

На правах рукописи

КРИВЧЕНКО ОЛЬГА АЛЕКСАНДРОВНА

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ
СРЕДСТВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ И
БОЛЕЗНЕЙ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Шифр и наименование специальности:
06.01.07 – Защита растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Санкт-Петербург
2021

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» (СПбГАУ)

Научный руководитель: **Долженко Виктор Иванович**,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, академик РАН

Официальные оппоненты: **Рогозина Елена Вячеславовна**,
доктор биологических наук, ведущий научный
сотрудник отдела Генетических ресурсов
картофеля ФГБНУ "Федеральный
исследовательский центр Всероссийский
институт генетических ресурсов растений
имени Н.И. Вавилова"

Кузнецова Мария Алексеевна,
кандидат биологических наук, ведущий
научный сотрудник, заведующая отделом
болезней картофеля и овощных культур
ФГБНУ "Всероссийский
научно-исследовательский институт
фитопатологии"

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение "Федеральный
исследовательский центр картофеля имени
А.Г. Лорха"

Защита диссертации состоится 14 октября в 11 часов на заседании диссертационного совета Д 006.015.01 на базе ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений», по адресу: 196608, Санкт-Петербург, Пушкин, шоссе Подбельского, д. 3, тел.: 470-51-10; e-mail: dissovet@vizr.spb.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» и на сайте www.vizrspb.ru

Автореферат разослан «___» _____ 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук

Гусева Ольга Геннадьевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. По объему производства картофеля Россия занимает одно из лидирующих мест в мире. Но по показателю средней урожайности мы уступаем другим странам, и причиной этого является потеря урожайности вследствие поражения картофеля вредными организмами. В настоящее время насчитывают около 30 наиболее распространенных болезней и более 50 видов вредителей картофеля. В связи с тем, что все виды вредных объектов, представленных в данной работе, являются крайне опасными, необходимо повышать эффективность мероприятий по защите культуры, которая зависит от конкретной экологической обстановки на полях, соблюдения агротехнических приемов, своевременного проведения мероприятий по защите культуры и совершенствования ассортимента средств борьбы с вредными объектами.

Степень разработанности темы исследований. Вопросам изучения и обоснования возможности использования новых средств защиты картофеля от вредителей и возбудителей болезней посвящено довольно много исследований и в России, и за рубежом. Изучению новых средств защиты картофеля посвящены труды В.И. Долженко (2000, 2011, 2014, 2016), О.В. Долженко (2008, 2011, 2017), В.Н. Зейрука (2007, 2015, 2018), В.М. Глеза (2009, 2016, 2020), М.А. Кузнецовой (1996, 2009, 2017), А.В. Филиппова (1981, 2006, 2016), С.Н. Еланского (2007, 2011, 2017) и ряда других ученых. В настоящее время в связи с появлением комбинированных пестицидов, сочетающих инсектицидные и фунгицидные свойства, а также биологических препаратов появилась необходимость получения новых знаний о действии этих средств на вредные организмы картофеля и регламенты их эффективного и безопасного применения.

Цель исследований: определение биологической эффективности и разработка регламентов применения новых, в том числе комбинированных препаратов для защиты картофеля от комплекса вредных организмов в Северо-Западном регионе Российской Федерации.

Задачи исследований:

1. разработать ассортимент новых, в том числе комбинированных препаратов, действующие вещества которых относятся к различным химическим классам в борьбе с возбудителями болезней и вредителями картофеля;
2. оценить биологическую эффективность новых фитосанитарных средств для защиты картофеля от вредителей и болезней;
3. разработать регламенты эффективного и безопасного использования препаратов для защиты картофеля от комплекса вредных организмов;

4. оценить экотоксикологические показатели новых комбинированных препаратов для защиты картофеля от возбудителей болезней и вредителей;
5. разработать базу данных по ассортименту инсектицидов для защиты картофеля.

