

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО СПбГАУ)

УДК 635.52; 631.811.98

Рег. № НИОКТР

Рег. № ИКРБС

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной,
инновационной и международной
работе,

канд. ветеринар. наук

_____ Р.О. Колесников

« ____ » _____ 20__ г.

ОТЧЁТ
О ВЫПОЛНЕНИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ
ПО ДОГОВОРУ № ДН-2311 от 07.09.2023
по теме:
«ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА ИОНИК НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН,
УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР»
(заключительный)

Руководитель НИР,
канд. с.-х. наук

_____ В.М. Кондратьев
подпись, дата

Санкт-Петербург-Пушкин, 2023

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель
НИР,
зав. лабораторией,
канд. с.-х. наук

(подпись, дата)

В.М. Кондратьев
(введение, раздел 1-3, заключение)

Отв. исполнитель,
Аспирант

(подпись, дата)

Т.П. Бабаев
(раздел 2-3, заключение, приложения)

Отв. исполнитель,
Аспирант

(подпись, дата)

М.С. Сухоиванов
(раздел 3, заключение, приложения)

Нормоконтроль

(подпись, дата)

В.С. Веденеева

РЕФЕРАТ

Отчет 26 с., 1 рис., 4 табл., 8 источн., 2 прил.

КРЕСС-САЛАТ, ИОНИК, УРОЖАЙНОСТЬ, ФЕНОЛОГИЯ,
БИОМЕТРИЯ, СЕРЕБРО

Объектами исследования являются препарат Ионик, представленный ООО «СЕРВИС ГРУПП» по договору № ДН-2311 от 07.09.2023, сорта кресс-салата (*Lepidium sativum* L.) Витаминчик и Ажур.

Цель работы: установить влияние препарата Ионик на посевные качества семян, урожайность и качество продукции кресс-салата. В процессе работы проводились экспериментальные исследования роста и развития, продуктивности и качества растений кресс-салата.

Впервые определено влияние доз препарата Ионик на посевные качества семян, рост и развитие, продуктивность и качество растений кресс-салата.

Впервые установлено, что: 1. Замачивание семян кресс-салата в растворе препарата Ионик с концентрацией 2 мл/л привело к незначительному снижению посевных качеств у среднераннего сорта Ажур и к существенному снижению у позднеспелого сорта Витаминчик, что может быть связано со снижением активности ферментативных систем прорастающих семян. 2. Препарат Ионик при проливе субстрата и двукратной листовой обработке в дозе 2 мл/л не оказал угнетающего действия на развитие растений кресс-салата. 3. Препарат Ионик при проливе субстрата и двукратной листовой обработке в дозе 2 мл/л оказал стимулирующее действие на рост растений кресс-салата: высота растений составила $15,50 \pm 3,75$ см, а количество листьев $5,81 \pm 1,30$ шт. 4. Урожайность кресс-салата при применении препарата Ионик при проливе субстрата и двукратной листовой обработке в дозе 2 мл/л составила $0,59 \pm 0,04$ кг/м², что существенно выше контрольного варианта. 5. С увеличением дозы препарата наблюдается уменьшение содержания нитратов в продукции. При дозе препарата Ионик 2 мл/л содержание нитратов составило 1684,0 мг/кг.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Результаты применения препаратов с содержанием серебра на сельскохозяйственных культурах в открытом грунте.....	7
2 Цель и задачи, методика и условия проведения исследования.....	11
3 Влияние доз препарата Ионик на посевные качества семян растений кресс-салата	16
4 Агробιοлогическая оценка препарата Ионик на кресс-салате (<i>Lepidium sativum</i> L.) в условиях светокультуры	17
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	20
ПРИЛОЖЕНИЕ	21

ВВЕДЕНИЕ

В результате работы российских и зарубежных ученых доказана возможность использования солей серебра в низких концентрациях для подавления фитопатогенной микрофлоры. Преодолеть затруднения, связанные с точностью дозировки и негативным действием больших доз серебра оказалось возможным только с появлением принципиально нового класса серебросодержащих препаратов – коллоидных растворов, содержащих наноразмерные частицы металлического серебра.

В результате работы российских и зарубежных ученых доказана возможность использования солей серебра в низких концентрациях для подавления фитопатогенной микрофлоры. Преодолеть затруднения, связанные с точностью дозировки и негативным действием больших доз серебра оказалось возможным только с появлением принципиально нового класса серебросодержащих препаратов – коллоидных растворов, содержащих наноразмерные частицы металлического серебра. Такие наночастицы служат своеобразным контейнером – постепенно, под действием кислорода воздуха или в результате окисления эндогенными активными формами кислорода, в частности пероксидом водорода супероксид-радикалами, серебро окисляется, и в раствор поступают ионы серебра. Медленное высвобождение ионов серебра позволяет, с одной стороны, легко поддерживать требуемую концентрацию ионов, с другой – эффективно предохранять растения от высоких фитотоксичных концентраций серебра. К настоящему времени обнаружено ингибирование серебром активности полифенолоксидазы и каталазы. Оксидазы ответственны за разрушение многих эндогенных и экзогенных биологически активных соединений. Серебро в небольших концентрациях способно снижать активность этих ферментов, что, в свою очередь, приводит к накоплению в тканях растений ауксинов, полифенолов, аскорбиновой кислоты, а, следовательно, к соответствующим изменениям в метаболизме. Влияние серебра на организм растений связано, прежде всего, с образованием комплексных соединений серебра, в частности, с замещением

