислоты и ее производных в качестве биостимулятора и адаптогена растений. Учеными установлено, что использование ЯК в качестве средства предпосевной обработки семян способствует увеличению количества стеблей на растении, высоты растения, содержания пигмента и азота в тканях. Разработана композиция на основе поливинилпирролидона (ПВА) и крахмала в присутствии фунгицида «Максим» с целью инкапсуляции семян подсолнечника, что положительно влияет на всхожесть семян, а также формирование и развитие всходов подсолнечника. Установлено, что относительно хороший прирост семян подсолнечника с крахмальным составом (1 %) наблюдается при применении фунгицида «Максим» различных концентраций (5 % и 10 %) в контролируемых условиях: ПВА (5 %) (1:4)/ Максим 10 %). В результате всхожесть была высокой, в среднем 97,48 %. Данные показывают, что увеличение концентрации фунгицида «Максим» способствует повышению всхожести, тем самым уменьшая количество проросших семян подсолнечника. В связи с этим можно

сделать вывод, что 5 % и 10 % раствор фунгицида «Максим» приемлем для уничтожения грибковых заболеваний в контролируемых условиях. Кроме того, актуальность данной проблемы заключается в том, что неурожаи (60%) из-за вредоносных болезней, недостаточности макро- и микроэлементов обуславливают применение перспективных технологий предпосевной обработки семян. Поэтому ученые ищут новые пути решения проблем, связанных с обработкой семян для посева [5].

1.3 Влияние серебра на стимуляцию роста растений *in vitro*

Серебро и его соединения издавна используются в качестве противомикробных средств. В XVIII и XIX веках соединения серебра нашли широкое применение в медицине, особенно в отношении инфекционных заболеваний. Коллоидное серебро применялось, например, для антисептики ран, а нитрат серебра — для лечения ожоговых ран.

Несмотря на то, что серебро и его комплексы оказывают цитотоксическое действие на грамположительные/грамотрицательные бактерии и грибы, механизмы их действия недостаточно изучены. Однако наиболее распространенный из них, описанный в литературе, связан с медленным высвобождением активного иона серебра (I), который реагирует с тиоловыми группами белков или с ключевыми функциональными группами ферментов, координируя лиганды, просто действующие в качестве переносчика иона серебра (I). Эти взаимодействия приводят к денатурации белков и нарушению функции мембраны. Тогда величина антимикробных свойств комплексов серебра связана с легкостью, с которой они участвуют в реакциях обмена лигандов. Кроме того, в некоторых случаях ионы серебра могут производить активные формы кислорода, которые, как известно, действуют главным образом на липиды, ДНК, РНК и белки, вызывая серьезные последствия, такие как нарушение работы мембран, белков и механизма репликации ДНК. Кроме того, при обработке серебром в бактериальной цитоплазме наблюдались конденсированные молекулы ДНК, что приводило к потере ее способности к репликации и, таким образом, приводило к гибели бактерий [7].

Наночастицы серебра (AGNP) широко используются в промышленности, биотехнологии и медицине из-за их специфических физических и химических свойств, которые проявляются в эффектах малого размера, поверхностных и граничных воздействиях, эффектах квантового масштаба. AgNPs биосинтезируются в экстрактах из различных частей растения, включая листья, стебли, корни, кору, плоды, каллус, цветы и почки. Кроме того, синтез AgNPs обычно происходит в двудольных растениях, и этот процесс получил название "фитосинтез" [8].

Серебро сохраняет срок хранения фруктов, листвы, цветов и овощей и стимулирует рост и обмен веществ растений. Реакция растений на применение

AgNP разнообразна и зависит от времени воздействия, типов видов растений, состава, размера частиц, концентрации, функционализации и многих других факторов. Улучшается концентрация азота (N), фосфора (P) и калия (K) в листьях, что полезно для повышения производительности рассады на начальных стадиях развития. Обработка *Oryza sativa* 30 мкг/мл AgNP усиливала рост корней, а 60 мкг/мл останавливала рост корней. В экспериментальном исследовании изучалось влияние AgNP на среднее время прорастания, скорость, процент, длину корня и сухую/свежую массу рассады для трех видов. Для исследования стадии прорастания семян использовали AgNP в различных концентрациях: 0,05, 0,1, 0,5, 1, 1,5, 2 и 2,5 мг/л. Три вида продемонстрировали различную реакцию на дозировку AgNP в зависимости от измеренных характеристик роста и процента прорастания, улучшились показатели всхожести.

Используя метод выращивания семян, AgNP размером 13 нм были синтезированы на семенах Ag размером около 6 нм. Применение AgNP в концентрации 50 мг/л увеличивало максимальное накопление хлорофиллов и минимальное накопление каротиноидов в листьях, более низкую активность GPOX и меньшее количество антоцианов и полифенолов при 100 мг/л. Однако более высокая активность GPOX характеризовалась более высокой массой сухих и свежих побегов, а также более высокими гетерогенными биометрическими показателями корней.

AgNP влияли на индекс жизнеспособности, длину побегов, длину корней и сырую массу сеянцев. Длина корней и индекс силы роста увеличились до 326% и 133% у обработанных сеянцев. Для оценки роста водного растения использовали химически синтезированные AgNP (100 нм) на основе поливинилпирролидона (ПВП) и биологически синтезированные с использованием листьев *Ricinus communis* L. При применении AgNP (биологически и химически) в дозах 1, 10 и 100 мг/л на рост и физиологию водного растения водного *гиацинта - Eichhornia crassipes* (Mart) Solms, было обнаружено, что химически синтезированные AgNP замедляют рост гиацинта, тогда как биологические AgNP не продемонстрировали такого эффекта. AgNP (10–30 нм) по 15 мл ежедневно подавали в разных концентрациях: 20, 40, 60, 80 и 100 ppm соответственно. Результаты показали, что меньшая концентрация индуцировала проростки химически, тогда как более высокая концентрация вызывала ингибирование.

Применение AgNP в дозированном виде улучшало урожайность, высоту и путь фотосинтеза у растений, испытывающих солевой стресс. Применение AgNP в дозах 25, 50, 75 и 100 мг/л защищало от теплового стресса, увеличивало длину побегов (22,2 и 26,1 %), длину корней (5 и 5,4 %), сухую массу растений (0,36 и 0,60 %) в свежем виде, массу растений (1,3 и 2%) и количество корней (6,6 и 7,5%) при 50 и 75 мг/л. Применение AgNP в дозах 50 и 75 мг/л значительно увеличивало количество листьев (4 и 4,8%), площадь листьев (18,3 и 33,8%),

массу сухих листьев (0,06 и 0,18%) и массу свежих листьев (0,09 и 0,15%) в более соответствующее значение контроля при тепловом стрессе.

Токсичность AGNPS снижает всхожесть и рост семян и влияет на длину и массу корней/побегов. Накопление AGNPS в листьях и корнях активирует защитный механизм на клеточном/тканевом уровнях и изменяет экспрессию протеомов, антиоксидантную активность и метаболизм. Образование активных форм кислорода, общее содержание хлорофилла, повышенный уровень H2O2, глутатиона, каротиноидов, аскорбата, содержание пролина и т.д., были либо увеличены, либо уменьшены после воздействия AGNPS. Эти процессы вызывали подавление фотосинтеза, нерегулярные морфологические изменения и др. Обработка пшеницы (*T. aestivum*) AgNPs в дозах 20, 200 и 2000 мг/кг приводила к снижению массы растений, их высоты и биомассы. AGNPS были синтезированы методом восстановления цитрата и стабилизированы хитозаном. Семенам *Lactuca sativa L. (Asteraceae)* была присвоена различная концентрация AgNPs в 12,5, 25, 50 и 100 частей на миллион, чтобы оценить возможную опасность AgNPs, используя процент проросших семян и морфологические изменения корней в качестве параметров токсичности. При концентрации 100 частей на миллион наблюдалось снижение роста корней по сравнению с положительным контролем (дистиллированная вода). Были синтезированы и очищены AGNP, покрытые цитратом. Обработка AgNPs в дозе 1 мг/л снижала биомассу и высоту однолетнего стручкового перца. Внесение экзогенных AgNPs в дозе 0,2 мкг/л подавляло развитие корневых волосков у Arabidopsis thaliana. AGNPS были синтезированы и стабилизированы с использованием PVP. В почву вносили AgNPs в дозе 100-900 мкг/кг. Для изучения роста растений на гидропонике была проведена оценка фототоксичности AgNPs (10 нм). Аналогичным образом, более высокая концентрация ионов Ag (2,5 мг/кг) снижала рост растений в той же степени, что и AgNPs [9].

1.4 Биологическое описание картофеля и батата

Картофель является четвертой по объему выращивания продовольственной культурой в мире после пшеницы, кукурузы и риса. В результате многолетнего выращивания в настоящее время существует более 5000 сортов картофеля. Картофель является членом семейства пасленовых (Solanaceae), в которое входят и другие знакомые фавориты, такие как помидоры, баклажаны, перец чили и петунии. Растения картофеля вырастают до 1 м в высоту, имеют волосистые стебли и листья, разделенные примерно на четыре пары листочков. Цветки могут быть белыми, розовыми, фиолетовыми или синими с желтыми центрами; растут на стеблях длиной около 3 см; и иметь диаметр около 2,5 см. Плоды картофеля — сочные, но несъедобные шаровидные желто-зеленые ягоды диаметром до 4 см. Под землей съедобный корень образует

клубень, который может быть разного цвета, размера и формы, в зависимости от выращиваемого сорта (сорта) [10].

Сладкий картофель, батат (Ipomoea batatas), пищевое растение группы ипомеи (Convolvulaceae), родом из тропической Америки. Стебли батата обычно длинные и висячие, с лопастными или нелопастными листьями различной формы. Цветки собраны в соцветия в листьях пазух, имеют воронкообразную форму и окрашены в розовый или розово-фиолетовый оттенок . Съедобная часть — сильно увеличенный клубневидный корень, форма которого варьируется от веретеновидной до продолговатой или заостренной овальной. Цвет корней меняется от белого до оранжевого и иногда фиолетового внутри и от светло-желтого до коричневого или розового и пурпурно-красного снаружи. Мякоть состоит в основном из крахмала, разновидности с оранжевой мякотью, богатой каротином. Размножается вегетативно побегами, возникающими из корней, известных как отводки, или черенками лозы. Растение лучше всего адаптировать к легким рыхлым почвам, таким как супеси. Для получения крупных урожаев требуется как минимум четыре-пять месяцев теплой погоды [11].

1.5 Фитопатогенез картофеля и батата

Наиболее распространенные заболевания, встречающиеся в культуре картофеля:

1. Фитофтороз (Phytophthora root rot) – заболевание, при котором грибок Phytophthora sojae атакует корни растения, вызывая гниение и снижение плодовитости.
2. Ржавчина – когда грибки атакуют листья и стебли растения, вызывая появление желтых/коричневых пятен и уменьшение урожая.
3. Парша (Leaf spot) – грибы данной болезни вызывают появление красных или коричневых пятен на листьях, что может привести к их иссушению и понижению урожайности.
4. Фузариоз (Fusarium wilt) – это заболевание, вызванное грибками, которые атакуют корни и стебли растения, вызывая бурое пожелтение и увядание листьев.
5. Бактериальный опухольный корень (Bacterial root rot) – это заболевание, вызванное бактериями, которые атакуют корни растения, вызывая их гниение и приводя к понижению урожайности.

