

На правах рукописи

Мохаммед Сабах Раби Мохаммед Эльсайед

**ПРИЕМЫ БОРЬБЫ С ГРИБНЫМИ БОЛЕЗНЯМИ КЛУБНЕЙ
КАРТОФЕЛЯ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ**

06.01.07 – защита растений

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов - 2021

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова».

Научный руководитель: **Еськов Иван Дмитриевич,**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Официальные оппоненты: **Смирнов Алексей Николаевич,**
доктор биологических наук,
профессор кафедры защиты растений
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный
университет – МСХА имени К.А.Тимирязева»

Шутко Анна Петровна,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент
кафедры химии и защиты растений ФГБОУ ВО
«Ставропольский государственный аграрный
университет»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

Защита состоится « » 2021 г. в ____ часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.05 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная площадь, д.1. E-mail: dissovet01@sgau.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ и на сайте www.sgau.ru

Автореферат разослан « ____ » _____ 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Нарушев Виктор Бисенгалиевич

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Картофель относится к числу наиболее ценных продовольственных культур в большинстве стран мира. По степени использования в качестве продукта питания картофель занимает четвертое место после пшеницы, риса и кукурузы (Росс, 1989). Суммарный годовой урожай картофеля в мире составляет 368,1 млн т, из них в различных регионах России производится 22,3 млн т. Средняя урожайность картофеля в России составляет около 17,0 т/га (FAOSTAT, 2018).

Одной из причин такой низкой урожайности является широкое распространение болезней, вредителей и сорняков (Анисимов и др., 2009).

В борьбе с этими патогенами рекомендован широкий ассортимент фунгицидных протравителей для предпосадочной обработки клубней, которые не всегда эффективно и длительно защищают картофель от болезней. Однако к ряду фунгицидов у этих патогенов формируется устойчивость, кроме того, они небезопасны для человека и окружающей среды, а также имеют высокую стоимость.

Один из самых экологически чистых приемов защиты растений от болезней – это создание и использование устойчивых к болезням сортов, однако и этот биологический метод имеет свои недостатки, так как гены резистентности преодолеваются патогенами вскоре после их внедрения в растения.

Поэтому требуются исследования новых альтернативных препаратов потенциально менее вредных для здоровья человека и окружающей среды.

Степень разработанности проблемы. Анализ литературы по данной проблеме свидетельствует об эффективности хитозана (Тютерева, 1999; Ключникова, 2005; Куликов, 2006; Falcón-Rodríguez *et al.*, 2017) и кальция (Bain *et al.*, 1996; El-Gamal *et al.*, 2007; El-Mougy and Abdel-Kader, 2009; Aghofack-Nguemezi *et al.* 2014; Subhani *et al.*, 2015; Hamdi *et al.*, 2015) в борьбе с болезнями клубней картофеля и увеличении его урожайности. Однако, совместное применение хитозана и хлорида кальция в защите картофеля против болезней клубней ранее не было исследовано. Также анализ литературы показывает, что применение эфирных масел в защите картофеля от болезней при хранении остается малоизученным.

Цель исследований - определить видовой состав возбудителей грибных болезней клубней картофеля в Нижнем Поволжье и усовершенствовать меры борьбы с ними на основе совместного применения хлорида кальция с хитозаном и эфирных масел в полевых условиях и при хранении.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- выявить основные виды возбудителей грибных болезней клубней картофеля в Нижнем Поволжье;
- оценить влияние хитозана на рост мицелия и жизнеспособность спор фузариоза и фомоза, и на рост мицелия ризоктониоза (*in vitro*);
- определить влияние хитозана на степень поражения клубней, инокулированных грибами, и на защитные ферменты (*in vivo*) картофеля;
- установить фунгицидную активность масел кумина и лаванды, и их защитное действие против болезней клубней при хранении;

- определить эффективность обработки картофеля хитозаном в сочетании с хлоридом кальция, в сравнении с синтетическим протравителем Максим, КС против инфекции клубней (ризоктониоз, сухая фузариозная гниль и фомоз);

- рассчитать показатели экономической эффективности возделывания картофеля в зависимости от приемов защиты клубней от патогенов.

Научная новизна исследований. Впервые определена эффективность совместного применения хлорида кальция с хитозаном (в качестве индукторов иммунитета) при предпосадочной обработке клубней и опрыскивании растений в защите картофеля от болезней клубней при вегетации и в период хранения.

Установлено, что совместное применение хлорида кальция с хитозаном существенно увеличивает рост растений картофеля, повышает товарную урожайность, снижает степень поражения болезнями клубней.

Определена эффективность использования хитозана против фомоза картофеля при хранении, и применения эфирных масел (кумина и лаванды) для защиты клубней от сухой фузариозной гнили и фомоза в период хранения.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследований. Выявлены основные виды возбудителей грибных болезней клубней картофеля в Нижнем Поволжье и установлены особенности влияния хлорида кальция, хитозана и эфирных масел (кумина и лаванды) на развитие патогенов в полевых условиях и при хранении, а также на рост, развитие и продукционный процесс картофеля.

Результаты исследований показали высокую эффективность предпосадочной обработки клубней хлоридом кальция (CaCl_2) в сочетании с хитозаном (CaCl_2 0,1 кг/т + хитозан 0,05 кг/т), и двукратное опрыскивание растений (CaCl_2 4 кг/га + хитозан 0,4 кг/га, с интервалом 7 дней) против инфекции клубней (ризоктониоз, сухая фузариозная гниль, и фомоз). При этом заметно увеличивалась товарная урожайность. Уровень рентабельности возделывания картофеля при использовании хлорида кальция с хитозаном против болезней составил 90,0-93,2% у сорта Невский, а при использовании фунгицида Максим – только 78,3-81,4%.

Теоретически обоснована и экспериментально доказана эффективность обработок при хранении клубней картофеля хитозаном, эфирными маслами (кумина и лаванды) против сухой фузариозной гнили и фомоза. Показана необходимость использования хитозана 0,05 кг/т, и масла кумина и лаванды 0,04 л/т.

Объект и предмет исследования. Объекты исследований: сорта картофеля - Ароза, Невский, Колобок, Санте, Романо; возбудители болезней - ризоктониоз, сухая фузариозная гниль, фомоз. Предметом исследований являлось изучение видового состава возбудителей болезней клубней картофеля и совершенствование приемов борьбы с ними на основе применения хлорида кальция и хитозана, и их комбинаций в сравнении с рекомендованными фунгицидами, а также использование хитозана и эфирных масел против болезней клубней при хранении картофеля.

Методология и методы исследований. Методология исследований основана на изучении и анализе научной литературы отечественных и зарубежных авторов. Методы исследований: теоретические – обработка результатов исследований метода-

ми статистического анализа; эмпирические – лабораторные и полевые исследования, графическое и табличное отображение полученных результатов.

Степень достоверности подтверждается многолетним периодом проведения исследований с использованием современных методик закладки и проведения полевых и лабораторных опытов, статистической обработкой полученных экспериментальных данных.