Научная новизна. Впервые на Северо-Западе Российской Федерации изучено действие новых, в том числе комбинированных препаратов из различных химических классов на комплекс вредителей и болезней картофеля. Установлена высокая биологическая эффективность (до 100%) этих препаратов в борьбе с основными вредителями: колорадским жуком, проволочниками, тлями, а также возбудителями болезней: ризиктониозом, серебристой и обыкновенной паршой, фитофторозом, альтернариозом при различных способах применения. Разработаны регламенты применения девяти новых препаратов. Доказана экотоксикологическая малоопасность изученных препаратов при соблюдении регламентов их применения.

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные результаты исследований дополняют теоретические представления о возможностях применения новых пестицидов в системах защиты картофеля. Изученные препараты, на данный момент, уже зарегистрированы в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов... (2021) на основании наших исследований, и таким образом, могут быть использованы научно-исследовательскими учреждениями и коммерческими организациями для борьбы с вредными для картофеля организмами.

Методология и методы исследований. В данной работе использованы принципы системного анализа и общепринятые апробированные методики. Полевые и лабораторные исследования осуществлялись в соответствии с утвержденными методами оценки биологической эффективности и безопасности пестицидов. Подтверждение сделанных выводов базируется на оценке достоверности статистических показателей.

Положения, выносимые на защиту:

- Современные эффективные средства борьбы с вредителями и болезнями на картофеле в условиях Северо-Запада РФ.
- Регламенты применения новых препаратов для борьбы с вредителями и болезнями картофеля.

Степень достоверности и апробация результатов. Степень достоверности результатов исследований достигнута достаточным объемом полученных экспериментальных данных, проведением статистических обработок и выявлением достоверности различий.

Основные результаты диссертационной работы обсуждались на конференциях профессорско-преподавательского состава СПбГАУ «Научное

обеспечение АПК в условиях импортозамещения» (Санкт-Петербург, 2016 г., 2017 г., 2018 г.), конференциях молодых ученых и аспирантов «Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК» (Санкт-Петербург, 2016 г.) и «Научный вклад молодых исследователей в сохранение традиций и развитие АПК» (Санкт-Петербург, 2016 г.), международной научно-практической конференции «Современные технологии и средства защиты растений - платформа для инновационного освоения в АПК России» (Санкт-Петербург, 2017 г.), международной научно-практической конференции «Биологическая защита растений - основа стабилизации агроэкосистем. Становление и перспективы развития органического земледелия в Российской Федерации» (Краснодар, 2018 г.), международной научно-практической конференции «Современные технологии и средства защиты растений - платформа для инновационного освоения в АПК России» (Санкт-Петербург, 2018 г.), международной научно-практической конференции "Селекция, семеноводство и технологии возделывания сельскохозяйственных культур" (Тирасполь, 2020 г.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 13 работ, из них 3 – в журналах, включенных в Перечень ВАК Российской Федерации, 10 – в других научных изданиях и сборниках, материалах съездов и конференций.

Личный вклад автора. В диссертации представлены результаты исследований, выполненных самим автором. Личный вклад автора состоит в анализе литературных данных, подготовке и осуществлении экспериментальной части исследования, обработке, анализе, обобщении полученных результатов и формулировке выводов, написании диссертации и автореферата.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 181 страницах машинописного текста, иллюстрирована 58 таблицами и 34 рисунками. Состоит из введения, обзора литературы, 4 разделов, приложения, заключения, практических рекомендаций, списка литературы, включающего 199 наименований, среди которых 168 отечественных и 31 иностранных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Раздел 1. Основные вредители и возбудители болезней картофеля на Северо-Западе России, методы и средства борьбы с ними (обзор литературы)

В разделе представлены данные по биологии, экологии, распространению и вредоносности основных вредителей и возбудителей болезней картофеля на Северо-Западе РФ. Приведены основные методы и средства борьбы с ними. Анализ данных литературы позволил определить актуальное направление исследований, связанное с изучением новых

комбинированных препаратов и экотоксикологических аспектов их применения для защиты картофеля на Северо-Западе РФ.