Рекомендуется использовать семена высокого качества, проводить санитарную обрезку растений, следить за плотностью посева и использовать специальные препараты для защиты. Удалять зараженных и использовать севооборот, предотвращая распространение заболеваний [10].

2 Экспериментальная часть

2.1 Получение комплекса на основе янтарной кислоты и серебра

Использовались растворы деионизированной воды, гидроксида натрия (NaOH) 0,05 моль/л, нитрата серебра AgNO3 0,03 моль/л, янтарной кислоты $(CH_2)_2(COOH)_2$ – 0,03 моль/л. Все реагенты, из которых готовился раствор, применялись без дополнительной очистки, концентрацией ≥99.0% (Sigma-Aldrich). Весь процесс проводился в темноте.

Массы сухих твердых веществ для приготовления растворов расчитывали по формуле

$$m = C_{\text{м}} \times \text{М} \times V_{\text{р}-\text{ра}},$$

где См – молярная концентрация раствора, моль/л (М); М – молярная масса, г/моль, V – объем раствора, л.

$$m\,(AgNO_3) = 0{,}03\ \text{М} \times 170\ \frac{\text{г}}{\text{моль}} \times 0{,}02\ \text{л} = 0{,}102\ \text{г};$$

$$m\,((CH_2)_2(COOH)_2) = 0{,}03\ \text{М} \times 118\ \frac{\text{г}}{\text{моль}} \times 0{,}02\ \text{л} = 0{,}0708\ \text{г};$$

$$m\,(NaOH) = 0{,}05\ \text{М} \times 40\,\frac{\text{г}}{\text{моль}} \times 0{,}5\ \text{л} = 1\ \text{г}\,.$$

После доведения 20 мл водного раствора ЯК до pH 7 раствором NaOH, в условиях темной комнаты добавляли 20 мл водного раствора AgNO3. Сразу же выпадал белый мутный осадок. Осадок сушили в обмотанных фольгой чашках Петри в сушильном шкафу 72 часа при 50°C.

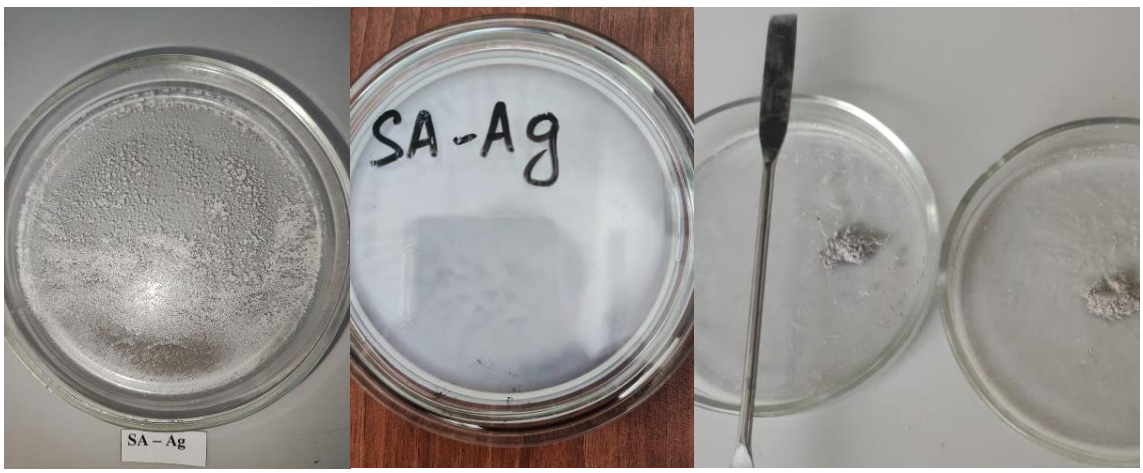


Рисунок 1 – Получение комплекса ЯК-Ag

2.2 Поиск оптимальных соотношений образования комплекса с помощью кондуктометрического титрования

Кондуктометрическое титрование янтарной кислоты нитратом серебра

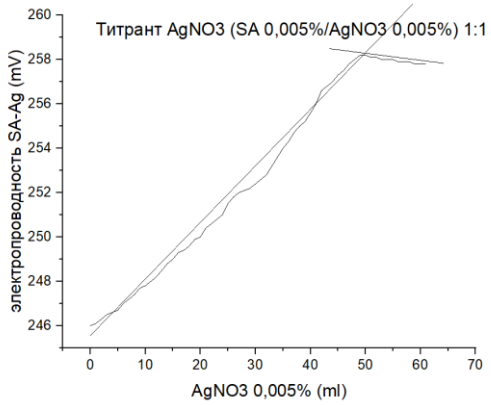


Рисунок 2 – Кривые кондуктометрического титрования янтарной кислоты нитратом серебра

Было найдено и доказано, что янтарная кислота образует комплекс с нитратом серебра на рисунке 2 при добавлении 0,13 мл AgNO3 в точке кондуктивности 235,2 мВ при соотношении концентраций ЯК/AgNO3 1:2 соответственно. По мере добавления частиц серебра увеличивается проводимость и комплекс становится прочнее, в точке эквивалентности происходит полное связывание янтарной кислоты с серебром, и далее значение кондуктивности падает, что говорит о том что все частицы связались, образовался комплекс, и не осталось свободных частиц для проведения тока. Янтарная кислота двухосновная кислота, на каждое основание требуется по одному иону серебра, но также возможно и связь одной молекулы серебра с двумя карбоксильными остатками, с помощью одной дополнительной связи в возбужденном состоянии. Это говорит о том, что в растворе могли оставаться несвязанные остатки кислоты, которые и увеличивали проводимость. Наблюдается увеличение электропроводности до точки эквивалентности, и дальнейшее ее снижение, что говорит о том, что сначала в растворе были ионы H^+ янтарной кислоты, которые и увеличивали значения тока, а после полного их расходования в результате образования комплекса с AgNO3, значение тока начало постепенно уменьшаться. Это может говорить о том что концентрация ионов серебра невелика по сравнению с ЯК и они не успевают полностью взаимодействовать с анионами янтарной кислоты.

Кондуктометрическое титрование нитрата серебра янтарной кислотой

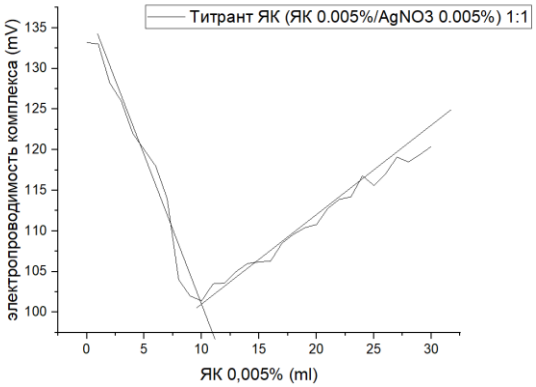


Рисунок 3 – Кривые кондуктометрического титрования нитрата серебра янтарной кислотой

При соотношениях 1:1 наблюдается уменьшение значения электропроводности по причине полного их связывания и образования малорастворимого соединения в виде $Ag_2[C_4H_4O_4]$. После достижения конечной точки титрования электропроводность увеличивается, из-за свободных ионов водорода янтарной кислоты в растворе. Комплекс образуется при добавлении 0,11 мл ЯК при 103,5 мВ (1:1).

2.3 Потенциометрический и кондуктометрический анализ полученного комплекса ЯК-Ag на стабильность

В результате реакции титрования образуется растворимый сукцинат натрия $Na_2[C_4H_4O_4]$, осадок AgOH, который разлагается на Ag_2O и H_2O.

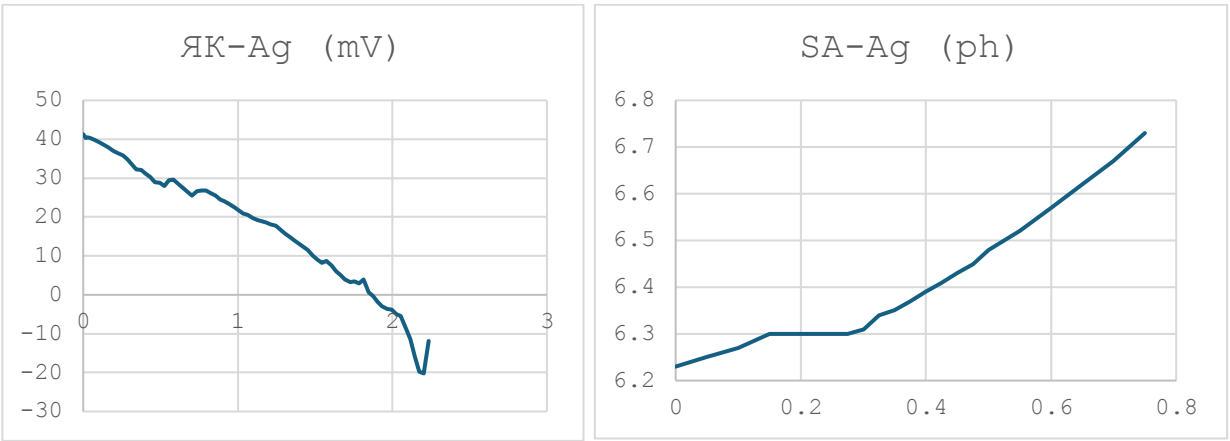


Рисунок 4 – кривая кондуктометрического и потенциометрического титрования ЯК-Ag

Для приготовления растворов для титрования были взяты 0,01М растворы $Ag_2[C_4H_4O_4]$ и титранта NaOH соответственно.

$$m\ (Ag_2C_4H_4O_4) = 0{,}01\ \text{М} \times 332\ \frac{\text{г}}{\text{моль}} \times 0{,}02\ \text{л} = 0{,}0664\ \text{г};$$

$$m\ (NaOH) = 0{,}01\ \text{М} \times 40\ \frac{\text{г}}{\text{моль}} \times 0{,}1\ \text{л} = 0{,}04\ \text{г};$$

График представляет из себя проверку на устойчивость комплекса при добавлении NaOH, будет ли распадаться комплекс в щелочном или слабощелочном состоянии. Наблюдается постепенное увеличение pH без резких изменений и постепенное снижение кондуктивности, что может указывать на стабильное поведение соединения. Происходит резкий скачок при разрушении комплекса на конечной точке титрования при pH 9 и добавлении 2,2 мл NaOH и значении кондуктивности минус 20,2.

2.4 Характеристика растворов ЯК, серебра и комплекса ЯК с серебром методом УФ-видимой спектроскопией

УФ-видимая спектроскопия позволяет определить электронную структуру соединения и связанные с ней энергетические колебания. При образовании комплексов происходит конформации электронных сруктур реагирующих молекул, и проявляется в изменении пиков поглощения видимого спектра. Величина сдвига пика поглощения относительно пика поглощения молекулы-лиганда без металла указвает на координацию его с металлом. Величина сдвига пика поглощения используется для определения числа координационных связей.