ионов меди, входящих в состав активных форм ферментов и регуляторных белков. Наиболее выраженным каналом влияния ионов серебра на организм растений является ингибирование отклика клеток на фитогормон этилен, что приводит к соответствующим изменениям баланса физиологических процессов.

1 Результаты применения препаратов с содержанием серебра на сельскохозяйственных культурах в открытом грунте

По результатам испытаний в 2013-2014 гг. в Краснодарском крае на сорте Вилана препарат Зеребра Агро показал, что обработка семян сои перед посевом и последующая двукратная обработка растений препаратом Зеребра Агро в максимальной концентрации 75 мл/т + 120 мл/га способствовали активизации ростовых и формообразовательных процессов. За период наблюдений в опытных вариантах достоверно увеличилось число азотфиксирующих клубеньков на корнях растений сои и урожайность относительно контроля 2 (на фоне внесения минеральных удобрений) на 13,1-20,7 % [1].

В 2014 году в Таврическом национальном университете им. В. И. Вернадского проводили исследования на влияния стимулирующее действие наночастиц серебра на рост и развитие растений пшеницы сорта Одесская 267. Для определения всхожести и прироста биомассы проростков семена замачивали в растворах нанобиосеребра с концентрацией 0,01; 0,1; 1,0 и 10,0 мг/дм³. Наночастицы серебра в концентрации 0,01-10,0 мг/дм³ не оказывало негативного действия на процесс набухания семян, а его наибольшая скорость отмечалась до 16 ч во всех вариантах опыта, что соответствует максимальной ферментативной активности. При обработке семян пшеницы наносеребром в том же интервале концентраций интенсивность дыхания через 24 часа увеличилась на 20,0-60,2 %, а через 48 часов – на 8,5-33,3 % по сравнению с контролем. Через 48 часов показатели дыхания во всех вариантах возрастали. При этом, максимальное увеличение наблюдалось при концентрации наносеребра 1,0 мг/дм³. Максимальное увеличение массы сухого вещества корней наблюдалось при концентрации наносеребра 0,01 мг/дм³ и составляло 11,8 %, а надземной части – 5,7 %. При дальнейшем увеличении концентрации этот эффект снижался, а при 10,0 мг/дм³ отмечалось угнетение ростовых процессов [2].

В 2015 г. в Республике Крым исследования проводились на озимой

пшенице сорта Подольнка. Семена обрабатывали раствором нанобиосеребра в концентрациях 25, 50, 100 и 200 мг/л с прилипателем методом инкрустации, затем высушивали и выращивали в водной культуре на питательной среде.

При обработке семян пшеницы нанобиосеребром в концентрации 50-100 мг/л установлено, что количество семян, зараженных фитопатогенами, было в 3-5 раз меньше по сравнению с контрольным вариантом, а при концентрации 200 мг/л – полностью отсутствовало. Наиболее высокая всхожесть наблюдалась при концентрации нанобиосеребра 200 мг/л и превышала контрольный вариант на 11%.

Исследование влияния обработки семян нанобиосеребром на высоту надземной части 7-дневных проростков пшеницы показало увеличение на 10,6 % по сравнению с контролем. Полученные результаты коррелировали с накоплением биомассы надземной части и корней проростков. При этом увеличение биомассы корней составляло 14,1 %, а надземной части – 11,6 % [3].

Результаты четырехлетних исследований во ВНИИКХ препаратов с наночастицами серебра позволяют сделать вывод об их эффективности при защите картофеля от ризоктониоза и альтернариоза, сравнимой с эффективностью химических протравителей (Максим и Селест Топ) и фунгицидами при обработке вегетирующих растений (Абига Пик и Ридомил Голд МЦ). Биологическая эффективность в отношении фитофтороза на неустойчивом сорте Ильинский препаратов с наночастицами серебра уступает по эффективности Абига Пик в среднем на 49,8%. Биологическая эффективность Зеребра Агро в отношении этой болезни на сорте Сантэ в эпифитотийный год была невысокой (24,6%), в неэпифитотийный год – высокой (65,7%), ненамного уступая химическим фунгицидам (30,4 и 78,1% соответственно годам) как в эпифитотийный, так и в неэпифитотийный годы. Обработки картофеля препаратами чаще были убыточными, так как урожайность после их применения повышалась несущественно по сравнению с контролем.