Основные положения, выносимые на защиту:

- видовой состав возбудителей грибных болезней клубней картофеля в Нижнем Поволжье;

- особенности влияния хитозана на рост мицелия и жизнеспособность спор изучаемых патогенов, и защитного действия против болезней клубней при хранении;

- эффективность применения эфирных масел против инфекций клубней при хранении;

- характер влияния совместного применения хлорида кальция с хитозаном на поражаемость клубней картофеля болезнями в полевых условиях;

- урожайность картофеля в зависимости от сортовых особенностей и применяемых защитных мероприятий;

- показатели экономической эффективности рекомендуемых приемов защиты картофеля от болезней клубней.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались на международных научно-практических конференциях «Вавиловские чтения» (Саратов, 2017, 2019), «Устойчивое развитие мирового сельского хозяйства», посвященной 80-летию профессора Прохорова А.А. (Саратов, 2017).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 7 научных работ, в том числе 2 в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, и 2 статьи опубликованы в журнале, входящем в международные базы данных SCOPUS.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 214 страницах стандартного компьютерного текста, иллюстрирована 30 рисунками, 26 таблицами, включает в себя 21 приложение на 76 страницах. Работа состоит из введения, 4 глав, заключения, предложений производству. Список использованной литературы состоит из 216 источников, в том числе 169 иностранных.

Личный вклад автора. Автор непосредственно принимал участие в полевых исследованиях. Лично автором выполнены все лабораторные анализы, обобщены полученные результаты, на основании которых сформулированы и обоснованы выводы работы. Рукопись диссертации и заключение редактировались руководителем.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрено состояние проблемы, обоснована актуальность темы, поставлены цель и задачи, представлены основные положения, выносимые на защиту, охарактеризованы новизна, практическая и теоретическая значимость исследований.

В первой главе на основе изучения литературы анализируются распространенность и вредоносность таких экономически значимых болезней клубней, как ризоктониоз, сухая фузариозная гниль и фомоз; рассматриваются вопросы совершенствования различных систем защиты картофеля от болезней.

Во второй главе описаны климатические условия зоны исследований. Приведены схемы опытов и методика исследований. Представлена характеристика сортов и препаратов, изучаемых в опыте.

Объектами исследований были: 5 сортов картофеля разных сроков созревания, Ароза (раннеспелый), Санте, Романо, Невский (среднеранний), Колобок (среднеспелый); патогенные виды грибов, вызывающие ризоктониоз (*Rhizoctonia solani* AG3), сухую фузариозную гниль (*Fusarium sambucinum*), фомоз (*Phoma exigua* var. *foveata*); препараты - хитозан и хлорид кальция для обработки клубней и опрыскивания растений; эфирные масла для обработки клубней при хранении, в качестве эталона - фунгицидный протравитель для предпосадочной обработки клубней картофеля Максим, КС (25 г/л действующего вещества флудиоксонила).

Лабораторные эксперименты: применяли методы выделения возбудителей болезней в чистую культуру из почвы и пораженных клубней картофеля (Асеева и др, 1991; Sneh *et al*, 2004) и их идентификацию (García *et al*, 2006; Ogoshi, 1987; Кирай и др, 1974; Билай, 1977, 1989; Попов, 1978). Культуры *Rhizoctonia solani*, *Fusarium sambucinum* и *Phoma exigua* f. sp. *foveata* поддерживали на искусственной картофельно-глюкозной среде (КГА) и пересевали каждые 3-4 недели.

Полевые опыты проводили в 2016-2018 гг. на полях КФХ «Моисеев А.В.» Базарно-Карабулакского района Саратовской области. Площадь одной делянки 10,5 м², картофель выращивали по схеме 70×30 см. Повторность опыта 3-х кратная. Искусственное заражение ризоктониозом и сухой гнилью проводили по методике Gaskill (1968) и Genzel (2017). Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Схема полевого опыта

№	Вариант опыта	Обработка клубней, (расход рабочей жидкости – 10 л/т)	Опрыскивание растений, (расход рабочей жидкости – 400 л/га)
1	Контроль	водой	водой
2	CaCl ₂ + Хитозан	0,05 кг/т 0,05 кг/т	2 кг/га 0,4 кг/га
3	CaCl ₂ + Хитозан	0,1 кг/т 0,05 кг/т	4 кг/га 0,4 кг/га
4	Максим, КС	0,4 л/т	-

Полученные экспериментальные данные обработаны статистическими методами дисперсионного анализа при 95% уровне достоверности, с помощью программы Microsoft Office Excel 2016 и пакетом программ по статистике “SAS”, версия 9.4 (SAS Institute Inc. 2013, Cary, NC, USA).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В третьей главе представлены результаты лабораторных и полевых исследований.

1. Выделение возбудителей болезней в чистую культуру и их идентификация: в Нижнем Поволжье к основным возбудителям болезней клубней картофеля относятся *Rhizoctonia solani* — ризоктониоз; три вида фузариума: *Fusarium sambucinum* fückel 62,6%, *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. 25,3%, и *F. solani* (Mart) Sacc. 12,1%. - сухая фузариозная гниль; *Phoma exigua* var. *foveata* - фомозная гниль.

2. Влияние хитозана на рост мицелия и прорастание спор грибных изолятов *in vitro*: хитозан в разных концентрациях заметно ингибировал рост мицелия. Степень подавления роста мицелия, обработанного хитозаном при концентрации 0,5 и 1,0%, составила у *Rhizoctonia solani* до 91,7 и 100% соответственно; у *Fusarium sambucinum* 92,5 и 100% соответственно; у *Phoma exigua* var. *foveate* 89,0 и 100% соответственно (рисунок 1). Прорастание спор *F. sambucinum*, *P. exigua* var. *Foveate* также было значительно ингибировано хитозаном при различных концентрациях. Хитозан при концентрации 1% почти полностью ингибировал прорастание спор (рисунок 2).

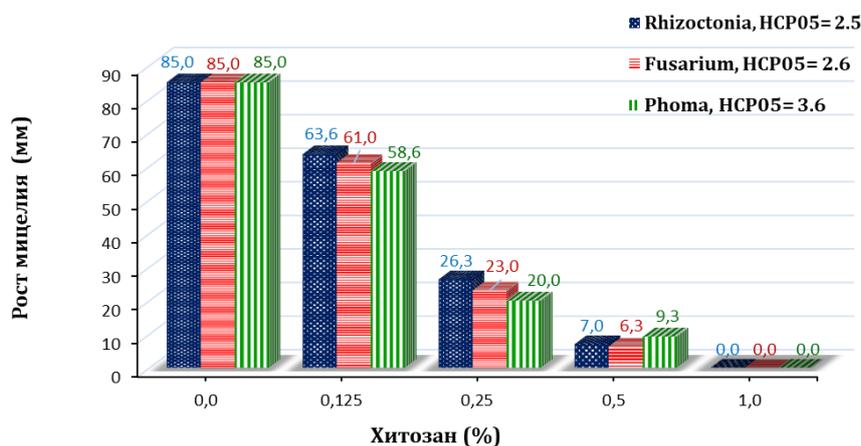


Рисунок 1 – Влияние хитозана на рост мицелия грибов *in vitro*

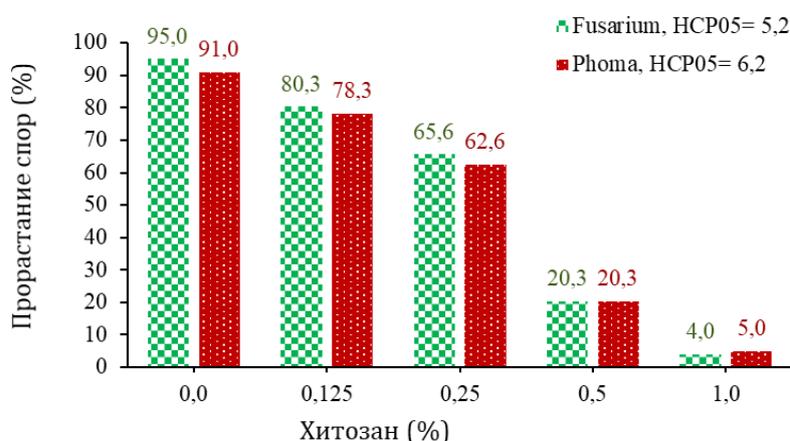


Рисунок 2 – Влияние хитозана на прорастание спор *F. sambucinum*, и *P. exigua* var. *Foveate*