Анализ проводили на ультрафиолетовом спектрометре (ПЭ-5400в, Россия) в 10 миллиметровых кюветах объемом 3 мл.

Оптическое поглощение измеряли с интервалом каждый 1 нм в диапазоне длин волн 190-400 нм. Установлен пик при поглощении 1,6 и длине волны 203 нм для янтарной кислоты концентрацией 0,2%. Увеличение интенсивности свидетельствует о наличии частиц в растворе.

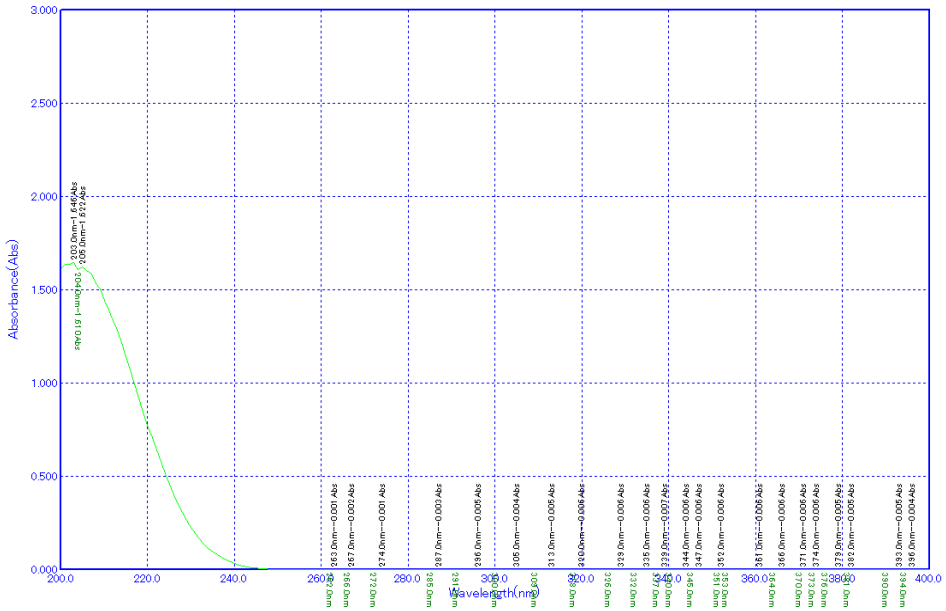


Рисунок 5 – Спектр поглощения раствора янтарной кислоты 0,2% методом UV-vis-спектроскопии. Графа α–интенсивность {RE}(ед),λ-длина волны (нм)

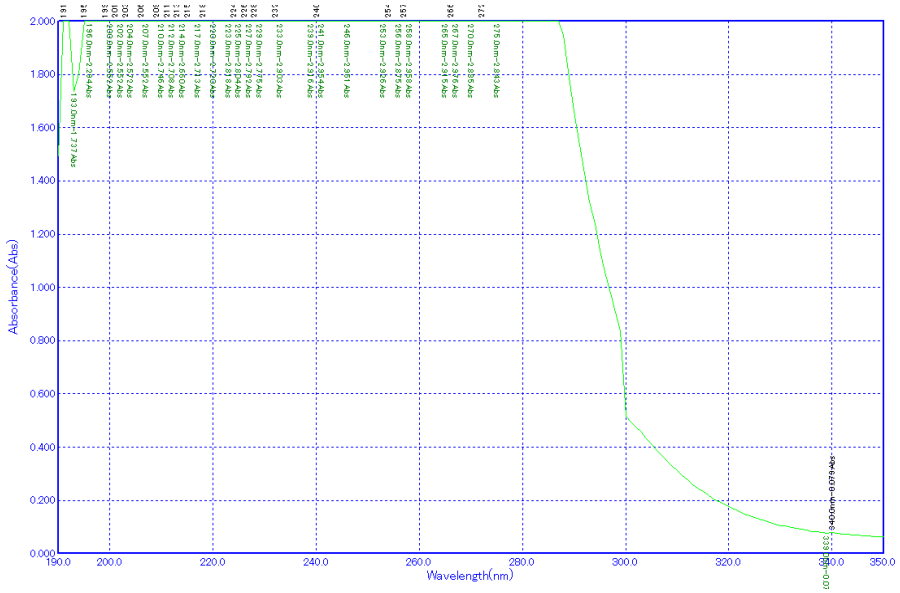


Рисунок 6 – УФ-анализ AgNO3 0,005%

Концентрация серебра 0,005% показала себя наиболее эффективной и нетоксичной в отношении прошлых исследованиях на растениях. Интенсивность $AgNO_3$ больше 3, шумов нет, что говорит о том, что концентрация не слишком низкая и не высокая.

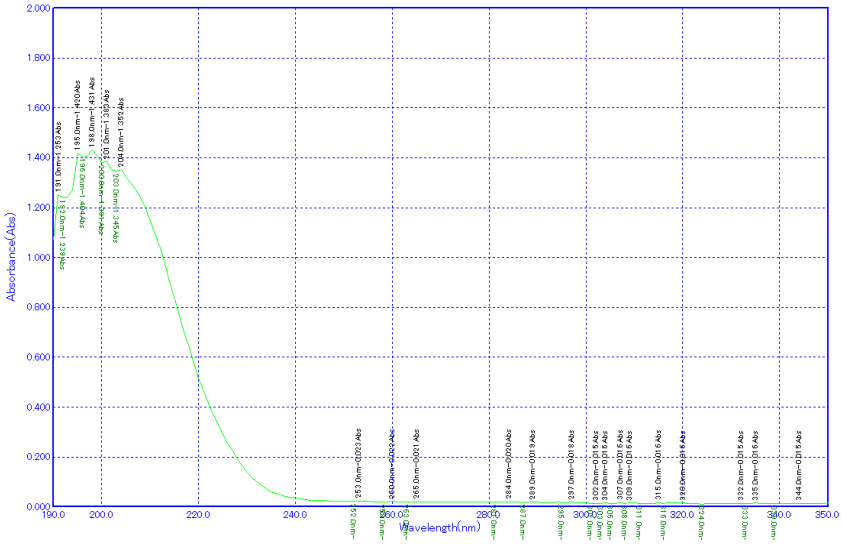


Рисунок 7 – УФ-анализ ЯК-Ag 0,005%

Пики свидетельствуют о наличии соединения ионов в комплексы. Самый наибольший пик обнаружен при 1,43 Abs и 198 нм. Наблюдается сдвиг пика поглощения и изменение интенсивности относительно ионов серебра и отдельно ЯК, что свидетельствует об образовании нового соединения – комплекса.

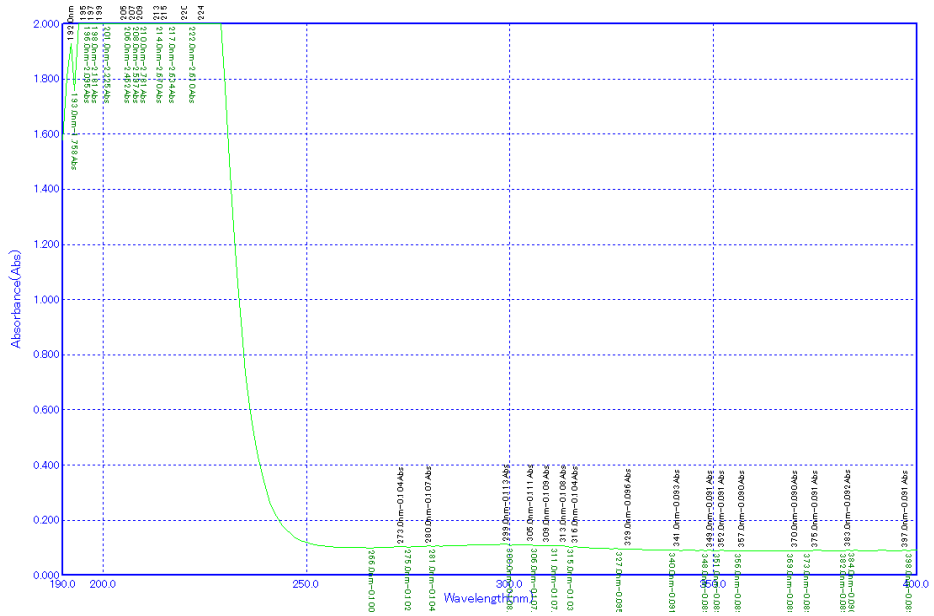


Рисунок 8 – УФ-анализ ЯК-Ag 0,05%

Наблюдается постепенное поднятие поглощения с резким подъемом. И наибольшей интенсивностью по сравнению с концентрацией комплекса 0,005%, что подтверждает увеличенную концентрацию.

2.5 Характеристика комплекса методом ИК-спектроскопии

ИК-спектроскопия позволяет определить химическую структуру соединения и тип связей. При соединении молекулы-лигана с центральным ионом металла появляются изменения типа связей и новые пики.

ИК-полосы поглощения ЯК-Ag (1:1) представлены на рисунке 8. Значительно меняются некоторые полосы поглощения ИК-спектра янтарной кислоты, что говорит о новых связях с металлом через карбоксильные группы ЯК. ЯК имеет большую валентную полосу O–H в диапазоне 3300-2900 $см^{-1}$, поскольку карбоновые кислоты представляют из себя форму димеров из-за водородных связей. В спектре комплекса ЯК-Ag в данном диапазоне нет преимущественного поглощения группы O–H, так как они были полностью разорваны на соединение с серебром. Далее мы видим изменения при валентных, вращательных колебаниях O–N, C=O и C–O в диапазоне 1300-1800 $см^{-1}$. C=O полоса поглощения янтарной кислоты наблюдается при колебаниях O-H в 1690 $см^{-1}$, 1414 и 910 $см^{-1}$ и растяжении C-O в 1310 $см^{-1}$. Что же касается комплекса Sa/Ag, ионы COO образуют сильные асимметричное валентное колебание на 1497 $см^{-1}$ и слабое симметричное валентное колебание на 1388 $см^{-1}$. Разница между ними (Dn) определяется от типа координации между металлом и карбоксилатом и составляет составляет 109 $см^{-1}$, что и указывает на бидентатную координацию каждой карбоксилатной группы с двумя ионами Ag(I). Карбоксилатная группа сохраняет симметрию C2 при координации как мостиковая (бидентатная группа). Атом металла связуется так же, как два атома кислорода в янтарной кислоте. Наблюдаются специфические для ЯК полосы поглощения функциональных групп (C-N и C=H) в диапазоне 800-500$см^{-1}$. Для наночастиц серебра пик поглощения наблюдается на 409 $см^{-1}$.