Согласно данным [4], полученным в условиях Республики Хакасия на капусте белокочанной сорта Московская поздняя 9 в 2018-2019 годах при одно- и двукратной обработке препаратом Зеребра Агро в концентрации 100 мл/га, происходило уменьшение вегетативной массы растений капусты белокочанной, тогда как масса товарной части (кочана) и урожайность в целом существенно увеличивались. При однократной обработке урожайность увеличивалась на 17,69 %, двукратной – на 38,79 %, по сравнению с контрольным вариантом.

Научные исследования на базе опытной агротехнологической станции УНИЦ «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО РГАТУ в 2021 году были направлены на изучение эффективности нового биологического средства защиты растений Плантарел, ВР при возделывании яровой пшеницы сорта Тризо. В состав препарата входит: 500 мг/л коллоидного серебра и 500 мг/л полигексаметиленбигуанида гидрохлорида (выступает в качестве покрытия поверхности растения частицами серебра и активизации необходимых биологических и технологических свойств). Было выявлено, что Плантрел, ВР по сравнению с контролем показал достаточно высокую эффективность в подавлении этих болезней. В опытном варианте распространенность бурой ржавчины составляла 8,3-12,2 %, при интенсивности развития 3,4-5,8 %; распространенность септориоза 6,9-12,0 %, интенсивность развития – 4,1-5,3 %. Продуктивная кустистость на варианте с применением препарата Плантарел, ВР была больше показателя на контроле на 11,7 %. Число колосков в колосе по вариантам варьировало незначительно от 8,0 до 8,8. Число зерен в колосе на опытном варианте было больше, чем на контроле на 5,1 %. Максимальная масса зерна с одного колоса – 0,83 грамма – отмечена на варианте использованием стимулятора роста и превысила показатель в контроле на 10,7 %. Применение данного препарата в системе защиты яровой пшеницы в условиях Рязанской области обеспечило высокую эффективность в подавлении листостебельных болезней зерновых культур, в частности бурой ржавчины и септориоза, и способствовало увеличению

продуктивности растений. Использование препарата Плантадел, ВР благоприятно повлияло на продуктивную кустистость яровой пшеницы, число зерен в колосе, массу зерна с 1 колоса, натуру зерна, что в целом отразилось на урожайности культуры и, как следствие, обеспечило рост экономических показателей. [5]

В большинстве случаев применение препаратов, содержащих ионы серебра, на культурах открытого грунта в разных условиях приводит к активизации ростовых и формообразовательных процессов, способствует снижению пораженности болезнями. Однако исследования по влиянию препарата на культуры защищенного грунта еще не проводились. Поэтому определение влияния препарата Ионик на посевные качества семян и продуктивность кресс-салата при прикорневой обработке являются актуальными.

2 Цель и задачи, методика и условия проведения исследования

Целью настоящей работы является установить влияние препарата Ионик на посевные качества семян, урожайность и качество продукции кресс-салата.

Исходя из поставленной цели, решались следующие задачи:

- дать оценку влияния доз препарата на посевные качества семян растений кресс-салата;
- дать агробиологическую оценку влияния препаратов Ионик на фенологическое развитие и морфометрические параметры растений кресс-салата;
- дать агробиологическую оценку влияния препаратов Ионик продуктивность кресс-салата;
- определить содержание нитратов в зависимости от доз препарата Ионик в листьях кресс-салата.

Исследования проходили в фитотроне Лаборатории светокультуры и сити-фарминга ФГБОУ ВО СПбГАУ в 2023 г. Объектом исследования являлись:

- препарат Ионик;
- сорта кресс-салата (*Lepidium sativum* L.) Витаминчик, Ажур.

Размещение вариантов систематическое, количество учетных горшков – 20 штук, исследования проводились в 3-х кратной аналитической повторности.

Во время вегетации кресс-салата проводились фенологические наблюдения (даты посева, массовых всходов, появления 2-х, 4-х и 8-ми настоящих листьев, продолжительность вегетационного периода); биометрические измерения (высота растения, количество листьев); определяли содержание нитратов в листьях кресс-салата. Учет продуктивности проводился в конце вегетации после двух листовых обработок.

При проведении исследований руководствовались методическими

указаниями: «Методические указания по изучению коллекции капусты и листовых зеленых культур (салат, шпинат, укроп)» [6] и «Методика полевого опыта в овощеводстве» [7].

Определение содержания нитратов осуществлялось ионометрическим методом согласно ГОСТ 29270-95 «Методы определения нитратов» в биохимической лаборатории ФГБОУ ВО СПбГАУ.

Определение посевных качеств (энергия прорастания, всхожесть) семян осуществлялось согласно ГОСТ Р 52325 – 2005 Семена сельскохозяйственных растений.

Статистическую обработку экспериментальных данных по урожайности проводили методом дисперсионного анализа по t-критерию Стьюдента (оценка значимости разности между средними осуществлялась при 5% уровне значимости) с использованием прикладных программ Microsoft Excel. Средние значения показателей указаны с ошибкой среднего.