3. Влияние хитозана на степень поражения клубней, инокулированных грибами *in vivo*: Обработка хитозаном в дозах 0,025, 0,05 и 0,1 кг/т значительно уменьшила степень поражения клубней фомозом, фузариозом и ризоктониозом. Однако обработка хитозаном в дозе 0,1 кг/т вызвал фитотоксичность, что привело к потемнению кожуры клубней. Обработка сортов Колобок и Санте хитозаном в норме 0,05 кг/т уменьшила степень поражения фомозом на 57,1 и 62,7 % соответственно (рисунок 3); фузариозом снижение степени поражения практически одинаковая (рис. 4); ризоктониозом на 67,1 и 62,8 % соответственно (рисунок 5).

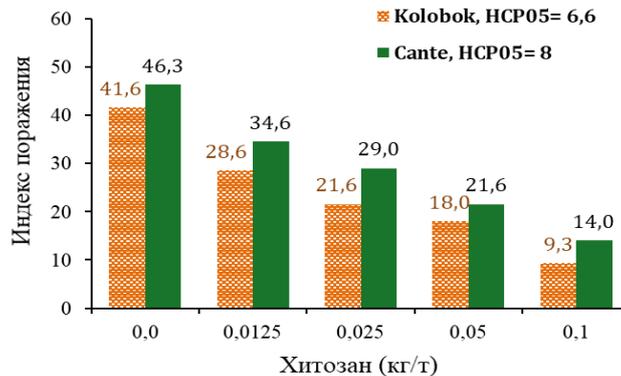


Рисунок 3 - Влияние хитозана на степень поражения клубней, инокулированных *Phoma exigua* var. *foveate*, сорт Колобок и сорт Санте.

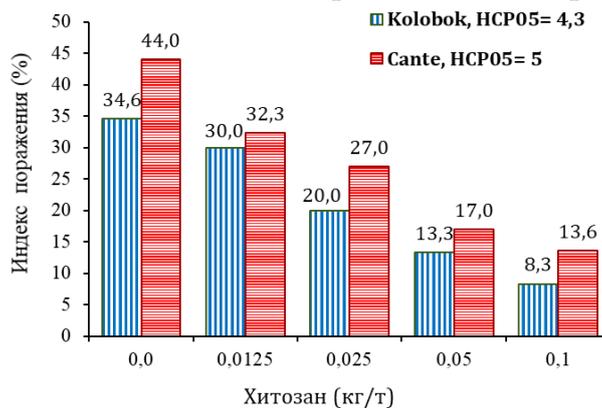


Рисунок 4 - Влияние хитозана на степень поражения клубней, инокулированных *Fusarium sambucinum*, сорт Колобок и сорт Санте.

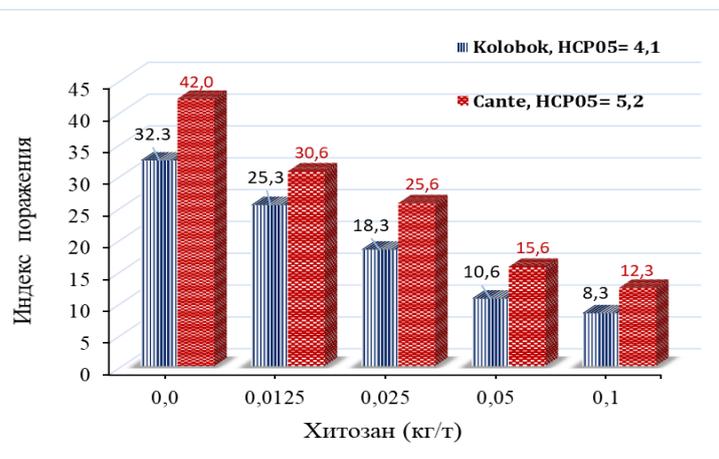


Рисунок 5 - Влияние хитозана на степень поражения клубней, инокулированных *Rhizoctonia solani*, сорт Колобок и сорт Санте.

4. Влияние хитозана на защитные ферменты пораженных клубней (сорт Колобок и Санте): Хитозан индуцировал высокий уровень экспрессии пероксидазы (ПО), полифенолоксидазы (ПФО), и фенилаланин-аммиак-лиазы (ФАЛ) у зараженных клубней ризоктониозом, фузариозом, и фомозом у обоих сортов. Увеличение активности ПО после обработки клубней зараженных фомозом было выше у сорта Колобок, чем у сорта Санте. Разница сроков индуцирования наблюдалась через 3 дня.

Максимальная активность ПО появилась через 5 и 4 дня после обработки хитозаном у сорта Колобок и Санте соответственно (рисунок 6.1-А, Б). Активность ПФО была повышена у обоих сортов после обработки хитозаном. У сорта Колобок реакция характеризовалась сильным повышением активности в течение первых 3 дней, оставаясь на высоком уровне до конца экспериментов через 7 дней по сравнению с контролем. Активность всегда оставалась ниже у сорта Санте, чем у сорта Колобок (рисунок 6.2-В, Г). Аналогичные тенденции индуцирования обнаружены и для фенилаланин-аммиак-лиазы.

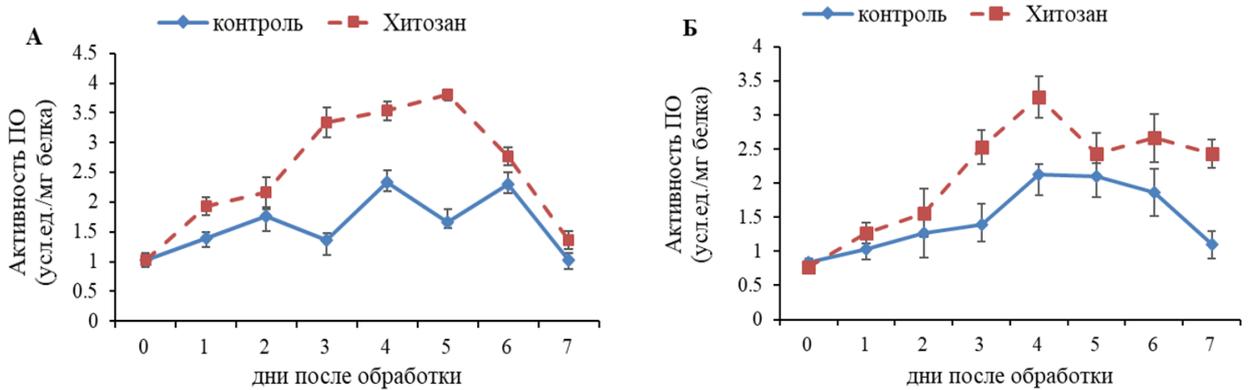


Рисунок 6.1 - Влияние хитозана на активность ПО, в двух сортах (Колобок А) и (Санте Б), при заражении клубней с *Phoma exigua* var. *foveate*