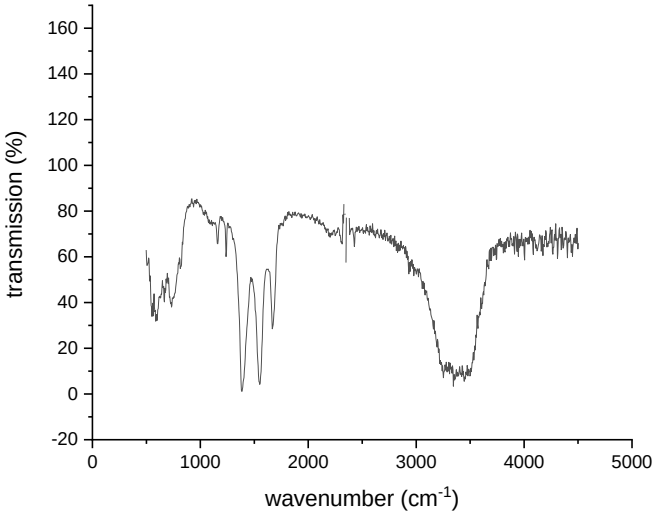


Рисунок 9 – ИК-спектроскопия комплекса ЯК-Ag

3 Материалы, объект и методы исследования

Объектами исследования послужили экспланты картофеля в пробирках, сортов: «Императрица», «Конаева», «Виктория»; и сорта батата: «Амморемио» и «Турпин».

Биологическое описание сортов картофеля:

Раннеспелые сорта (55-65 дней). Клубни ровные, овально-удлиненной формы с желтой кожурой. Сорт устойчив к фитофторозу,засухе, нематоде. Урожайность в первй год 1100-1200 грам с куста.

Подготовка оборудования и лабораторной посуды по ГОСТ – 12044–93.

Реактивы:

1. Янтарная кислота $C_4H_6O_4$
2. Нитрат серебра $AgNO_3$, $3*10^{-3}$ М
3. Дистилированная вода

Исходные материалы:

1. Мензурка/мерный цилиндр 50 мл
2. Мензурка/мерный цилиндр 500 – 1000 мл
3. Колба 1000 мл
4. Химический стакан
5. Колба круглогодонная
6. Воронка
7. Шпатель
8. Пипетка
9. Биологический микроскоп
10. Дозатор одноканальный
11. Лабораторные весы
12. Магнитная мешалка/с подогревом, с якорем
13. Предметное стекло
14. Кондуктометр
15. Сушильный шкаф
16. UV/Vis спектрофотометр (ПЭ-5400в, Россия)
17. Бумага фильтровальная
18. Чашка Петри
19. Горелка
20. Ножницы
21. Пинцет медицинский

Опыты были проведены с растворами:

1) ЯК 0,2%
2) AgNO3 0,005%
3) ЯК-Ag 0,005% и 0,05%

Питательную среду разливали в стаканы по 50-100 мл:

Среду без добавления гормонов (так как янтарная кислота действует как гормон) разлили по:

1) К 50 мл среды добавляли 0,1 мл раствора ЯК 0,2% (и отбирали дозатором эту часть среды 0,1 мл с каждым добавленным раствором)
   50 мл – 100%
   х – 0,2%
   Исходя из формулы: $C = \frac{m_{\text{в–ва}}}{m_{\text{р–ра}}} \times 100\%$;
2) К 100 мл среды добавляли 0,005 мл раствора комплекса ЯК- Ag 0,005%
3) В стакан с 100 мл среды добавили 0,05 мл комплекса ЯК-Ag 0,05%

После добавления в среду фитогормонов (ИУК, кинетин, феруловая кислота), ее разлили в:

4) 100 мл среды с добавлением 0,005 мл раствора AgNO3 0,005%

Данное количество среды было разлито по 8-12 мл в пробирки.

3.1 Приготовление питательной среды и подготовка посуды и реактивов для ее приготовления

Подготовка посуды: необходимо получить асептически чистую посуду, промывая дно и стенки посуды три раза ершиком с порошком «Комет» и «Фейри», и просматривая посуду на свету для удаления всей грязи, затем дистиллированной и бидистиллированной водой, сушить 1 час при 150°С.

Приготовление питательной среды Мурасиге-Скуга: наиболее часто используемой средой в клональном микроразмножении растений является среда Мурасиге-Скуга. Для ее приготовления сначала необходимо приготовить маточные «концентрированные» растворы макро- и микросолей и витаминов, которые можно использовать многократно и хранить в холодильнике. А маточные растворы фитогормонов готовят непосредственно перед использованием питательной среды.

Реактивы: для макросолей смешали каждый порошок (с CaCl2*2H2O, с K2PO4 (KH2PO4) и основным составом) по 100 мл и довели до 500 мл дистиллятом – 200 мл.

Микросоли приготовили на 100 мл и Fe-хелата на 100 мл (FeSO4*7H2O 50 мл и Трилона Б 50 мл).

Агар-агар добавляли в каждый стакан для твердой среды, исходя из расчета на литр.

Среда Мурасиге-Скуга

№	Реагент	На 1 л	На 0,5 л
1	Сахароза	20 г	10 г
2	Макросоли	50 мл	25 мл
3	Микросоли	1 мл	0,5 мл
4	Гидролизат казеина	40 мг (0,040 г)	20 мг (0,020 г)
5	Fe-хелат	5 мл	2,5 мл
6	Витамины	1 мл	0,5 мл
7	ИУК	1 мл	0,5 мл
8	Феруловая кислота	1 мл	0,5 мл
9	Кинетин	1 мл	0,5 мл
10	Агар	7 г	

Витамины

№	Реагент	На 25 мл	На 12,5 мл
1	Пиридоксин B_6	2,5 мг (0,0025 г)	1,25 мг (0,00125 г)
2	Тиамин B_1	5,0 мг (0,0050 г)	2,5 мг (0,0025 г)
3	Аскорбиновая кислота	5,0 мг (0,0050 г)	2,5 мг (0,0025 г)

Макросоли (фильтровать)

№	Реагент	На 1 л	На 0,5 л
1	NH_4NO_3	33 г	16,5 г
2	KNO_3	38 г	19,0 г
3	$CaCl_2 * 2H_2O$ (или $CaCl_2 * 6H_2O$) OH_2O	8,8 г (13,8 г) 6,69 г	4,4 г (6,9 г) 3,35 г
4	$MgSO_4 * 7H_2O$ ($MgSO_4$ б/воды)	7,4 г (3,6 г)	3,7 г (1,8 г)
5	K_3PO_4 K_2PO_4 - отдельно	3,4 г	1,7 г

Микросоли (фильтровать)

№	Реагент	На 100 мл	На 50 мл
1	H_3BO_3	620 мг (0,62 г)	310 мг (0,31 г)
2	$MnSO_4 * 4H_2O$ $MnSO_4 * 5H_2O$	2230 мг (2,23 г) 2410 мг (2,41 г)	1115 (1,115 г) 1205 мг (1,205 г)
3	$ZnSO_4 * 7H_2O$	860 мг (0,86 г)	430 мг (0,43 г)
4	KI	83 мг (0,083 г)	41,5 мг (0,041 г)
5	$Na_2MoO_4 * 2H_2O$	25 мг (0,025 г)	12,5 мг (0,0125 г)
6	$CuSO_4 * 5H_2O$	2,5 мг (0,0025 г)	1,25 мг (0,00125 г)
7	$CoCl_2 * 6H_2O$	2,5 мг (0,0025 г)	1,25 мг (0,00125 г)
$Na_2MoO_4 * 2H_2O$ - растворить отдельно в ½ V H_2O, затем соединить			

Fe-хелат

№	Реагент	На 100 мл	На 50 мл
1	$FeSO_4 * 7H_2O$	557 мг (0,557 г)	278,5 мг (0,2785 г)
2	Трилон Б	745 мг (0,745 г)	372,5 мг (0,3725 г)
$FeSO_4 * 7H_2O$ - растворить отдельно в ½ V H_2O, затем соединить			
Трилон Б - растворить отдельно в ½ V H_2O, затем соединить			

Способ приготовления

№	Наименование вещества	Количество в-ва	Количество H_2O
1	Кинетина	1 мг (0,001 г)	25 мл
2	ИУК	25 мг (0,025 г)	25 мл
3	Феруловой кислоты	1 мг (0,001 г)	50 мл
Сначала порошок растворить в 2-3 каплях 5% KOH или NaOH			
4	5% KOH или NaOH	5 г	100 мл

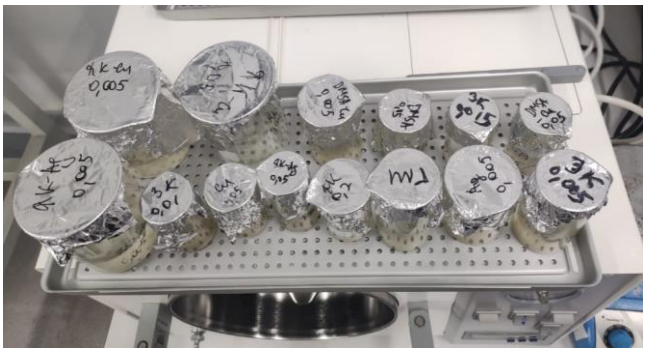


Рисунок 10 – Состав питательной среды Мурасиге-Скуга

Приборы и инструменты: химические стаканы, колбы, мерные цилиндры объемом до 1л, пробирки до 10 мл, аналитические весы не менее 500 г, магнитные мешалки с якорем, дозатор/шприц 5-10 мл, пинцет, фильтровальная бумага.

Автоклавирование посуд, штативов и среды под 1 атмосферой 121 °С в течение 30 минут.

Стерилизация посуды и питательной среды ультрафиолетом в ламинар-боксе 20 минут.

*Розлив среды МС по пробиркам***:** агаризованную среду заливали шприцом по 10-12 мл, жидкую среду (без агар-агара) по 5 мл, т. к. пробирки были маленькие. В пробирки с жидкой средой заносили мостики из фильтровальной бумаги (2*2, 3*3, в зависимости от размера пробирки), протыкая ее для вставки нижней части черенка, так как весь черенок тонет в жидкой среде. Пробирки закрывали пробками из стерильной ваты, складывая ее конвертиком. После, все разлитые пробирки стерилизовали под УФ-светом 20 минут в закрытом ламинар-

боксе. Ph питательной среды составил 5,5 (при добавлении комплекса не изменился, поскольку их добавляли в небольших дозах).

3.2 Методика микроклонального размножения

Черенок представляет из себя отрезок побега стебля с пазушной почкой и минимум одним листом. Каждый черенок садится в пробирку со свежей питательной средой.

Цель размножения микрочеренкованием: активация пазушных меристем и подавление роста апикальной верхушки побега. Таким образом из пазушной почки развивается целое растение. Черенкование проводят каждые 10-14 дней (не более 4 циклов). Каждое растение дает от 4 до 8 черенков. *Оборудование для черенкования:* Стерильные медицинские принадлежности: пинцеты, ножницы; чашки Петри; стерильные сорта картофеля в пробирках; пробирки с модифицированной питательной средой Мурасиге-Скуга жидкой и твердой (с добавлением агар-агара).