Раздел 2. Место и материалы исследований

В разделе описаны все методы, используемые в исследованиях. Исследования по биологической и экотоксикологической оценке препаратов для защиты картофеля от основных вредителей и возбудителей болезней проводили в 2011-2019 гг., в том числе в 2015-2019 гг. в рамках аспирантской подготовки. Оценка биологической эффективности и экотоксикологическую оценку препаратов для защиты картофеля от вредных организмов проводили на полях ООО "Славянка-М" (Гатчинский район Ленинградской области) и на базе ГНУ "Ленинградская плодоовощная опытная станция" (Пушкинский район Санкт-Петербурга).

Опыты закладывали на четырех сортах картофеля: Невский, Сантэ, Удача и Гала. Предшественник - многолетние травы, зерновые культуры, овощные культуры. Уход за посадками проводили в соответствии с зональной технологией.

Объектами исследований были основные вредители и возбудители болезней картофеля: колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say.), проволочники - личинки жуков шелкунов (Elateridae), тли (Aphididae), а также фитофтороз картофеля (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), альтернариоз картофеля (*Alternaria solani* (Ell. et Mart.) Sor. и *A. alternate* (Fr.) Keissl.), парша обыкновенная *Streptomyces scabies* Waks. et Neur.), серебристая парша (*Spondylo cladium atrovirens* (Harz), черная парша картофеля (*Rhizoctonia solani* Kuhn.) фузариоз картофеля (*Fusarium* spp.).

Материалом исследований служили следующие препараты: Селест Топ, КС (262,5 г/л тиаметоксама +25 г/л дифеноконазола +25 г/л флудиоксонила), Эместо Квантум, КС (66,5 г/л клотианидина + 207 г/л пенфлуфена), Имикар, КС (280 г/л имидаклоприда+80 г/л тиабендазола), Кинг Комби, КС (100 г/л ацетамиприда+34 г/л флудиоксонила+8,3 г/л ципроконазола); Вайбранс Макс, КС (262,5 г/л тиаметоксама+25 г/л флудиоксонила+25 г/л седаксана); Бомбарда, КС (130 г/л тиаметоксама+90 г/л имидаклоприда+60 г/л фипронила); Трансформ, ВДГ (500 г/кг сульфоксафлора); Сиванто, РК (200 г/л флупирадифурана); Метаризин, Ж (титр не менее 10^8 КОЕ/мл); Серенада АСО, КС (титр не менее 1×10^9 КОЕ /мл *Bacillus amyloliquefaciens*, штамм OST-713).

Оценку биологической эффективности препаратов проводили в соответствии с "Методическими указаниями по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве", а также "Методическими указаниями по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве" (2009).

Отбор образцов (клубней) для исследования по определению микроколичеств препаратов осуществляли в соответствии с "Унифицированными правилами отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания, объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов" (1983). Изучение остаточных количеств действующих веществ пестицидов в урожае картофеля проводили в аналитической лаборатории Центра биологической регламентации использования пестицидов ФГБНУ ВИЗР.

Расчет токсической нагрузки препаратов проводили по методу Ю.Н. Фадеева (1988).

Статистическая обработка полученных результатов проведена по методу дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1985) с использованием прикладных статистических программ STATGRAPHICS.

Раздел 3. Биологическая эффективность препаратов для борьбы с вредителями и болезнями картофеля

В разделе приведены результаты исследований и их обсуждение. Наши исследования по оценке биологической эффективности и разработке регламентов применения новых средств защиты картофеля от вредных организмов были проведены в 2011-2019 годах. Результаты этих исследований мы приводим по каждому препарату отдельно.

3.1 Инсектофунгицид Селест Топ, КС (262,5 г/л + 25 г/л + 25 г/л)

Проведены исследования по оценке биологической эффективности и разработке регламентов применения инсектофунгицида Селест Топ, КС в борьбе с колорадским жуком, проволочниками, тлями и возбудителями болезней методом обработки клубней.

Учет поврежденности клубней картофеля проволочниками проводили при уборке урожая. Клубни были повреждены как в слабой и средней, так и в сильной степени. Во всех нормах применения изучаемый препарат показал достаточно высокую эффективность: 56,1-100% (табл.1).