Схема опыта № 1. Влияние доз препарата Ионик на посевные качества семян растений кресс-салата включало в себя следующие варианты опыта:

Сорта кресс-салата: Ажур, Витаминчик.

В0 – замачивание семян в воде.

А0 – замачивание семян в воде.

В2 – замачивание семян в растворе препарата Ионик, концентрация 2 мл/л.

А2 – замачивание семян в растворе препарата Ионик, концентрация 2 мл/л.

В4 – замачивание семян в растворе препарата Ионик, концентрация 4 мл/л.

А4 – замачивание семян в растворе препарата Ионик, концентрация 4 мл/л.

В – сорт Витаминчик, А – сорт Ажур.

Схема опыта № 2. Агробиологическая оценка препарата Ионик на кресс-салате (*Lepidium sativum* L.) в условиях светокультуры.

ВО – вода, без обработки.

В2 – двух кратная внекорневая обработка препаратом Ионик в фазе двух настоящих листьев и через 7 дней, в дозе 2 мл/л.

В4 – двух кратная внекорневая обработка препаратом Ионик в фазе двух настоящих листьев и через 7 дней, в дозе 4 мл/л.

В – сорт Витаминчик.

Агротехника при проведении исследований. Посев семян осуществлялся вручную в горшочки набитые торфом по 5 штук. Напитка субстрата осуществлялась: в контрольном варианте – водой, В2 – раствором препарата с концентрацией 2 мл/л, В4 – раствором препарата с концентрацией 4 мл/л. Дальнейшие обработки осуществлялись по листу в фазе 2-х настоящих листьев и спустя 7 дней после первой обработки. Проращивание осуществлялось при 23-24 °С и влажности воздуха 93 %. При появлении массовых всходов включалось освещение. Световые условия выращивания: фотопериод составил 18 ч день, 6 ч ночь; средняя мощность облучения, мкмоль/м²/с – 175±15; спектр света – отношение синего спектра к красному спектру 1:5, спектрограмму смотри ниже на рисунке 1. В период выращивания поддерживали температуру воздуха – 22-23 °С, влажность воздуха – 65-70 %. Учет урожая массовый, в конце вегетации.

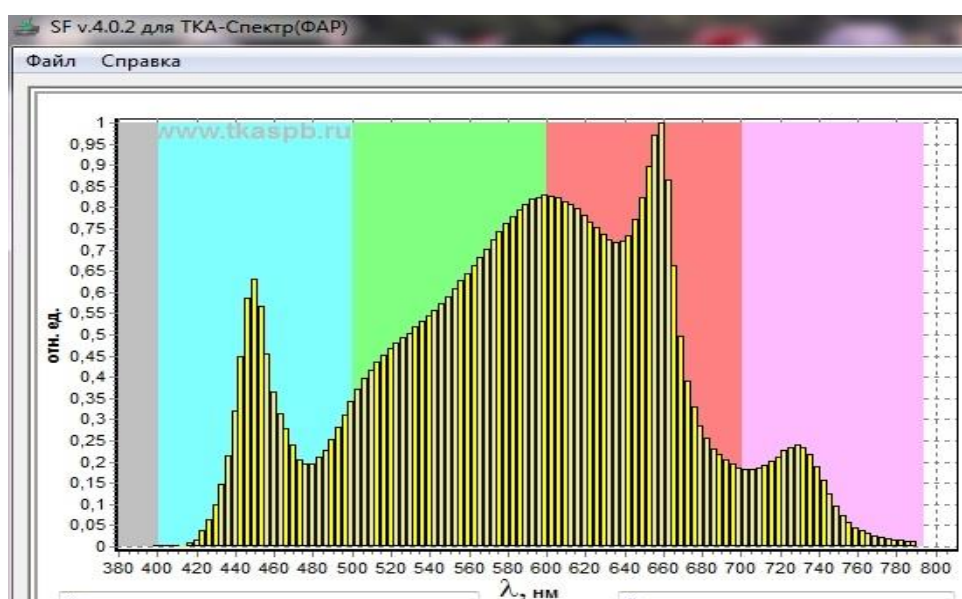


Рисунок 1 – Спектрограмма светодиодного источника освещения

Питание растений осуществлялось питательным раствором. Параметры питательного раствора: E_c – 1,5-1,7 мСм/см, pH – 5,5-5,6.

Характеристика исследуемых препаратов, по данным Заказчика:

Препарат Ионик является вспомогательным средством, предназначенным для стимуляции роста растений на основе коллоидного серебра. Эффективен на протяжении всего периода вегетации, в особенности – латентную и логарифмическую фазы роста. Значительно влияет на всхожесть и формирование иммунитета растения.