Порядок выполнения:

Асептическое растение картофеля вынимают из пробирки в ламинарном боксе, помещают на чашку Петри, разрезают на черенки. Часть стебля над листом должна быть в два-три раза короче, чем часть под листом. Сажают так чтобы почка не была погружена в среду, иначе она погибнет и ее уничтожат микроорганизмы. Каждый черенок садить в пробирку, затем их ставят на стеллажи со светом и наблюдают за ростом в течение 14 дней, записывая изменения с четвертого дня.

Экспланты *in vitro* (в стекле) можно поддерживать постоянно, причем получается идентичный родительскому материал. В настоящее время существуют основные три метода микроразмножения:

1) Индукция делений клеток пазушных меристем;
2) Образование из тканей растения побегов и эмбриоидов и их деление – «прямой эмбриодогенез»;
3) Образование каллусной ткани и индукция органогенеза, «соматический эмбриодогенез».

Ход выполнения работы:

1) УФ-обработка (ультрафиолетовая) бокса и инструментов перед работой и 90% этиловым спиртом (уборка комнаты с боксом чистой водой и тряпкой обязательна).

2) Чашки Петри, пинцеты, ножницы перед работой необходимо протереть и обмакнуть в спирте и обжечь над пламенем горелки и дождаться остывания, также и после каждой манипуляции с растениями.
3) Асептическое растение картофеля вынимают обработанным пинцетом из пробирки в ламинарном боксе, над обработанной чашкой Петри, разрезают на черенки по 10 мм, так чтобы над чашкой Петри не проходили руки, а только стерильные приборы или растение. Руки нельзя вытаскивать из бокса, иначе их нужно обработать спиртом.
4) Пробирки открываются (пробки нельзя класть на стол (он может быть не до конца стерильным, держим между пальцами или в контейнер если она не нужна) и прогреваются, прокручиваются над огнем для создания теплой среды и закрытия инфекции (у горлышка пробирки с растением).
5) Каждый черенок сажают в пробирку с новой питательной средой так, чтобы почка не была погружена в среду, иначе она погибнет и ее уничтожат микроорганизмы. В пробирках с мостиками следили за тем, чтобы при опускании его в среде не задерживался воздух, его надо согнать. При этом черенки пинцетом нужно брать аккуратно, за верхний стебель, не прожигая листья и нижнюю часть, где будет корнеобразование.
6) После посадки черенка горлышко пробирки обжигается и закрывается ватной пробкой.
7) Затем их ставят на стеллажи со светом и наблюдают за ростом в течение 14 и более дней, записывая изменения с четвертого дня. С температурой помещения не более 25 °С и 16-часовым фотопериоде и относительной влажности воздуха 70-75%.

4 Данные анализа и выявление итогового результата

4.1 Фенологические и биометрические наблюдения влияния комплекса ЯК-Ag на растения

Таблица 1 – Количество контрольных образцов (18.04)

№	Сорт картофеля	Твердая среда, шт	Жидкая среда, шт
1	Виктория	1	6
3	пам. Конаева	2	3
4	Императрица	1	3
5	Батат: Турпин	4	–
6	Батат: Амморемио	1	–

Таблица 2 – Фенологические данные контрольных эксплантов на 15-й день после посадки (3.05)

№	Сорт картофеля	№	Твердая среда			Жидкая среда		
			Стебель, см	Лист, шт	Корень, см	Стебель, см	Лист, шт	Корень, см
1	Виктория	0	-	-	-	заражение	-	-
		1	3	5	2	6	5	2
		2	-	-	-	8	8	4
		3	-	-	-	нет роста	-	-
		4	-	-	-	заражение	-	-
		5	-	-	-	заражение	-	-
		6	-	-	-	заражение	-	-
2	пам. Конаева	0	-	-	-	без изменений	без	без
		1	не в среде			5,5	6	5
		2	2 см набухание плода	2		без	без	без
3	Императрица	0	-	-	-	11	5	4
		1	1,5	1	-	9	5	3
		2	-	-	-	в среде	-	-
4	Батат: Турпин	1	7,5	7	2	-	-	-
		2	4	9	1	-	-	-
		3	5	8	2	-	-	-
		4	4,5	5	2	-	-	-
5	Батат: Амморемио	0	8	7	4	-	-	-

Таблица 3 – Результат вегетационного периода развития контрольных образцов картофеля в твердой среде за 25 дней

№	Сорт картофеля	Твердая среда, шт					
		кол-во	больные	рост	не рост	остаток	черенки
1	Виктория	1	-	1	-	1	4
3	пам. Конаева	2	-	1	1	2	2
4	Императрица	1	-	-	1	1	1
5	Батат: Турпин	4	1	3	-	3	22
6	Батат: Амморемио	1	-	1	-	1	8

Таблица 4 – Результат вегетационного периода развития контрольных образцов картофеля в жидкой среде за 25 дней

№	Сорт картофеля	Жидкая среда, шт					
		кол-во	больные	рост	не рост	остаток	черенки
1	Виктория	6	4	2	4	2	10
3	пам. Конаева	3	-	3	-	3	4
4	Императрица	3	в среде	2	-	2	6
5	Батат: Турпин	–	–	–	–	–	–
6	Батат: Амморемио	–	–	–	–	–	–

Таблица 5 – Количество взятых контрольных черенков для следующей посадки их в среду с комплексами

№	Сорт картофеля	Кол-во	Черенки
1	Виктория	1	4
3	пам. Конаева 2	1	1
4	Императрица 1	1	1
5	Батат: Турпин 1 Турпин 2	2	15
6	Батат: Амморемио	1	8

Таблица 6 – Фенологические и биометрические показатели выращенных сортов в среде на 7-й день (29.05) с комплексами и растворами

Раствор	Сорт	Стебель, см	Лист, шт	Корень, см
ЯК 0,2%	Амморемио 1	5,5	5	+
	Амморемио 2	2	2	5
	Виктория 1	2	4	1
	Виктория 2	2,5	6	1
	Виктория 3	2,5	7	1
	Виктория 4	1,5	4	-
AgNO3 0,005%	Амморемио 3	4	1	2
	Амморемио 4	9	4	2
	Амморемио 5	6,5	2	+
	Амморемио 6	2,5	4	4
	Амморемио 7	3	5	4
	Амморемио 8	4	5	5
	Императрица 1	заражение	-	-
ЯК-Ag 0,05%	Турпин 1 (1)	2	2	+
	Турпин 1 (2)	2	2	5
	Турпин 1 (3)	5	6	7

Продолжение таблицы 6

ЯК-Ag 0,05%	Турпин 1 (4)	4	5	4
	Турпин 1 (5)	5	5	7
	Турпин 1 (6)	4	5	7
	Турпин 1 (7)	5,5	4	6
	Конаева 2	заражение	-	-
ЯК-Ag 0,005%	Турпин 2 (1)	2	4	4
	Турпин 2 (2)	6	6	5
	Турпин 2 (3)	4	5	5
	Турпин 2 (4)	6	4	+ длинные
	Турпин 2 (5)	6,3	7	6
	Турпин 2 (6)	5	4	+
	Турпин 2 (7)	4,2	4	4,5
	Турпин 2 (8)	5	5	+ длинные

Таблица 7 – Промежуточные фенологические и биометрические наблюдения черенков в среде с комплексами

Раствор	Сорт	Стебель, см	Лист, шт	Корень, см
AgNO3 0,005%	Амморемио 3	5	4	+
	Амморемио 4	12	4	+
	Амморемио 5	7	4	+
	Амморемио 6	4	5	+
	Амморемио 7	4	6	+ тонкие
	Амморемио 8	4,5	6	+
ЯК 0,2%	Амморемио 1	3	5	5
	Амморемио 2	4	4	7
	Виктория 1	5,5	5	+
	Виктория 2	3,5	7	2 (адвент)
	Виктория 3	3	10	2 (адвент)
	Виктория 4	3 (не в среде)	7	1,5 (адвент)
ЯК-Ag 0,05%	Турпин 1 (1)	5	3	+
	Турпин 1 (2)	4	4	7
	Турпин 1 (3)	6,5	8	+ тонкие
	Турпин 1 (4)	4	6	+ тонкие
	Турпин 1 (5)	7	6	+ тонкие
	Турпин 1 (6)	6	8	+
	Турпин 1 (7)	7,2	5	+ тонкие
ЯК-Ag 0,005%	Турпин 2 (1)	4	5	+
	Турпин 2 (2)	6	6	+
	Турпин 2 (3)	4,5	6	+
	Турпин 2 (4)	7	6	+ длинные
	Турпин 2 (5)	5	6,5	+
	Турпин 2 (6)	4	6	+
	Турпин 2 (7)	4	5	+
	Турпин 2 (8)	7	6	+

Таблица 8 – Заключительные фенологические и биометрические наблюдения черенков в среде с комплексами

Раствор	Сорт	Стебель, см	Лист, шт	Корень, см
ЯК 0,2%	Амморемио 1	5,5	6 (1 желт)	+
	Амморемио 2	4	10 (+2 сух)	+зеленые
	Виктория 1	6	11	+
	Виктория 2	7	9	адвент
	Виктория 3	7	13 (+3 желт)	тонкие белые адвент
	Виктория 4	8	10 (1 желт)	белые тонкие
AgNO3 0,005%	Амморемио 3	11	7	+
	Амморемио 4	14	7 (1 желт)	+
	Амморемио 5	9	7 (1желт)	+
	Амморемио 6	4	12 (2 сухие)	+
	Амморемио 7	5	10	тонкие
	Амморемио 8	6,5	11	+
	Императрица 1	заражение	-	-
ЯК-Ag 0,05%	Турпин 1 (1)	6	8 (1 желт)	+
	Турпин 1 (2)	6	7 (2 сухие)	тонкие
	Турпин 1 (3)	8,5	12 (1 желт)	+
	Турпин 1 (4)	5	9	тонкие
	Турпин 1 (5)	10	8	+
	Турпин 1 (6)	8	11	+
	Турпин 1 (7)	9	7	+
	Конаева 2	заражение	-	-
ЯК-Ag 0,005%	Турпин 2 (1)	8	6	широкие
	Турпин 2 (2)	10	11	+
	Турпин 2 (3)	6	14 (3 сухие)	+
	Турпин 2 (4)	8,5	11 (2 сухие)	+
	Турпин 2 (5)	9,5	10	+
	Турпин 2 (6)	7	6	+
	Турпин 2 (7)	6	11	+
	Турпин 2 (8)	8	9	+