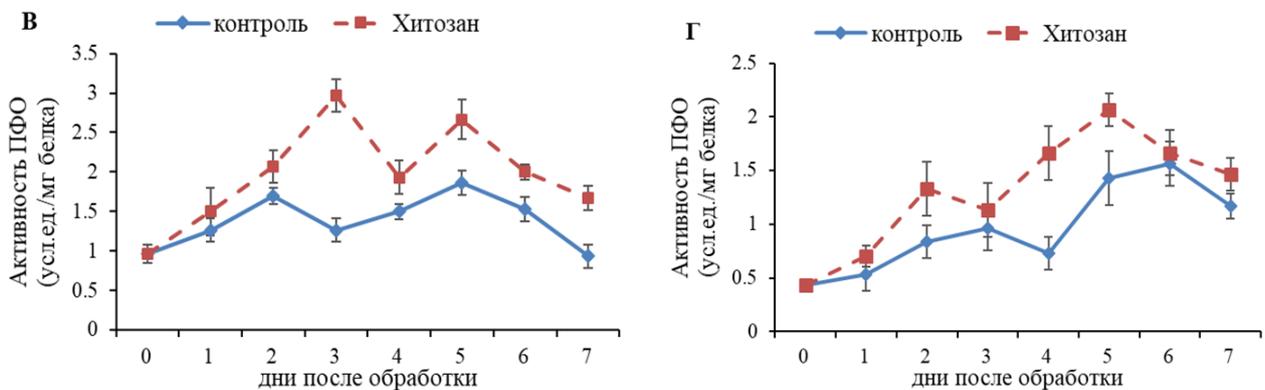


Рисунок 6.2 - Влияние хитозана на активность ПФО, в двух сортах (Колобок В) и (Санте Г), при заражении клубней с *Phoma exigua* var. *Foveate*

5. Определение фунгицидной активности эфирных масел: результаты показали фунгицидный эффект эфирных масел против фузариоза и фомоза при всех концентрациях, а также показали значительное ингибирование роста мицелия (18,1-100%) (таблица 2) и жизнеспособность конидий (12,8-100%) (таблица 3).

Таблица 2 – Влияние различных концентраций эфирных масел на рост мицелия *Fusarium sambucinum* и *Phoma exigua* var. *Foveate*

Вариант	Концентрация, %	<i>Fusarium sambucinum</i>		<i>Phoma exigua</i> var. <i>foveate</i>	
		Линейный рост, (мм)	отклонение от контроля, (%)	Линейный рост, (мм)	отклонение от контроля, (%)
Масло лаванды	0,0 (Контроль)	84,7	0,0	85	0,0
	0,1	65,3	-22,9	69,6	-18,1
	0,2	28,1	-66,8	33,2	-60,9
	0,4	0,0	-100	0,0	-100
Масло кумина	0,0 (Контроль)	85	0,0	84,9	0,0
	0,1	54,6	-35,7	50,3	-40,7
	0,2	19,1	-77,5	17,1	-79,8
	0,4	0,0	-100	0,0	-100

Таблица 3– Влияние различных концентраций эфирных масел на жизнеспособность конидий *Fusarium sambucinum* и *Phoma exigua* var. *Foveate*

Вариант	Концентрация, %	<i>Fusarium sambucinum</i>		<i>Phoma exigua</i> var. <i>foveate</i>	
		Проросших конидий, (%)	отклонение от контроля, (%)	Проросших конидий, (%)	отклонение от контроля, (%)
Масло лаванды	0,0 (Контроль)	99,6	0,0	97,6	0,0
	0,1	83,3	-16,3	85,1	-12,8
	0,2	41,6	-58,2	52,6	-46,1
	0,4	0,0	-100	0,0	-100
Масло кумина	0,0 (Контроль)	98,0	0,0	98,2	0,0
	0,1	76,2	-22,2	71,6	-27
	0,2	28,2	-71,2	31,3	-68,1
	0,4	0,0	-100	0,0	-100

Обработка клубней маслами в норме 0,04 л/т уменьшала степень поражения клубней, инфицированных сухой фузариозной гнилью и фомозом на (92,1-97,1%), (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние эфирных масел на степень поражения клубней, инокулированных спорами *Fusarium sambucinum* и *Phoma exigua* var. *foveate*

Сорт	Вариант	Норм расхода, (л/т)	<i>Fusarium sambucinum</i>		<i>Phoma exigua</i> var. <i>foveate</i>	
			степень поражения клубней, (%)	отклонение от контроля, (%)	степень поражения клубней, (%)	отклонение от контроля, (%)
Санте	Масло лаванды	0,0 (Контроль)	20,3	0,0	32,6	0,0
		0,01	10,1	-50,4	19,3	-40,7
		0,02	4,6	-77,3	7,6	-76,6
		0,04	1,6	-92,1	2,3	-92,9
	Масло кумина	0,0 (Контроль)	20,3	0,0	32,6	0,0
		0,01	12,3	-39,4	13,6	-58,2
		0,02	4,6	-77,3	5,6	-82,8
		0,04	1,3	-93,5	1,3	-96
Романо	Масло лаванды	0,0 (Контроль)	29,6	0,0	35,0	0,0
		0,01	18,6	-37,1	23,6	-32,7
		0,02	7,3	-75,3	11,1	-68,3
		0,04	2,6	-91,2	1,6	-95,4
	Масло кумина	0,0 (Контроль)	29,6	0,0	35,0	0,0
		0,01	14,3	-51,6	20,3	-42,0
		0,02	6,3	-78,7	9,0	-74,2
		0,04	1,6	-94,5	1,0	-97,1

6. Результаты полевых исследований: В полевом опыте (2016-2018 гг.) по оценке влияния обработки протравителем Максим и комбинациями хлорида кальция с хитозаном клубней картофеля, зараженных ризоктониозом, сухой фузариозной гнилью и фомозом установлено, что все варианты имели влияние на всхожесть растений. Наибольшая всхожесть отмечена при обработке клубней CaCl_2 - 0,1 кг/т и хитозаном - 0,05 кг/т; и при опрыскивании растений CaCl_2 - 4 кг/га и хитозаном - 0,4 кг/га.

В этом случае всхожесть составила 81,6; 82,9 % против ризоктониоза (таблица 5), 77,8; 84,3 % против сухой фузариозной гнили (таблица 6), 87,4; 83,7 % против фомоза (таблица 7) у сортов Ароза и Невский, соответственно.

При обработке клубней протравителем Максим всхожесть составила 64,2; 67,9 % (против ризоктониоза), 61,7; 69,7 % (против сухой фузариозной гнили), 64,6; 70,2 % (против фомоза) у сортов Ароза и Невский, соответственно.

Таблица 5 – Влияние обработки на всхожесть клубней картофеля при искусственном заражении ризоктониозом (в среднем за 2016-2018 гг.)