Таблица 1 - Биологическая эффективность инсектофунгицида Селест Топ, КС в борьбе с проволочниками

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/т	Снижение поврежденности клубней относительно контроля, %			
		слабой	средней	сильной	общей
Селест Топ, КС (312,5 г/л)	0,3	60,6	100	100	74,8
	0,4	56,1	84,1	75,0	65,1
	0,5	65,2	92,1	100	75,8
НСР_{0,5}	-	5,84	7,6	14,96	0,33

Заселение растений колорадским жуком носило очаговый характер. В борьбе с вредителем препарат был эффективен: снижение численности составляло 85,6-100% (табл.2).

Таблица 2 - Биологическая эффективность инсектицида Селест Топ, КС в борьбе с колорадским жуком

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/т	Снижение численности колорадского жука относительно контроля по суткам учетов после появления всходов, %		
		39	43	50
Селест Топ, КС (312,5 г/л)	0,3	85,6	87,5	100
	0,4	95,8	100	100
	0,5	99,2	100	100
<i>HCP</i> _{0,5}	-	13,81	14,88	-

Заселение растений картофеля тлями было очаговым и незначительным. В течение всего периода учетов препарат показал высокую биологическую эффективность - 100% (рис.1).

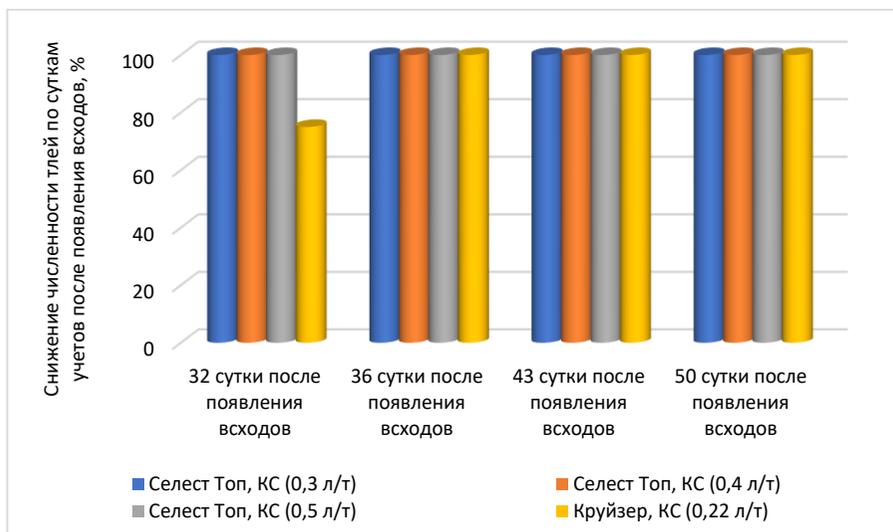


Рисунок 1. Биологическая эффективность препарата Селест Топ, КС в борьбе с тлями на картофеле.

В борьбе с ризиктониозом и серебристой паршой изучаемый препарат показал высокую биологическую эффективность в течение 82 суток

после обработки клубней. Снижение поражения стеблей, столонов и клубней находилось на уровне 89,5-100%.

В период уборки урожая и через 1 месяц хранения препарат был эффективен в борьбе с ризоктониозом и серебристой паршой. В отношении обыкновенной парши, фитофтороза и альтернариоза препарат был малоэффективен (табл.3).

Таблица 3 - Биологическая эффективность препарата Селест Топ, КС в борьбе с комплексом болезней картофеля

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/т	Пораженность клубней при уборке, %						
		Ризоктониоз		Серебристая парша		Обыкновенная парша	Фитофтороз	Альтернариоз
		пораженность, %	эффективность, %	пораженность, %	эффективность, %			
Селест Топ, КС (262,5+25+25 г/л)	0,3	1,5	92,6	17,0	43,3	23,5	11,5	13,5
	0,4	1,0	95,1	13,5	55,0	23,0	11,5	11,0
	0,5	0,8	96,0	13,0	56,7	23,0	11,5	9,0
НСР_{0,5}	-	-	1,1	-	4,04	0	0	0,97

Изучение препарата Селест Топ, КС позволило установить эффективные и безопасные нормы применения - 0,4-0,5 л/т и рекомендовать их для регистрации препарата и практического применения.