Серебро проникает в эндосперм растения, предохраняя его от заражения, в период формирования стебля, также подавляет патогенную микрофлору, которая может находиться в грунте. Также, на микрофлору оказывает влияние комплекс органических кислот. Он стимулирует размножение анаэробных и микроаэрофильных организмов, которые производят полезные для развития растений вещества. За счёт азотистых групп ускоряется корнеобразование. А хелатные соединения, в свою очередь, обеспечивают необходимое питание.

В состав препарата входят следующие компоненты:

1. Дистиллированная вода – основа, 93,2%.
2. Амид-амонийный и нитритный комплекс – стимулятор развития корневой системы, 4%.
3. Хелатный комплекс микроэлементов (фосфор, медь, калий, магний, железо, марганец, кальций, цинк, натрий, селен) – иммуностимулятор, фитоадаптоген, 2%.
4. Кластерное серебро с размером частиц 1-2 нм – стимулятор апикальной меристемы побега, вирулицид, бактерицид, 0,6%.
5. Комплекс высокомолекулярных органических кислот – активатор почвенной микрофлоры, 0,2%.

Характеристика сорта кресс-салата посевного[8]:

Ажур – включен в Госреестр по Российской Федерации для выращивания в защищенном грунте. Используют в пищу в сыром виде в

начале стрелкования прикорневые листья и молодые побеги, имеющие приятный острый горчичный вкус (салаты, бутерброды, приправы к супам и мясу). Среднеранний, от полных всходов до технической спелости (начало стеблевания) 32-45 дней. Розетка листьев полуприподнятая, высотой 18-26 см, диаметром 20-30 см, число листьев 12-18. Нижний лист длинночерешковый. Развитый лист крупный, дважды перисторассеченный с округлыми долями, светло-зеленый, край листа мелкозубчатый. Ткань пластинки листа нежная, поверхность слабоволнистая. Урожайность 1,5-2,0 кг/м². Вкусовые качества отличные. Содержание сухого вещества 11%, аскорбиновой кислоты 80 мг на 100 г сырого вещества, каротина 4,5 мг на 100 г сырого вещества. Ценность сорта: технологичный, урожайный, относительно устойчивый к цветущности.

Витаминчик – включен в Госреестр по Российской Федерации для выращивания в ЛПХ. Рекомендуется для использования в свежем виде молодых листьев. Позднеспелый сорт. Период от полных всходов до начала хозяйственной годности - 20 дней. Розетка листьев полуприподнятая, высотой 23 см, диаметром 20 см. Лист среднего размера, цельный, светло-зеленый, зубчатый и волнистый по краю. Масса товарного растения - 22 г. Урожайность - 1,1 кг/м².

3 Влияние доз препарата Ионик на посевные качества семян растений кресс-салата

Согласно данным таблицы 1 можно отследить несколько важных закономерностей – это сортовая реакция и влияние концентрации растворов на всхожесть семян кресс-салата (см. Приложение А).

Сортовая реакция связана с генетическими особенностями сортов, так Ажур является среднеранним сортом, а Витаминчик позднеспелым, что отразилось на всхожести семян. В контрольных вариантах энергия прорастания на 3 сутки составила у Ажура 93 %, а у Витаминчика 18 %.

Замачивание семян кресс-салата в растворе препарата с концентрацией 2 мл/л привело к снижению энергии прорастания на 2% у сорта Ажур и 12% у сорта Витаминчик относительно контроля. Снижение всхожести составило 3% у сорта Ажур и 23% у сорта Витаминчик.

Замачивание семян кресс-салата в растворе препарата с концентрацией 4 мл/л привело к снижению энергии прорастания на 11% у сорта Ажур и 16% у сорта Витаминчик относительно контроля. Снижение всхожести составило 10% у сорта Ажур и 29% у сорта Витаминчик.

Таблица 1 – Энергия прорастания и всхожесть семян кресс-салата в зависимости от доз препарата Ионик, %.

Вариант опыта	Сорт	
	Ажур(А)	Витаминчик (В)
Энергия прорастания, 3 сутки		
0	93	18
2	91	6
4	82	2
Всхожесть, 5 сутки		
0	97	31
2	94	8
4	87	2

Замачивание семян кресс-салата в растворе препарата Ионик с концентрацией 2 мл/л привело к незначительному снижению посевных качеств у среднераннего сорта Ажур и к существенному снижению у позднеспелого сорта Витаминчик, что может быть связано со снижением активности ферментативных систем прорастающих семян.

4 Агробиологическая оценка препарата Ионик на кресс-салате (*Lepidium sativum* L.) в условиях светокультуры

Анализ прохождения фенологических фаз необработанными и обработанными растениями кресс-салата показывает, что контрольный вариант и вариант В2, на всех этапах онтогенеза, развивались синхронно, чего нельзя сказать про вариант В4, в котором наблюдается явное ингибирование развития культуры (см. Приложение Б).

При проливе субстрата раствором препарата в дозе 4 мл/л, проявляется угнетение развития растений кресс-салата относительно остальных вариантов: задержка всходов на двое суток и задержка появления двух настоящих листьев на трое суток (таблица 2).