Вариант	Всхожесть, %		
	Ароза	Невский	среднее по препаратам (Фактор А)
Контроль	50,4	41,8	46,1
CaCl ₂ 0,05 кг/т + хитозан 0,05 кг/т	65,2	71,0	68,1
CaCl ₂ 0,1 кг/т + хитозан 0,05 кг/т	81,6	82,9	82,3
Максим, КС 0,4 л/т	64,2	67,9	67,9
среднее по сортам (Фактор В)	66,3	65,9	
Всхожесть Фактор (А): $F_{\phi} = 51,26 > F_{05} = 3,23$ НСР ₀₅ = 6,25 Фактор (В): $F_{\phi} = 0,04 < F_{05} = 4,94$ Фактор (А×В): $F_{\phi} = 2,07 < F_{05} = 3,23$			

Таблица 6 – Влияние обработки хитозаном с хлоридом кальция и Максимом на всхожесть картофеля при искусственном заражении сухой фузариозной гнилью (в среднем за 2016–2018 гг.)

Вариант	Всхожесть, %		
	Ароза	Невский	среднее по препаратам (Фактор А)
Контроль	51,6	59,0	55,3
CaCl ₂ 0,05 кг/т + хитозан 0,05 кг/т	67,8	79,2	73,5
CaCl ₂ 0,1 кг/т + хитозан 0,05 кг/т	77,8	84,3	81,1
Максим, КС 0,4 л/т	61,7	69,7	65,7
среднее по сортам (Фактор В)	64,7	73,0	
Всхожесть Фактор (А): $F_{\phi} = 20,35 > F_{05} = 3,23$ НСР ₀₅ = 7,32 Фактор (В): $F_{\phi} = 11,55 > F_{05} = 4,94$ НСР ₀₅ = 5,1 Фактор (А×В): $F_{\phi} = 0,2 < F_{05} = 3,23$			

Таблица 7 – Влияние обработки хитозаном с хлоридом кальция и Максимом на всхожесть картофеля при искусственном заражении фомозом (в среднем за 2016–2018 гг.)

Вариант	Всхожесть, %		
	Ароза	Невский	среднее по препаратам (Фактор А)
Контроль	47,0	53,2	51,1
CaCl ₂ 0,05 кг/т + хитозан 0,05 кг/т	73,7	72,3	73,0
CaCl ₂ 0,1 кг/т + хитозан 0,05 кг/т	87,4	83,7	85,6
Максим, КС 0,4 л/т	64,6	70,2	67,4
среднее по сортам (Фактор В)	68,2	70,0	
Всхожесть Фактор (А): $F_{\phi} = 22,72 > F_{05} = 3,23$ НСР ₀₅ = 9,25 Фактор (В): $F_{\phi} = 0,3 < F_{05} = 4,94$ Фактор (А×В): $F_{\phi} = 0,66 < F_{05} = 3,23$			

При изучении влияния применяемых соединений на биометрические показатели (высота растений и количество стеблей), результаты двухфакторного опыта показывают, что против ризоктонниоза, сухой фузариозной гнили и фомоза у сортов Ароза и Невский, обработки клубней CaCl₂ - 0,1 кг/т с хитозаном - 0,05 кг/т, а так же при опрыскивании растений CaCl₂ - 4 кг/га хитозаном - 0,4 кг/га имели высокий положительный эффект на высоту растений (таблицы 8-10).

Количество стеблей при обработке CaCl₂ и хитозаном при высоких дозировках было больше, чем в контрольных и других вариантах.

Таблица 8 – Влияние обработки на биометрические показатели картофеля при искусственном заражении ризоктониозом (в среднем за 2016-2018 гг.)

Вариант	Высота растений, см			Количество стеблей, шт./ куст		
	Ароза	Невский	среднее по препаратам (Фактор А)	Ароза	Невский	среднее по препаратам (Фактор А)
Контроль	33,4	30,7	32,1	2,7	2,5	2,6
CaCl ₂ 0,05 кг/т + хитозан 0,05 кг/т	43,3	41,9	42,5	4,0	4,2	4,1
CaCl ₂ 0,1 кг/т + хитозан 0,05 кг/т	48,3	47,7	48,0	4,4	4,5	4,4
Максим, КС 0,4 л/т	37,7	36,6	37,1	3,6	3,6	3,6
среднее по сортам (Фактор В)	40,7	39,2		3,7	3,7	
Высота растений Фактор (А): $F_{\phi} = 8,0 > F_{05} = 3,23$ НСР ₀₅ = 7,28 Фактор (В): $F_{\phi} = 0,35 < F_{05} = 4,49$ Фактор (А×В): $F_{\phi} = 0,03 < F_{05} = 3,23$				Количество стеблей Фактор (А): $F_{\phi} = 14,25 > F_{05} = 3,23$ НСР ₀₅ = 0,63 Фактор (В): $F_{\phi} = 0,01 < F_{05} = 4,49$ Фактор (А×В): $F_{\phi} = 0,20 < F_{05} = 3,23$		

Таблица 9– Влияние обработки на биометрические показатели картофеля при искусственном заражении сухой фузариозной гнилью (в среднем за 2016-2018 гг.)

Вариант	Высота растений, см			Количество стеблей, шт./ куст		
	Ароза	Невский	среднее по препаратам (Фактор А)	Ароза	Невский	среднее по препаратам (Фактор А)
Контроль	28,2	30,6	29,4	2,7	2,6	2,6
CaCl ₂ 0,05 кг/т + хитозан 0,05 кг/т	40,9	38,6	39,7	3,5	3,7	3,6
CaCl ₂ 0,1 кг/т + хитозан 0,05 кг/т	44,0	42,3	43,1	3,9	4,4	4,1
Максим, КС 0,4 л/т	38,9	34,9	36,9	3,0	2,9	3,0
среднее по сортам (Фактор В)	38,0	36,6		3,3	3,4	
Высота растений Фактор (А): $F_{\phi} = 21,53 > F_{05} = 3,23$ НСР ₀₅ = 3,78 Фактор (В): $F_{\phi} = 0,35 < F_{05} = 4,49$ Фактор (А×В): $F_{\phi} = 0,03 < F_{05} = 3,23$			Количество стеблей Фактор (А): $F_{\phi} = 21,23 > F_{05} = 3,23$ НСР ₀₅ = 0,43 Фактор (В): $F_{\phi} = 0,40 < F_{05} = 4,49$ Фактор (А×В): $F_{\phi} = 0,93 < F_{05} = 3,23$			

Таблица 10 – Влияние обработки на биометрические показатели картофеля при искусственном заражении фомозом (в среднем за 2016-2018 гг.)

Вариант	Высота растений, см			Количество стеблей, шт./ куст		
	Ароза	Невский	среднее по препаратам (Фактор А)	Ароза	Невский	среднее по препаратам (Фактор А)
Контроль	30,5	30,4	30,4	2,8	2,7	2,8
CaCl ₂ 0,05 кг/т + хитозан 0,05 кг/т	39,7	38,7	39,2	3,6	4,0	3,8
CaCl ₂ 0,1 кг/т + хитозан 0,05 кг/т	43,4	45,6	44,5	4,0	4,5	4,2
Максим, КС 0,4 л/т	35,8	38,7	37,3	3,2	3,4	3,3
среднее по сортам (Фактор В)	37,40	38,39		3,41	3,66	
Высота растений Фактор (А): $F_{\phi} = 16,68 > F_{05} = 3,23$ НСР ₀₅ = 4,26 Фактор (В): $F_{\phi} = 0,49 < F_{05} = 4,49$ Фактор (А×В): $F_{\phi} = 0,42 < F_{05} = 3,23$			Количество стеблей Фактор (А): $F_{\phi} = 30,12 > F_{05} = 3,23$ НСР ₀₅ = 0,34 Фактор (В): $F_{\phi} = 4,76 > F_{05} = 4,49$ НСР ₀₅ = 0,24 Фактор (А×В): $F_{\phi} = 1,14 < F_{05} = 3,23$			

Обработка клубней картофеля хлоридом кальция с хитозаном в различных концентрациях оказали заметное влияние на урожайность. Анализ урожайности картофеля показал, что обработка хлоридом кальция с хитозаном клубней сорта Невский имела больший положительный эффект на общую и товарную урожайность, чем у сорта Ароза (таблицы 11-13).