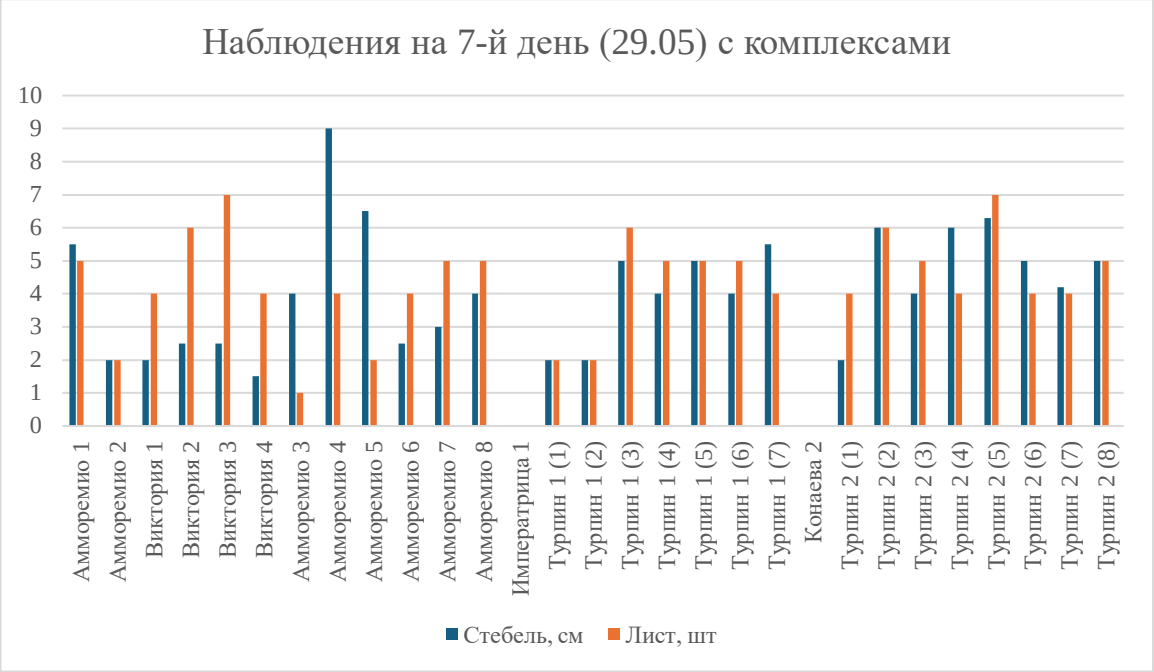


Диаграмма 1 – Фенологические наблюдения на 7-й день выращивания опытных образцов картофеля в твердой среде с комплексами

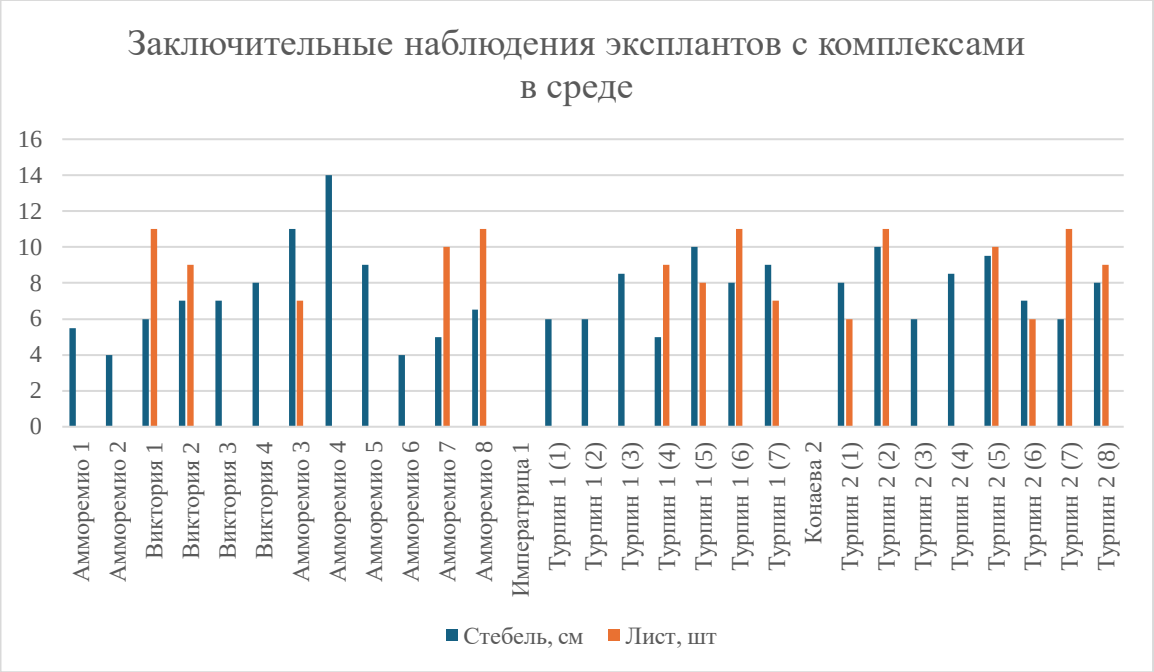


Диаграмма 2 – Фенологический результат выращивания опытных образцов картофеля в твердой среде с комплексами

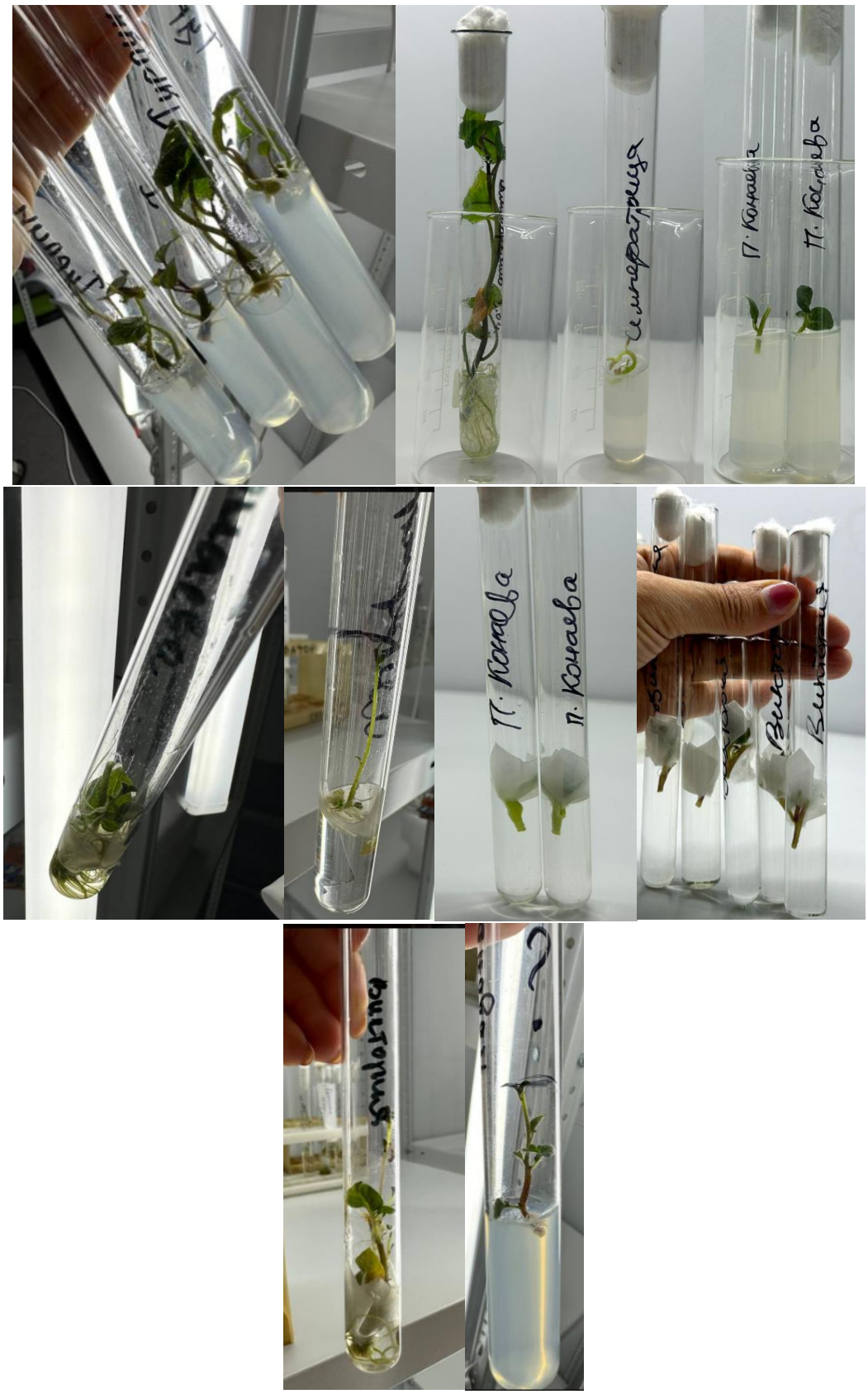


Рисунок 11 – Посадка контрольных образцов картофеля в среду МС

Рисунок 12 – Выращенные контрольные черенки перед черенковкой

Рисунок 13 – Зараженные контрольные образцы

Рисунок 14 – Посаженные черенки в среду с комплексами (7-й день)

Рисунок 15 – Зараженные опытные образцы

Рисунок 16 – Заключительные результаты выращивания эксплантов картофеля в пробирках с добавлением комплексов в питательную среду