3.2 Инсектофунгицид Эместо Квантум, КС (207 г/л +66,5 г/л)

Представлены данные за вегетационные сезоны 2012-2013 гг. Нами были проведены исследования по оценке биологической эффективности и разработке регламентов применения инсектофунгицида Эместо Квантум, КС в борьбе с колорадским жуком, проволочниками, тлями и комплексом болезней методом обработки клубней.

В 2012-2013 годах в борьбе с колорадским жуком, проволочниками и тлями препарат показал высокую эффективность (до 100%).

В 2012 году проводилась оценка биологической эффективности препарата Эместо Квантум, КС в отношении возбудителей болезней: ризоктониоза, серебристой парши, обыкновенной парши, фитофтороза и фузариоза.

В борьбе с ризоктониозом и серебристой паршой изучаемый препарат показал высокую биологическую эффективность, в отношении обыкновенной парши и фитофтороза препарат был малоэффективен.

Изучение препарата Эместо Квантум, КС позволило установить эффективные и безопасные нормы применения - 0,3-0,35 л/т и рекомендовать их для регистрации препарата и практического применения.

3.3 Инсектофунгицид Имикар, КС (280 г/л + 80 г/л)

Проведены исследования по оценке биологической эффективности и разработке регламентов применения инсектофунгицида Имикар, КС в борьбе с проволочниками, колорадским жуком, тлями и комплексом болезней методом обработки клубней.

Изучаемый препарат показал достаточно высокую биологическую эффективность в борьбе с вредителями картофеля и такими заболеваниями как ризоктониоз и серебристая парша, в отношении обыкновенной парши препарат был малоэффективен.

Изучение препарата позволило установить эффективные и безопасные нормы применения - 0,5-0,7 л/т и рекомендовать их для регистрации препарата и практического применения.

3.4. Инсектофунгицид Кинг Комби, КС (100 г/л +34 г/л +8,3 г/л)

Представлены данные исследований по оценке биологической эффективности и разработке регламентов применения инсектофунгицида Кинг Комби, КС в борьбе с колорадским жуком, проволочниками, тлями и комплексом болезней методом обработки клубней за 2014 и 2015 гг.

В 2014 году учет поврежденности проволочниками проводили при уборке урожая. Клубни в контрольном варианте были повреждены как в слабой, так и в сильной степени. В варианте с нормой применения 0,4 л/т изучаемого препарата снижение поврежденности клубней находилось в пределах 60,5-100%, в норме 0,3 л/т – 44,0-100%.

В 2015 году клубни в контрольном варианте также были повреждены как в слабой, средней, так и в сильной степени. В варианте с нормой применения 0,4 л/т изучаемого препарата снижение поврежденности клубней находилось в пределах 27,1-100%, в норме 0,3 л/т – 24,0-57,2%.

В 2014 году заселение растений колорадским жуком носило очаговый характер. Биологическая эффективность препарата в норме применения 0,4 л/т находилась на уровне 69,5%-100%, в норме 0,3 л/т - 13,9-100%.

В 2015 году биологическая эффективность в норме применения 0,4 л/т находилась на уровне 41,9% - 82,9%, в норме 0,3 л/т - 41,9%- 68,6%.

Заселение растений картофеля тлями в 2014 году было достаточно кратковременным. На данном фоне изучаемый препарат показал относительно высокую биологическую эффективность в течение всего периода учетов. В варианте с минимальной нормой применения аналогичный показатель достиг 100% также к 34 суткам учетов.

В 2015 году изучаемый препарат также показал относительно высокую биологическую эффективность в течение всего периода учетов.