Таблица 11 – Влияние обработки на урожайность картофеля при искусственном заражении ризоктониозом (в среднем за 2016-2018 гг.)

Вариант	Общая урожайность, т/га			Товарная урожайность, т/га		
	Ароза	Невский	среднее по препаратам (Фактор А)	Ароза	Невский	среднее по препаратам (Фактор А)
Контроль	8,5	10,8	9,6	7,2	8,7	7,9
CaCl ₂ 0,05 кг/т + хитозан 0,05 кг/т	11,4	14,1	12,7	10,4	12,8	11,6
CaCl ₂ 0,1 кг/т + хитозан 0,05 кг/т	12,5	16,2	14,3	11,5	14,9	13,2
Максим, КС 0,4 л/т	9,9	12,1	11,0	8,5	10,1	9,3
среднее по сортам (Фактор В)	10,59	13,32		9,45	11,66	
Общая урожайность Фактор (А): $F_{\phi} = 10,06 > F_{0,5} = 3,23$ НСР ₀₅ = 1,93 Фактор (В): $F_{\phi} = 17,87 > F_{0,5} = 4,49$ Фактор (А×В): $F_{\phi} = 0,31 < F_{0,5} = 3,23$			Товарная урожайность Фактор (А): $F_{\phi} = 25,52 > F_{0,5} = 3,23$ НСР ₀₅ = 1,39 Фактор (В): $F_{\phi} = 22,47 > F_{0,5} = 4,49$ НСР ₀₅ = 0,98 Фактор (А×В): $F_{\phi} = 0,91 < F_{0,5} = 3,23$			

Таблица 12 – Влияние обработки на урожайность картофеля при искусственном заражении сухой фузариозной гнилью (в среднем за 2016-2018 гг.)

Вариант	Общая урожайность, т/га			Товарная урожайность, т/га		
	Ароза	Невский	среднее по препаратам (Фактор А)	Ароза	Невский	среднее по препаратам (Фактор А)
Контроль	9,7	10,5	10,1	7,8	8,5	8,2
CaCl ₂ 0,05 кг/т + хитозан 0,05 кг/т	11,9	14,5	13,2	10,7	10,8	10,7
CaCl ₂ 0,1 кг/т + хитозан 0,05 кг/т	12,7	16,0	14,3	11,8	12,8	12,3
Максим, КС 0,4 л/т	10,4	11,5	10,9	8,7	9,7	9,2
среднее по сортам (Фактор В)	11,17	13,15		9,79	10,45	
Общая урожайность Фактор (А): $F_{\phi} = 19,65 > F_{0,5} = 3,23$ НСР ₀₅ = 1,32 Фактор (В): $F_{\phi} = 20,09 > F_{0,5} = 4,49$ НСР ₀₅ = 0,93 Фактор (А×В): $F_{\phi} = 1,81 < F_{0,5} = 3,23$			Товарная урожайность Фактор (А): $F_{\phi} = 38,83 > F_{0,5} = 3,23$ НСР ₀₅ = 1,12 Фактор (В): $F_{\phi} = 20,7 > F_{0,5} = 4,49$ НСР ₀₅ = 0,79 Фактор (А×В): $F_{\phi} = 2,05 < F_{0,5} = 3,23$			

Таблица 13 – Влияние обработки на урожайность картофеля при искусственном заражении фомозом (в среднем за 2016-2018 гг.)

Вариант	Общая урожайность, т/га			Товарная урожайность, т/га		
	Ароза	Невский	среднее по препаратам (Фактор А)	Ароза	Невский	среднее по препаратам (Фактор А)
Контроль	9,4	10,5	9,9	7,8	8,4	8,1
CaCl ₂ 0,05 кг/т + хитозан 0,05 кг/т	12,6	14,0	13,3	11,4	12,8	12,1
CaCl ₂ 0,1 кг/т + хитозан 0,05 кг/т	13,2	15,5	14,4	12,2	14,4	13,3
Максим, КС 0,4 л/т	10,6	11,1	10,9	9,1	9,6	9,3
среднее по сортам (Фактор В)	11,49	12,79	-	10,15	11,30	-
Общая урожайность: Фактор (А): $F_{\phi} = 12,44 > F_{05} = 3,23$ НСР ₀₅ = 1,75 Фактор (В): $F_{\phi} = 4,92 > F_{05} = 4,49$ НСР ₀₅ = 1,24 Фактор (А×В): $F_{\phi} = 0,41 < F_{05} = 3,23$			Товарная урожайность: Фактор (А): $F_{\phi} = 19,8 > F_{05} = 3,23$ НСР ₀₅ = 1,62 Фактор (В): $F_{\phi} = 4,52 > F_{05} = 4,49$ НСР ₀₅ = 1,14 Фактор (А×В): $F_{\phi} = 0,51 < F_{05} = 3,23$			

Во время уборки на контроле отмечено меньшее распространение ризоктониозу сорта Невский (42,6%), чем у сорта Ароза (54,3%). При обработке картофеля в нормах CaCl₂ - 0,1 кг/т + 4 кг/га + хитозан - 0,05 кг/т + 0,4 кг/га распространенность ризоктониоза достигала 18,2 и 13,4% у сортов Ароза и Невский, соответственно (таблица 14). А при обработке клубней протравителем Максим у сортов Ароза и Невский, распространенность ризоктониоза составила 35,7 и 25,3% соответственно.

Таблица 14 – Влияние обработки на проявление ризоктониоза во время уборки и сухой фузариозной гнили при хранении картофеля (в среднем за 2016-2018 гг.)

Вариант	Распространение ризоктониоза, %			Распространение сухой фузариозной гнили, %		
	Ароза	Невский	среднее по препаратам (Фактор А)	Ароза	Невский	среднее по препаратам (Фактор А)
Контроль	54,3	42,6	48,5	15,6	17,4	16,5
CaCl ₂ 0,05 кг/т + 2 кг/га + хитозан 0,05 кг/т + 0,4 кг/га	20,4	17,2	18,8	9,0	7,7	8,3
CaCl ₂ 0,1 кг/т + 4 кг/га + хитозан 0,05 кг/т + 0,4 кг/га	18,2	13,4	15,8	6,3	5,5	5,9
Максим, КС 0,4 л/т	35,7	25,3	30,5	12,6	11,8	12,2
среднее по сортам (Фактор В)	32,1	24,6		10,9	10,6	
Распространение ризоктониоза, %: Фактор (А): $F_{\phi} = 10,21 > F_{05} = 3,23$ НСР ₀₅ = 13,89 Фактор (В): $F_{\phi} = 2,65 < F_{05} = 4,94$ Фактор (А×В): $F_{\phi} = 0,2 < F_{05} = 3,23$			Распространение сухой фузариозной гнили, %: Фактор (А): $F_{\phi} = 13,03 > F_{05} = 3,23$ НСР ₀₅ = 3,86 Фактор (В): $F_{\phi} = 0,05 < F_{05} = 4,94$ Фактор (А×В): $F_{\phi} = 0,29 < F_{05} = 3,23$			