Рисунок 17 – Растения доноры после повторной черенковкой в среду с растворами

4.2 Микроскопический анализ выращенных растений и меры борьбы с патогенами

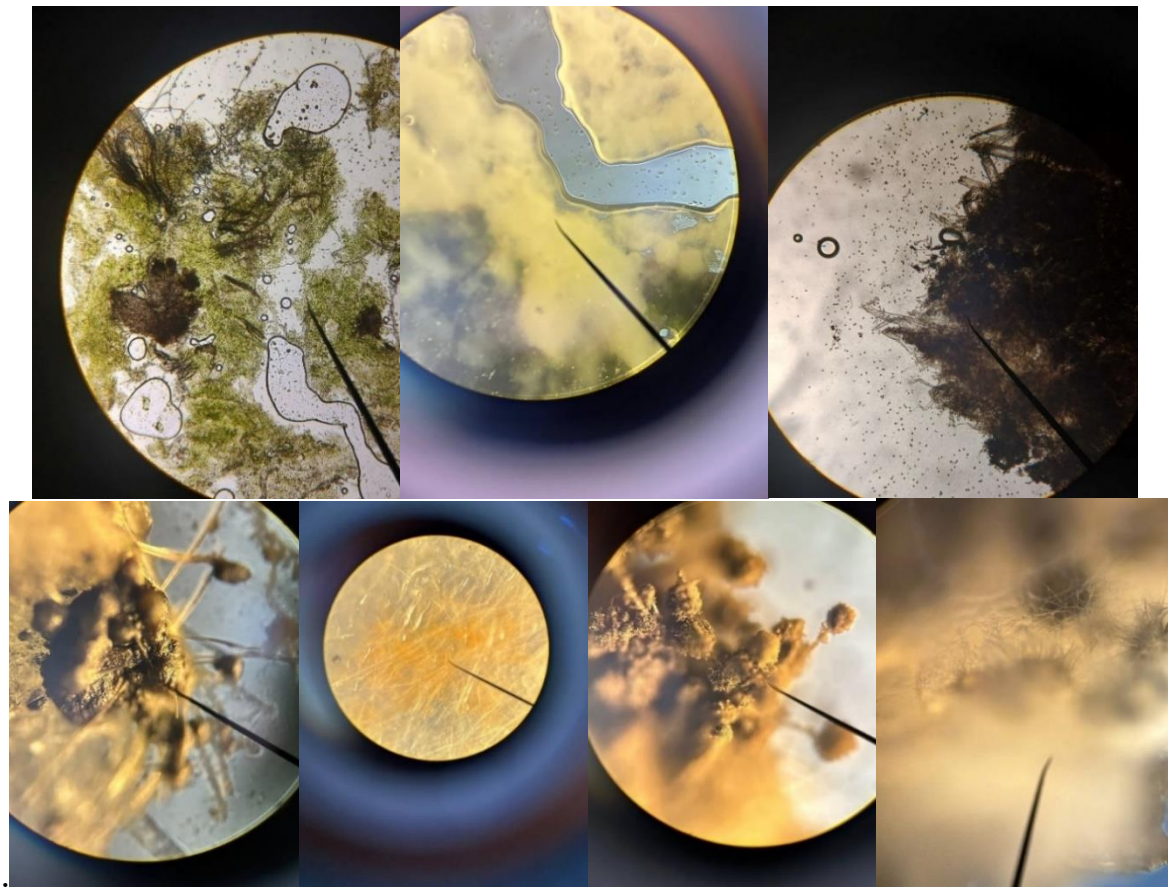


Рисунок 18 – Поражение листьев картофеля грибковыми возбудителями

Предотвратить заболевания и их распространение можно при соблюдении правильной технологии посадки и стерильных условиях, стерильном воздухе. На рисунке 18 представлены разные виды плесени (белые, черные, зеленые, серые). Предположительно их можно отнести к родам Cladosporium spp., Penicillium spp. (голубоватые или зеленые колонии, вызывают гниль), Aspergillus spp. (зеленоватые, черные или желтые пушистые налеты), Rhizopus spp. (черные или серые колонии), Alternaria spp. (пятнистость листьев, темные округлые пятна с желтым ореолом), Sclerotinia spp. (белая гниль, ватоподобный мицелий). Также из бактериальных патогенов это может быть Erwinia spp. (бактериальный ожог и неприятный запах), Agrobacterium tumefaciens (опухоли на корнях), Tobacco mosaic virus (пятнистость и скрученные листья).

Причинами поражения могут быть:

- высокая влажность в пробирках;
- пренебрежение правилами асептики при работе с растениями или подготовке пробирок.

Методы борьбы с патогенами in vitro:

Следует строго соблюдать условия стерильности так как среда является питательной как для растений, так и для грибов и других микроорганизмов. Необходимо вести наблюдение и осмотр пробирок, изолировать зараженные экспланты, использование стерильных инструментов для черенкования дезинфекцию рук спиртом 70%, и использование чистых маточных растворов и реагентов для среды, контролировать уровень влажности, не выше 75%, и температуры помещения до 25 градусов, при освещении не менее 16 часов в сутки, осуществлять уборку и санитарную обработку помещения. Также проводится автоклавирование в режимах 121°C и 1 атм., и 134°C и 2 атмосфер всех инструментов и сред в течение 15-20 минут перед розливом. Использование ламинарных боксов при работе HEPA-фильтрами, обеспечивающими стерильный воздушный поток. Ношении халатов, перчаток и масок.

4.3 Сравнительный анализ действия комплексов на экспланты

AgNO3: увеличилось количество листьев и рост стебля в каждой пробирке, а значит и количество черенков и междоузлий. У половина эксплантов наблюдаются сухие пожелтtвшие листья, из-за недостатка питания или токсичности. Появилось много новых побегов. Корневая система развита достаточно.

ЯК 0,2%: количество листьев не сильно увеличилось в сравнении со средой с нитратом серебра и с контрольными образцами. В пробирках с картофелем наблюдается слабое развитие корневой системы, корни тонкие. Одинаковое развитие роста стебля всех образцов.

ЯК-Ag 0,05% и ЯК-Ag 0,005% показали примерно одинаковые результаты. В концентрации ЯК-Ag 0,05% замечены тонкие корни, чем в ЯК-Ag 0,005%.

ЯК-Ag 0,005%: Рост стебля одинаковый между образцами картофеля и батата. Наблюдаются пожелтевшие листья.

ЯК-Ag 0,05%: Количество листьев одинаково между образцами. У 45% есть засохшие листья (1-2). 60% показали хороший рост. В сравнении с концентрацией 0,005% показатели роста и развития лучше.

Процент схожести высчитывают по формуле исходя из количества контрольных и опытных образцов:

$$\frac{control}{100\%} = \frac{experimental}{x}$$

Для концентрации ЯК 0,2%:

$$\frac{3}{100\%} = \frac{5}{x}$$

$x = 166\% - 100\% = 66\%$ улучшений.

Для концентрации Ag 0,005%:

$$\frac{4}{100\%} = \frac{6}{x}$$

$x = 150 - 100 = 50\%$ улучшений.

ЯК-Ag 0,05%:

$$\frac{4}{100\%} = \frac{7}{x}$$

$x = 175 - 100 = 75\%$ улучшений.

ЯК-Ag 0,005%:

$$\frac{4}{100\%} = \frac{8}{x}$$

$x = 200 - 100 = 100\%$ улучшений.

В результате можно сказать, что концентрация комплекса ЯК-Ag 0,05% проявила лучшие защитные свойства против патогенов, нежели чем более малые

концентрации Ag 0,005% и ЯК-Ag 0,005%. В пробирках с ЯК не было обнаружено заражение, но она проявила стимулирующие свойства.

5 Результаты исследования

Отмечено, что янтарная кислота усиливает рост стебля, но не усиливает развитие корнеобразования и количество черенков, что не согласуется с литературой. Серебро же не повлияло токсично в концентрации 0,005% и проявило антибактериальные защитные свойства. Янтарная кислота усиливает процессы дыхания в системе дыхательной цепи растения, и служит в качестве фитогормона, что может включать защитные свойства. То есть ЯК стимулирует выработку фитогормонов самим растением, стимулируя физиологическую активность растения. Негативного воздействия концентрации янтарной кислоты 0,2% не обнаружено. Сохранение генофонда обеспечено. Применение ЯК-Ag 0,005% оказало малое воздействие п сравнению с контрольными образцами и комплексом ЯК-Ag 0,05%. Количество зараженных при добавлении комплекса в среду не превысило их количество в контрольной питательной среде, что говорит об эффективности использования комплексов. Заражение могло распространиться от самого растения донора, обработка помещения осуществлялась при помощи ультрафиолетового облучателя. Целью работы было сравнить как влияет комплекс ЯК-Ag в диапазоне концентраций 0,005 и 0,05% на развитие побегов *in vitro*, концентрации выбраны исходя из предыдущих экспериментальных исследованиях, в средних диапазонах, не самых высоких и не самых низких. А также сравнить какое действие оказывает отдельно ЯК и серебро в комплексе. Серебро в концентрации 0,005% по исследованиям проявляет эффективные и безопасные свойства, в более малых и больших содержаниях малодействительно и токсично соответственно. Янтарная же кислота проявляет свои максимальные свойства в более больших концентрациях и была выбрана средняя концентрация 0,2% из диапазона 0,15, 0,20 и 0,25%. Целью также было обнаружить минимальные эффективные концентрации, для экономного расходования реагентов.

В итоге был получен комплекс ЯК-Ag, который проявил фунгицидные, противогрибковые свойства со стимулирующим действием. Выявлено что экспланты выращенные в среде МС с добавлением комплексов и растворов имеют более высокие морфометрические и биометрические показатели, чем экспланты посаженные в обычную питательную среду. Также поскольку в среде с серебром было обнаружено заражение плесенью одной пробирки сорта «Императрица», требуется более обширное исследование данной концентрации, для полной задержки всех возбудителей. Что может говорить о том, что концентрации 0,005% недостаточно, как и в комплексе ЯК-Ag 0,005%. Также

помимо токсичных свойств, металлы могут ингибировать процессы роста ростков, прорастания семян и фотосинтеза, уменьшать толщину и длину стебля и корней, исходя из литературных данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Было рассмотрено влияние янтарной кислоты и ионов серебра на посадочном материале картофеля сортов: «Императрица», «Виктория», «Конаева»; и сортов батата: «Амморемио» и «Турпин». В результате наблюдений было выявлено, что добавление растворов положительно повлияло на развитие черенков и не оказало токсичного воздействия, что говорит о возможности дальнейшего применения данных растворов и комплексов.

В ходе физико-химических исследований была идентифицирована структура комплекса, и было выявлено образование комплекса при помощи ИК и УФ-анализаторов. Было выявлено оптимальное соотношение ионов серебра и анионов ЯК для образования их комплекса. Выявлены наиболее эффективные концентрации растворов ЯК, AgNO3 и ЯК-Ag для развития ростков. А также провелось сравнение испытуемых растворов с контрольной питательной средой без добавления стимуляторов в виде фенологических и биометрических показателей в таблицах. Проведен микроскопический анализ найденных патогенов и предложены меры борьбы с ними.

Таким образом, основная цель работы заключается в получении новых знаний о процессах образования комплексов и их свойствах, и влиянии их как биостимуляторов, что может привести к разработке новых материалов и препаратов с уникальными свойствами в различных областях науки и технологий, такими как антибактериальность, антиоксидантность, антикоррозийность и др.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 E.Yu, Andrianova, N.I. Safina, N.N. Maksyutova, Influence of succinic acid on the productivity of agricultural plants, yield and quality, Journal of Agrochemistry, 1996, 8, 118-123, https://doi.org/10.15159/ar.21.092

2 Grabovskaya, Natalya. (2020). FEATURES OF THE USE OF SUCCINIC ACID AS A BIOSTIMULATOR AND PLANT ADAPTOGEN. https://www.researchgate.net/publication/339817470_FEATURES_OF_THE_USE_OF_SUCCINIC_ACID_AS_A_BIOSTIMULATOR_AND_PLANT_ADAPTOGEN

3 Змушко А.А., Красинская Т.А. Применение янтарной кислоты в растениеводстве. Плодоводство. 2019;31(1):288-292.https://fruit.belal.by/jour/article/download/159/158

4 Massabni A. C. et al. Chemical, spectroscopic characterization, molecular modeling and antibacterial activity assays of a silver (I) complex with succinic acid //Eclética Química. – 2021. – Т. 46. – №. 2. – С. 26-35. https://www.redalyc.org/journal/429/42966338002/42966338002.pdf

5 Kabdrakhmanova, Sana & Kabdrakhmanova, Ainur & Shaimardan, Esbol & Akatan, Kydyrmolla & Beisebekov, Madiar & Selenova, Bagadat & Aubakirova, Roza & Maussumbayeva, Aida & Thomas, Sabu & Seilkhanov, Tulegen. (2023). Growth Stimulating and Fungicidal Properties of Succinic Acid Complexes with Silver, Copper and Boron Ions During Pre-Sowing Treatment of Soybean Seeds. Engineered Science. 10.30919/es973.