Результаты проведенных исследований показывают, что однократная обработка препаратом (проведена после наступление фазы двух настоящих листьев) не привела к различию в развитии растений кресс-салата в варианте В2 по отношению к контролю, в отличии от варианта В4, где переход в фазу 2х настоящих листьев идёт с задержкой на 3 дня относительно контроля.

Двукратное применение препарата в дозе 4 мл/л привело к торможению развития растений кресс-салата, в данном варианте растение не перешло в фазу 4х настоящих листьев.

Таблица 2 – Продолжительность фенологических фаз кресс-салата в зависимости от доз препарата Ионик, 2023.

Фенологические фазы		Наименование варианта		
		В0	В2	В4
Дата посева		25.09.23		
Посев-массовые всходы, суток		2	2	4
От массовых всходов до..., сутки	2 настоящих листьев	9	9	12
	4 настоящих листьев	18	18	-
Продолжительность вегетационного периода от массовых всходов до уборки, суток		30		

Эффективность применение препарата в дозах 2 мл/л и 4 мл/л можно отследить по морфометрическим показателям растений (таблица 3).

Так листовая обработка раствором препарата в дозе 2 мл/л привела к увеличению высоты растений ($15,50 \pm 3,75$ см) и количеству листьев ($5,81 \pm 1,30$ шт.) кресс-салата относительно остальных вариантов. В варианте с применением дозы 4 мл/л сформировались низкие растения ($8,6 \pm 2,37$ см), с наименьшим количеством листьев ($3,26 \pm 0,9$ штук) относительно контрольного варианта.

Таблица 3 – Морфометрические показатели кресс-салата в зависимости от доз препарата Ионик, 2023.

Вариант опыта	Высота растений $\pm S_x$, см	Количество листьев $\pm S_x$, шт.
B0	$12,50 \pm 2,46$	$5,45 \pm 1,40$
B2	$15,50 \pm 3,75$	$5,81 \pm 1,30$
B4	$8,60 \pm 2,37$	$3,26 \pm 0,90$

Анализ данных, представленных в таблице 4, позволяет сделать следующие заключения, что применение раствора препарата Ионик в дозе 2 мл/л для двукратной листовой обработки привела к достоверному увеличению урожайности при 5% уровне значимости относительно контрольного варианта на $0,25 \text{ кг/м}^2$. В то время как удвоение дозировки препарата привело к незначительному снижению урожайности на $0,09 \text{ кг/м}^2$ относительно контроля.

Таблица 4 – Урожайность кресс-салата в зависимости от доз препарата Ионик, 2023.

Вариант опыта	Урожайность, кг/м^2	Разница, кг/м^2	Содержание NO_3 , мг/кг
B0	$0,34 \pm 0,03$	-	1762,0
B2	$0,59 \pm 0,04$	0,25	1684,0
B4	$0,25 \pm 0,06$	-0,09	1592,0
HCP _{0,95}		0,12	

Стоит отметить, что по результатам анализа содержания нитратов в конечной продукции в вариантах опыта не было выявлено превышение ПДК согласно СанПиН 2.3.2.1078-01. Стоит отметить, что с увеличением дозы препарата наблюдается уменьшение содержания нитратов, так в контрольном варианте содержание нитратов наибольшее 1762,0 мг/кг, а в варианте B4 наблюдается наименьшее содержание нитратов относительно всех вариантов опыта 1592,0 мг/кг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Замачивание семян кресс-салата в растворе препарата Ионик с концентрацией 2 мл/л привело к незначительному снижению посевных качеств у среднераннего сорта Ажур и к существенному снижению у позднеспелого сорта Витаминчик, что может быть связано со снижением активности ферментативных систем прорастающих семян.

2. Препарат Ионик при проливе субстрата и двукратной листовой обработке в дозе 2 мл/л не оказал угнетающего действия на развитие растений кресс-салата.

3. Препарат Ионик при проливе субстрата и двукратной листовой обработке в дозе 2 мл/л оказал стимулирующее действие на рост растений кресс-салата: высота растений составила $15,50 \pm 3,75$ см, а количество листьев $5,81 \pm 1,30$ шт.

4. Урожайность кресс-салата при применении препарата Ионик при проливе субстрата и двукратной листовой обработке в дозе 2 мл/л составила $0,59 \pm 0,04$ кг/м², что существенно выше контрольного варианта.

5. С увеличением дозы препарата наблюдается уменьшение содержания нитратов в продукции. При дозе препарата Ионик 2 мл/л содержание нитратов составило 1684,0 мг/кг.