В то же время следует отметить, что положительный эффект от обработки индукторами иммунитета хитозаном с хлоридом кальция (CaCl_2 у сорта Невский был выше, чем у сорта Ароза. Применение протравителя Максим по эффективности влияния на распространение ризоктониоза заметно уступало этим вариантам опыта (таблица 14). При изучении влияния применяемых препаратов на проявление сухой фузариозной гнили клубней при хранении картофеля установлено, что все варианты оказали влияние на проявление болезни. Наименьшая распространенность болезни отмечена при обработке клубней в нормах CaCl_2 - 0,1 кг/т + 4 кг/га + хитозан - 0,05 кг/т + 0,4 кг/га. В этом случае распространенность сухой фузариозной гнили составила 6,3 и 5,5% у сортов Ароза и Невский, соответственно. При обработке клубней протравителем Максим, КС распространенность данного патогена составила 12,6 и 11,8% у изучаемых сортов картофеля, соответственно.

В четвертой главе приведен анализ экономической эффективности совместного применения хлорида кальция с хитозаном в сравнении с синтетическим протравителем (Максим, КС) при защите картофеля от болезни клубней. Уровень рентабельности является итоговым критерием оценки экономической эффективности возделывания того или иного сорта. Схема обработки картофеля с изучаемыми фунгицидно активными веществами оказывает непосредственное влияние на величину уровня рентабельности. Наивысший уровень рентабельности был отмечен у сорта Невский при защите от ризоктониоза (93,2%), сухой фузариозной гнили (90,2%), и фомоза (93,0%), а в варианте с протравителем Максим рентабельность соответственно составила 81,4%; 80,0% и 78,3% (таблица 15).

Таблица 15 – Экономическая эффективность возделывания картофеля в зависимости от приемов защиты растений от ризоктониоза

Показатели	Вариант опыта			
	Ароза (урожайность контроля 7,2 т/га)		Невский (урожайность контроля 8,7 т/га)	
	Максим, КС 0,4 л/т	CaCl_2 0,1 кг/т + 4 кг/га + Хитозан 0,05 кг/т + 0,4 кг/га	Максим, КС 0,4 л/т	CaCl_2 0,1 кг/т + 4 кг/га + Хитозан 0,05 кг/т + 0,4 кг/га
1. Урожайность основной продукции, т/га	8,5	11,5	10,1	14,9
2. Прибавка урожая, т/га,	1,3	4,3	1,4	6,2
3. Средняя цена реализации 1 т., тыс. руб.	10,0	10,0	10,0	10,0
4. Выручка от реализации прибавки урожая, тыс. руб.	13,0	43,0	14,0	62,0
5. Стоимость обработки, тыс. руб.	2,6	4,2	2,6	4,2
6. Чистый доход (прибыль от прибавки урожая) тыс. руб./га	10,4	38,8	11,4	57,8
7. Уровень рентабельности, %	80,0	90,2	81,4	93,2

Анализ экономической эффективности разработанных приемов защиты картофеля от изучаемых болезней, в частности от ризоктониоза, позволил установить, что протравливание фунгицидом Максим, КС повышает урожайность на 18 % у сорта Ароза и на 16% у сорта Невский, в то время как предложенный нами прием защиты картофеля, т.е. обработки клубней в нормах CaCl_2 - 0,1 кг/т + хитозан - 0,05 кг/т и опрыскивании CaCl_2 - 4 кг/га+ хитозан - 0,4 кг/га повышают урожайность на 59,7 % и 71,2% соответственно.

При анализе показателей экономической эффективности тех же приемов защиты клубней картофеля от сухой фузариозной гнили, было установлено, что протравливание фунгицидом Максим, КС повышает урожайность на 11,5% у сорта Ароза и на 14,1% у сорта Невский соответственно, в то время как обработки изучаемыми иммуностимуляторами повышает урожайность на 51,2% и 50,5% у сорта Ароза и Невский, соответственно (таблица 16).

Таблица 16 – Экономическая эффективность возделывания картофеля в зависимости от приемов защиты растений от сухой фузариозной гнили

Показатели	Вариант опыта			
	Ароза (урожайность контроля 7,8 т/га)		Невский (урожайность контроля 8,5 т/га)	
	Максим, КС 0,4 л/т	CaCl_2 0,1 кг/т + 4 кг/га + Хитозан 0,05 кг/т + 0,4 кг/га	Максим, КС 0,4 л/т	CaCl_2 0,1 кг/т + 4 кг/га + Хитозан 0,05 кг/т + 0,4 кг/га
1. Урожайность основной продукции, т/га	8,7	11,8	9,7	12,8
2. Прибавка урожая, т/га	0,9	4,0	1,3	4,3
3. Средняя цена реализации с 1 т., тыс. руб.	10,0	10,0	10,0	10,0
4. Выручка от реализации прибавки урожая, тыс. руб.	9,0	40,0	13,0	43,0
5. Стоимость обработки, тыс. руб.	2,6	4,2	2,6	4,2
6. Чистый доход (Прибыль от прибавки урожая) тыс. руб./га	6,4	35,8	10,4	38,8
7. Уровень рентабельности, %	71,1	89,5	80,0	90,2

Протравливание фунгицидом Максим, КС для защиты картофеля от фомоза повышает урожайность у сорта Ароза на 16,6%, а у сорта Невский на 14,2%, в то время как предложенный прием защиты картофеля повышает урожайность на 56,4% и 71,4% у сортов Ароза и Невский соответственно (таблица 17).

В среднем по опыту прием совместного применения хлорида кальция с хитозаном против комплекса болезней (ризоктониоз, сухая фузариозная гниль и фомоз) клубней картофеля на искусственном инфекционном фоне в полевых условиях позволил получить дополнительный доход 38,1 тыс. руб./га. на сорте Ароза.

Таблица 17 – Экономическая эффективность возделывания картофеля в зависимости от приемов защиты растений от фомоза.

Показатели	Вариант опыта			
	Ароза (урожайность контроля 7,8 т/га)		Невский (урожайность контроля 8,4 т/га)	
	Максим, КС 0,4 л/т	CaCl ₂ 0,1 кг/т + 4 кг/га + Хитозан 0,05 кг/т + 0,4 кг/га	Максим, КС 0,4 л/т	CaCl ₂ 0,1 кг/т + 4 кг/га + Хитозан 0,05 кг/т + 0,4 кг/га
1. Урожайность основной продукции, т/га	9,1	12,2	9,6	14,4
2. Прибавка урожая, т/га	1,3	4,4	1,2	6,0
3. Средняя цена реализации 1 т., тыс. руб.	10,0	10,0	10,0	10,0
4. Выручка от реализации прибавки урожая, тыс. руб.	13,0	44,0	12,0	60,0
5. Стоимость обработки, тыс. руб.	2,6	4,2	2,6	4,2
6. Чистый доход (Прибыль от прибавки урожая) тыс. руб./га	10,4	39,8	9,4	55,8
7. Уровень рентабельности, %	80,0	90,4	78,3	93,0

На сорте Невский чистый доход составил в среднем 50,8 тыс. руб./га, что на 12,7 тыс. руб./га или на 33,3% больше чем прибыль на сорте Ароза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что в Нижнем Поволжье к основным возбудителям болезней клубней картофеля относятся *Rhizoctonia solani* (ризоктониоз); три вида фузариума: *Fusarium sambucinum* fuckel 62,6%, *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. 25,3%, и *F. solani* (Mart) Sacc. 12,1% (сухая фузариозная гниль); *Phoma exigua* var. *foveata* (фомозная гниль).