6 Kabdrakhmanova S. et al. Synthesis, characterization and biological studies of coordination compounds of silver complex of succinic acid //Materials Today: Proceedings. – 2023, ISSN 2214-7853, https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.04.342.

7 M. Claudel, J. V. Schwarte, K. M. Fromm, New antimicrobial strategies based on metal complexes, Chemistry, 2020, 2, 849-899, doi: 10.3390/chemistry2040056.

8 Zhang, Na & Sun, Juzhi & Yin, Liyan & Liu, Junli & Chen, Chunli. (2023). Silver nanoparticles: From in vitro green synthesis to in vivo biological effects in plants. Advanced Agrochem. 2. 10.1016/j.aac.2023.08.004.

9 Khan S, Zahoor M, Sher Khan R, Ikram M, Islam NU. The impact of silver nanoparticles on the growth of plants: The agriculture applications. Heliyon. 2023 Jun 2;9(6):e16928. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e16928. PMID: 37346326; PMCID: PMC10279825.

10 Potato [Электронный ресурс] // Kew Gardens. – URL: https://www.kew.org/plants/potato#:~:text=Potato%20plants%20grow%20up%20to,berry%2C%20up%20to%204cm%20across (дата обращения: 03.06.2024).

11 Sweet potato [Электронный ресурс] // Encyclopaedia Britannica. – URL: https://www.britannica.com/plant/sweet-potato (дата обращения: 03.06.2024).

Приложение А

International Conference on Nano Structured Materials and Nanocomposites

ICN - 2024

10 - 12 May 2024

Organized By:

International and Inter University Center for
Nanoscience and Nanotechnology (IIUCNN) &
School of Energy Materials (SEM)
Mahatma Gandhi University,
Kottayam, Kerala, India
&
Gdansk University of Technology, Gdansk, Poland
&
Wroclaw University of Technology, Wroclaw, Poland
&
University of Johannesburg, Johannesburg, South Africa
&
University of Lorraine, Nancy, France

Certificate

This is to Certify that

Davydova Veronika

has presented a ~~paper Plenary~~/~~Keynote~~/~~Invited~~/Short Invited/~~Poster~~/Participated at the International Conference on "Nano Structured Materials and Nanocomposites" held at Kottayam, Kerala, India during 10 - 12 May, 2024.

Prof. (Dr.) Sabu Thomas
Chairman

APOLLO TYRES LTD

ACS Chemistry for Life

BRICS

SPARC

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

НАО КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. К.И. САТПАЕВА

РЕЦЕНЗИЯ

Давыдова Вероника Васильевна

Дипломная работа

6В05101 – «Химическая и биохимическая инженерия»

Тема: «Применение комплекса янтарной кислоты с серебром для стимуляции роста растений in vitro»

Разработано:

а) графическая часть 18 листов

б) пояснительная записка 50 стр.

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

В ходе выполнения дипломной работы студентом было исследовано влияние ионов янтарной кислоты и серебра на рост и вегетационное развитие разных сортов картофеля и батата в условиях in vitro. Студент провела литературный обзор последних лет, поскольку однии из актуальных вопросов получения продукции в сельском хозяйстве является акцент на экологической и экономической части применения стимуляторов роста при возделывании культур, а также были изучены их стимулирующие, антибактериальные и фунгицидные свойства.

Давыдовой Вероникой был произведен синтез комплекса янтарной кислоты и серебра и исследованы его химические свойства, а также процессы его комплексообразования с помощью следующих анализов: ИК-спектрофотометрия, УФ-видимая-спектрометрия, потенциометрическое титрование. Были выбраны оптимальные концентрации растворов янтарной кислоты, нитрата серебра и комплекса янтарная кислота-серебро. Был произведен сравнительный анализ воздействия разных концентраций комплекса янтарная кислота-серебро, а также действия отдельно янтарной кислоты и нитрата серебра на рост и развития растения. Студентом была изучена методика микроклонального размножения, определения физиологических показателей роста растений и определение заболеваний микроскопическим анализом. В результате была определена зависимость роста образцов картофеля и батата от концентрации растворов и комплекса, добавляемых в питательную среду.

ОЦЕНКА РАБОТЫ

Исследовательская работа была выполнена с соблюдением требований и стандартов, предъявляемых к дипломным работам. Таким образом, работа Давыдовой Вероники Васильевной заслуживает оценку 95 – «отлично».

Рецензент:

К.с/х.н. Жетысуского университета

имени И. Жансугурова

Маусумбаева А.М. _____

«4» июнь 2024 г.

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени К.И.САТПАЕВА»

ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломную работу
(наименование вида работы)
Давыдова Вероника Васильевна
(Ф.И.О. обучающегося)
6В05101 – «Химическая и биохимическая инженерия»
(шифр и наименование специальности)

На тему: «Применение комплекса янтарной кислоты с серебром для стимуляции роста растений in vitro».

Актуальными проблемами в сфере развития сельского хозяйства является борьба с болезнями, вредителями и патогенами выращиваемых культур. В решении данной проблемы используются различные гербициды, пестициды, фунгициды и удобрения. Поэтому использование биологических стимуляторов является актуальной из-за их экологичности и эффективного воздействия в десятки и сотни раз.

Использование органических соединений на основе янтарной кислоты, широко распространено в органической и аналитической химии, а также биохимии, что дает основание ожидать их высокую эффективность при взаимодействии с ионами металлов. Янтарная кислота содержится в дыхательной цепи растений и избыток ее не влияет на развитие растения, и служит в качестве фитогормона. Металлы же в определенных безопасных и эффективных диапазонах могут подавлять развитие патогенных организмов.

Рост и развитие картофеля в условиях in vitro, позволяет достичь высокие условия стерильности, что снижает развитие заболеваний и поражений. В полевых условиях происходит всасывание растениями всех полезных элементов в поверхностном слое почве, что требует ее обогащения и накопления. Посадка в питательную среду содержит все необходимые элементы и витамины, которые можно контролировать, а также можно достичь высокий процент получения здоровых растений. Исходя из вышеизложенного, были выбраны в качестве объекта исследования картофель и в результате было выявлено, что янтарная кислота в комплексе с ионами серебра – является в своем роде стабилизатором роста растений и стрессовым адаптогеном, инициирует плодовитость картофеля в условиях in vitro.

Рассмотрены влияние комплекса янтарной кислоты с ионами серебра в качестве биофунгицида для борьбы с патогенами и профилактики от заболевания картофеля в условиях in vitro. Произведено фенологическое наблюдение за посадочным материалом от начала и до конца опыта, фиксируемое таблицами. Давыдова Вероника при выполнении дипломной работы показала себя как ответственный студент.

Дипломная работа на тему «Применение комплекса янтарной кислоты с серебром для стимуляции роста растений in vitro» оценивается на 95 баллов «отлично», и считаю, что Давыдова Вероника Васильевна заслуживает квалификации бакалавра по специальности 6В05101.

Научный руководитель
к.т.н. ассоц-профессор
(должность, уч. степень, звание)
Кабдрахманова С.К.
(подпись)
«11» 06 2024г.

HR Қызметі

StrikePlagiarism.com | SATBAYEV UNIVERSITY

Дата отчета 6/6/2024
Дата редактирования ---

Отчет не был оценен.

Метаданные

Название
Применение комплекса янтарной кислоты с серебром для стимуляции роста растений in vitro

Автор
Давыдова Вероника Васильевна

Научный руководитель / Эксперт
Сана Қабдрахманова

Подразделение
ИГиНГД

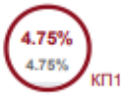
Тревога

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажений. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще, характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей долей ответственности. В случае возникновения вопросов, просим обращаться в нашу службу поддержки.

Замена букв		6
Интервалы		0
Микропробелы		75
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		15

Объем найденных подобий

КП-ия определяют, какой процент текста по отношению к общему объему текста был найден в различных источниках.. Обратите внимание!Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



25
Длина фразы для коэффициента подобия 2

6864
Количество слов

49179
Количество символов

Подобия по списку источников

Ниже представлен список источников. В этом списке представлены источники из различных баз данных. Цвет текста означает в каком источнике он был найден. Эти источники и значения Коэффициента Подобия не отражают прямого плагиата. Необходимо открыть каждый источник и проанализировать сожержание и правильность оформления источника.

10 самых длинных фраз — Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	Изучение процессов комплексообразования серебра и меди с производными янтарной кислоты [redacted] 6/12/2023 Satbayev University (Г_М_И)	25	0.36 %
2	Изучение процессов комплексообразования серебра и меди с производными янтарной кислоты [redacted] 6/12/2023 Satbayev University (Г_М_И)	21	0.31 %
3	http://plantphysiol-bio.univer.kharkov.ua/materials/Biotechnologia%20roslyn.pdf	20	0.29 %

4	Изучение процессов комплексообразования серебра и меди с производными янтарной кислоты [redacted] 6/12/2023 Satbayev University (Г_М_И)	20	0.29 %
5	Изучение процессов комплексообразования серебра и меди с производными янтарной кислоты [redacted] 6/12/2023 Satbayev University (Г_М_И)	19	0.28 %
6	2022_БАК_Абейбекова З.docx [redacted] 5/24/2022 Satbayev University (ИГиНГД)	18	0.26 %
7	http://www.uta-company.ru/products/p1/p1-2	18	0.26 %
8	Изучение процессов комплексообразования серебра и меди с производными янтарной кислоты [redacted] 6/12/2023 Satbayev University (Г_М_И)	17	0.25 %
9	https://unnat.fedcdo.ru/wp-content/uploads/2021/09/JuNNAT-2021-Stolyarova-Anastasiya-Nachalnye-etapy-mikroklonalnogo-razmnozheniya.pdf	17	0.25 %
10	Изучение процессов комплексообразования серебра и меди с производными янтарной кислоты [redacted] 6/12/2023 Satbayev University (Г_М_И)	14	0.20 %

из базы данных RefBooks (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)

из домашней базы данных (3.51 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	Изучение процессов комплексообразования серебра и меди с производными янтарной кислоты [redacted] 6/12/2023 **Satbayev University (Г_М_И)**	**214 (17)**	**3.12 %**
2	2022_БАК_Абейбекова З.docx [redacted] 5/24/2022 Satbayev University (ИГиНГД)	27 (2)	0.39 %

из программы обмена базами данных (0.09 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	INFLUENCE OF PRE-SOWING TREATMENT OF SOYBEAN SEEDS WITH AGROMINERALS.docx [redacted] 8/22/2023 West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan (НИИ)	6 (1)	0.09 %

из интернета (1.15 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	https://unnat.fedcdo.ru/wp-content/uploads/2021/09/JuNNAT-2021-Stolyarova-Anastasiya-Nachalnye-etapy-mikroklonalnogo-razmnozheniya.pdf	28 (3)	0.41 %

2	http://plantphysiol-bio.univer.kharkov.ua/materials/Biotechnologia%20roslyn.pdf	20 (1)	0.29 %
3	http://www.uta-company.ru/products/p1/p1-2	18 (1)	0.26 %
4	https://tou.edu.kz/arm/upload/umk_pdf/102076.pdf	13 (1)	0.19 %

Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)