6. Требуется проведение дополнительных исследований с другими культурами и сортами в виду выявленной сортовой реакции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шаповал, О. А. Влияние регуляторов роста растений нового поколения на рост и продуктивность растений сои / О. А. Шаповал, И. П. Можарова, М. Т. Мухина // Плодородие. – 2015. – № 5(86). – С. 32-34.
2. Омельченко О.В. Стимулююча дія наночастинок срібла на ріст і розвиток рослин пшениці / О.В. Омельченко, І.М. Юркова, М.М. Жижина // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2014. – Т. 27 (66), № 1. – С. 127-135.
3. А. В. Омельченко, И. Н. Юркова, М. Н. Жижина// Влияние обработки семян нанобиосеребром на фитопатогены и ростовые процессы проростков озимой пшеницы/ Вестник ВГУ, Серия: Химия. Биология. Фармация, 2015, № 3-С. 71-74.
4. Акимова, О. И. Влияние серебросодержащих препаратов на продуктивность капусты белокочанной / О. И. Акимова, И. В. Акимов, Т. В. Артемьева // Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. – 2021. – № 4(38). – С. 19-22.
5. Лукьянова О.В., Ступин А.С., Антошина О.А., Конкина В. С, Вавилова Н.В. Эффективность использования биопрепарата для борьбы с листостебельными болезнями зерновых культур // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022.Т14, №2. С 57-64
6. Лизгунова Т.В., Корень Н.Ф. Методические указания по изучению коллекции капусты и листовых зеленых культур (салат, шпинат, укроп). – Л.: ВАСХНИЛ, 1969. – С. 26-33.
7. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов – М.: ГНУ ВНИИО, 2011. – 650 с.
8. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию [Электронный ресурс]: Том 1. Сорта растений – режим доступа: <https://reestr.gossortrf.ru/> (25.10.2023)

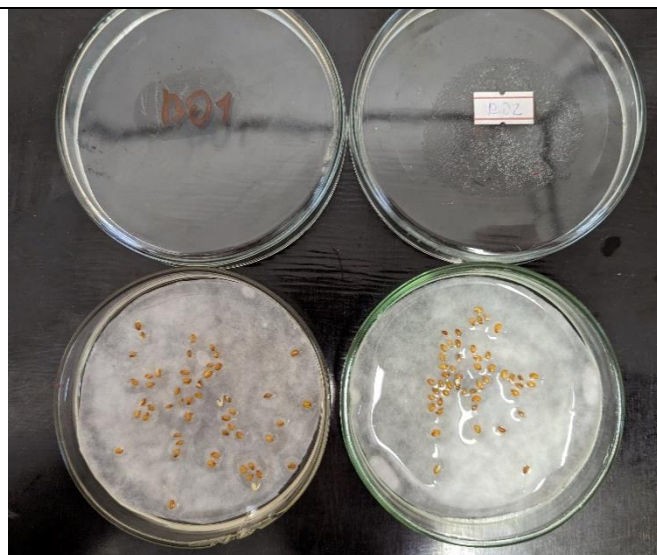
ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

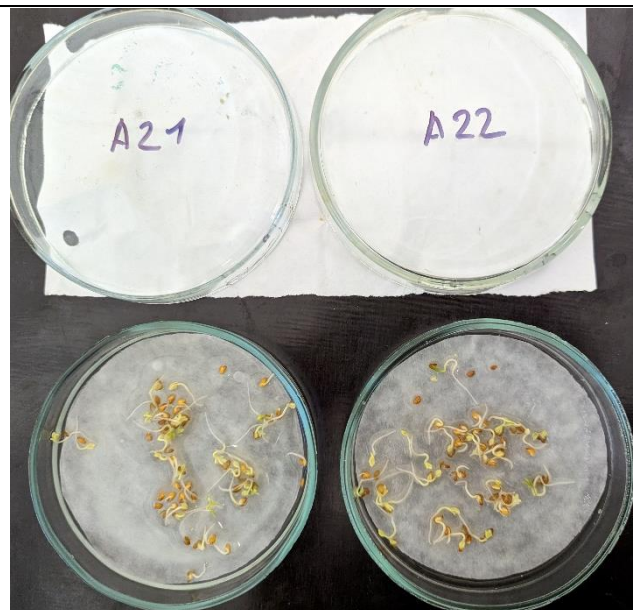
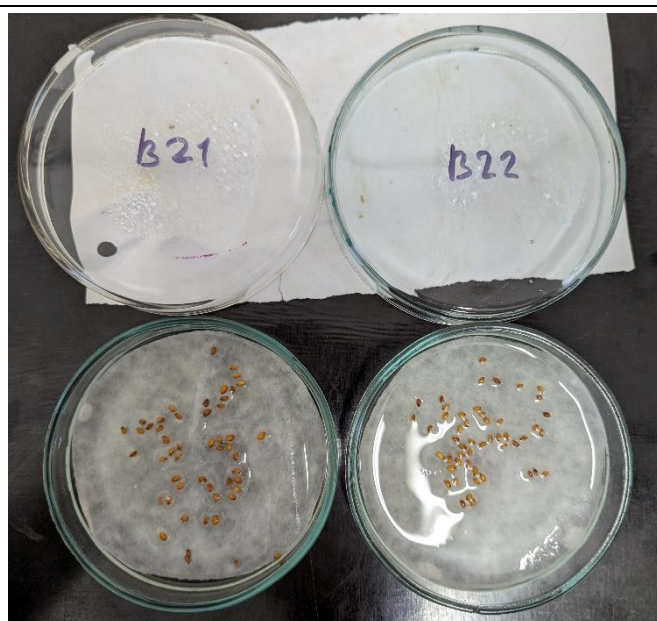
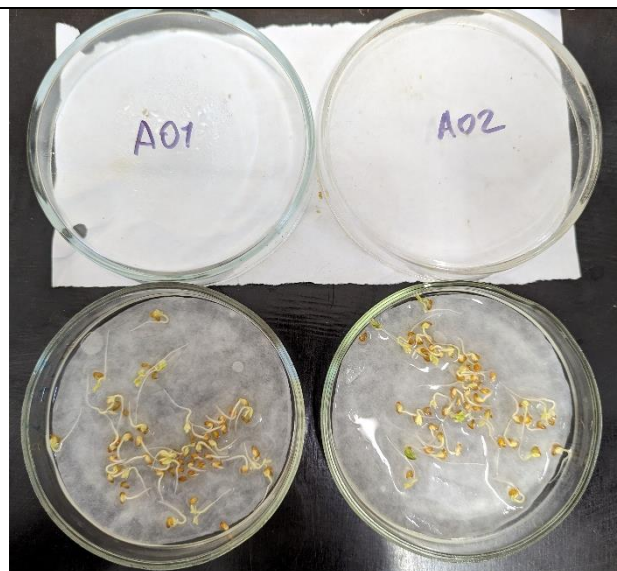
Внешний вид семян кресс-салата посевного во время исследований