Хитозан в разных концентрациях заметно ингибировал рост мицелия грибов. Степень подавления роста мицелия, обработанного хитозаном при концентрации 1%, составила 100% у *Rhizoctonia solani*, *Fusarium sambucinum* и *Phoma exigua* var. *foveate*. Хитозан также значительно подавлял прорастание спор *F. sambucinum*, *P. exigua* var. *Foveate* при различных концентрациях, а при концентрации 1% почти полностью ингибировал прорастание спор.

При хранении картофеля обработка хитозаном в норме 0,05 кг/т значительно уменьшила степень поражения клубней заражённых фомозом на 57,1 и 62,7 %; фузариозом у сортов Колобок и Санте степень поражения практически одинаковая 61,5%; ризоктониозом на 67,1 и 62,8 % у сортов Колобок и Санте соответственно. Хитозан индуцировал высокий уровень экспрессии защитных ферментов (пероксидаза, поли-

фенолоксидаза, и фенилаланин аммиак-лиаза) у зараженных клубней фомозом, фузариозом и ризоктониозом.

При хранении картофеля обработка эфирными маслами в норме 0,04 л/т значительно уменьшала степень поражения клубней инфицированных сухой фузариозной гнилью и фомозом на 92,1-97,1%.

Схема защиты картофеля, включающая применение при посадке хлорида кальция (0,1 кг/т) и через 2 часа хитозана 0,05 кг/т, а затем опрыскивание ботвы двукратно хлоридом кальция (4 кг/га), и хитозаном (0,4 кг/га) с интервалом 7 дней оказывала наиболее положительное влияние на всхожесть, высоту растений и количество стеблей, уменьшение числа больных клубней, и повышения урожайности картофеля.

Во время уборки распространение ризоктониоза уменьшилось на всех вариантах опыта, наименьшее распространение у сорта Невский (13,4%) при обработке (CaCl_2 0,1 кг/т + 4 кг/га + Хитозан 0,05 кг/т + 0,4 кг/га), что 11,9% эффективней по сравнению с протравителем Максим.

Наименьшая распространенность фузариозной гнили при хранении картофеля отмечена при обработке клубней CaCl_2 0,1 кг/т с хитозаном 0,05 кг/т и опрыскивании растений CaCl_2 4 кг/га с хитозаном 0,4 кг/га. В этом случае распространенность сухой фузариозной гнили составила 6,3; 5,2% у сортов Ароза и Невский, соответственно. А при обработке клубней протравителем Максим распространенность сухой фузариозной гнили составила 12,6; 11,8% у сортов Ароза и Невский, соответственно.

Анализ результатов исследований экономической эффективности совместного применения хлорида кальция с хитозаном, в сравнении с протравителем Максим, КС, при защите картофеля от грибных болезней клубней, показал что, наиболее высокий уровень рентабельности был отмечен на сорте Невский (93,2% против ризоктониоза, 90,2% против сухой фузариозной гнили, и 93,0% против фомоза), что на 11,8%, 10,2% и 14,7% эффективней по сравнению с протравителем Максим, соответственно.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для защиты клубней картофеля от грибных болезней рекомендуется использование нетоксичных и полностью безопасных для человека и окружающей среды препаратов по следующей схеме:

- перед посадкой необходимо проводить обработку клубней хлоридом кальция в норме 0,1 кг/т, а через 2 часа хитозаном в норме 0,05 кг/т (расход рабочей жидкости 10 л/т);

- в период вегетации требуется двукратное опрыскивание растений с интервалом 7 дней хлоридом кальция в норме 4 кг/га с хитозаном в норме 0,4 кг/ га (расход рабочей жидкости 400 л/га).

- перед закладкой на хранение нового урожая клубни картофеля для борьбы с сухой фузариозной и фомозной гнилью, следует обрабатывать хитозаном в норме 0,05 кг/т или эфирными маслами (кумин, лаванда) в норме 0,04 л/т.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ.

Необходимо изучить влияние обработки картофеля хлоридом кальция и хитозаном на развитие фомозной гнили в период хранения картофеля, и на качество клубней картофеля. Изучить влияние обработки клубней маслами кумина и лаванды в баковой смеси с хитозаном на развитие фомоза и фузариозной гнили.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Мохаммед, С.Р.** Использование хитозана против фомоза (гангрены) картофеля при хранении / С.Р. Мохаммед, И.Д. Еськов // Аграрный научный журнал - 2020. - № 1. - С. 17-21 (0,3 п.л.; авт. – 0,2 п.л.).

2. **Мохаммед, С..** Использование эфирных масел кумина и лаванды в борьбе с фомозом картофеля при хранении / С.Р. Мохаммед, А.В. Мельников// Аграрный научный журнал - 2020. - № 11. - С. 39-42 (0,31 п.л.; авт. – 0,29 п.л.).

В журнале, входящим в международные базы данных SCOPUS:

3. **Mohammed, S.R.** Inhibition of Mycelial Growth of *Rhizoctonia Solani* by Chitosan in vitro and in vivo / S.R. Mohammed, E.M. Zeitar, I.D. Eskov // The Open Agriculture Journal - 2019. - Vol. 13. - pp. 156-161(0,37 п.л.; авт. – 0,17 п.л.).

4. **Mohammed, S.R.** Effect of Chitosan and calcium chloride application on tuber yield and vegetative parameters against potato gangrene under field conditions / S.R. Mohammed, I.D. Eskov, E.M. Zeitar // Plant Archives - 2020. - Vol. 20. - Supplement- 2.- pp. 3149-3153 (0,31 п.л.; авт. – 0,2 п.л.).

В прочих изданиях:

5. Еськов, И.Д. Антимикробная активность хитозана против различных возбудителей альтернариоза / И.Д. Еськов, **С.Р. Мохаммед**, Е.М. Зеитар // Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию профессора Прохорова А.А.: сб. статей. - Саратов, 2017. - С. 207-209 (0,2 п.л.; авт. – 0,1 п.л.).

6. Еськов, И.Д. Антигрибная активность эфирного масла мяты и кумина против фузариоза картофеля при хранении / И.Д. Еськов, **С.Р. Мохаммед** // Вавиловские чтения: сб. статей межд. научно-практической конференции, посвященной 130-ой годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. - Саратов, 2017. - С. 331-333 (0,2 п.л.; авт. – 0,1 п.л.).

7. **Мохаммед, С.Р.** Использование эфирного масла лаванды (*Lavandula angustifolia*) против фузариоза картофеля / С.Р. Мохаммед, Е.М. Зеитар, И.Д. Еськов // Вавиловские чтения: сб. статей межд. научно-практической конференции, посвященной 132-ой годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. - Саратов, 2019. - С.210-212 (0,2 п.л.; авт. – 0,1 п.л.).