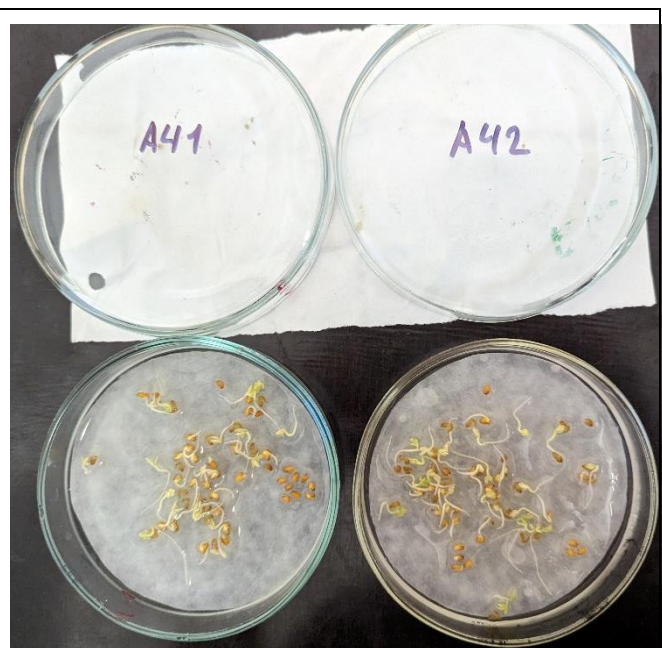
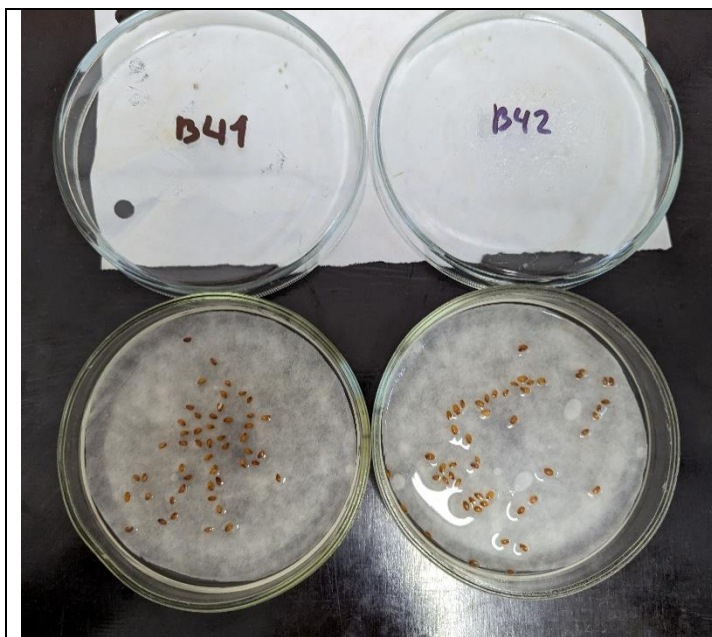
Энергия прорастания на 3 сутки

Сорт Витаминчик



Сорт Ажур





Внешний вид растений кресс-салата посевного во время исследований



Фаза 2-х настоящих листьев



Фаза 4-х настоящих листьев



Конец вегетации