В 2014 году против ризоктониоза на стеблях эффективность изучаемого препарата составила 87,5-76,7% (0,3 л/т) и 93,8-83,3% (0,4 л/т). За 2 недели до уборки на столонах сохранилась такая же тенденция.

По эффективности против ризоктониоза на клубнях в период уборки урожая эффективность изучаемого препарата составила 73,5% (0,3 л/т) и 77,8% (0,4 л/т)

Через 1 месяц хранения эффективность Кинг Комби, КС против ризоктониоза была на уровне 73,0% (0,3 л/т) и 76,4% (0,4 л/т), против серебристой парши - 46,9% (0,4 л/т), 44,5% (0,3 л/т); против фузариоза наибольшая эффективность была отмечена в варианте с нормой применения 0,4 л/т (50,0%); эффективность в норме 0,3 л/т составила 40,0%.

В 2015 году эффективность изучаемого препарата оставляла 75,0% (0,3 л/т) и 87,5% (0,4 л/т). За 14 суток до уборки на столонах сохранилась аналогичная тенденция: биологическая эффективность опытного препарата составила: 70,4% (0,3 л/т); 77,8% (0,4 л/т). Биологическая на клубнях составила: 64,2% (0,3 л/т) и 77,6% (0,4 л/т). Биологическая эффективность против ризоктониоза на клубнях в период уборки урожая составила 62,8% (0,3 л/т) и 76,7% (0,4 л/т).

Через 1 месяц хранения эффективность изучаемого препарата против ризоктониоза в обеих нормах применения была на достаточно высоком уровне: 61,9% (0,3 л/т) и 76,2% (0,4 л/т); против фузариоза эффективность препарата составила 44,6% в обеих нормах применения.

Изучение препарата Кинг Комби, КС позволило установить эффективные и безопасные нормы применения - 0,3-0,4 л/т и рекомендовать их для регистрации препарата и практического применения.

3.5 Инсектофунгицид Вайбранс Макс, КС (262,5 г/л +25 г/л +25 г/л)

Представлены данные исследований по оценке биологической эффективности и разработке регламентов применения инсектофунгицида Вайбранс Макс, КС в борьбе с колорадским жуком, проволочниками, тлями-переносчиками вирусов, а также в борьбе с возбудителями болезней картофеля методом обработки клубней за 2017-2018 гг.

В 2017 г. учет поврежденности клубней картофеля проволочниками проводили при уборке урожая. Клубни в контрольном варианте были повреждены в слабой и средней степени.

Во всех вариантах с применением инсектофунгицида Вайбранс Макс, КС снижение общей поврежденности клубней составляло 100%.

В 2018 году клубни были повреждены в слабой и средней степени. В вариантах с применением изучаемого препарата снижение общей поврежденности клубней составляло 21% (0,4 л/т), 48,9% (0,5 л/т), 32,4% (0,6 л/т), 60,2% (0,7 л/т).

Заселение растений картофеля тлями в 2017 году было достаточно кратковременным, что было вызвано неблагоприятными для развития тли погодными условиями.

На данном фоне исследуемый инсектофунгицид показал биологическую эффективность на уровне 50-100% в нормах применения 0,4 л/т; 0,5 л/т; 0,6 л/т 0,7 л/т в борьбе с тлями на картофеле в течение всего периода учетов.

В 2018 году в борьбе с тлями исследуемый инсектофунгицид показал биологическую эффективность на уровне 100% во всех нормах применения в течение всего периода учетов.

В 2017 году против ризоктониоза на стеблях и столонах высокая биологическая эффективность (100%) была получена в вариантах с изучаемым препаратом в нормах применения 0,6 л/т и 0,7 л/т; в меньших нормах применения биологическая эффективность составила 60,0% и 74,0% (0,4 л/т) и 75,0% и 80,0% (0,5 л/т). На клубнях высокая биологическая эффективность (100%) наблюдалась в нормах применения 0,6 л/т и 0,7 л/т, в меньших нормах применения: 60,9% (0,4 л/т) и 78,3% (0,5 л/т).

Против ризоктониоза на клубнях в период уборки урожая и через месяц хранения высокая биологическая эффективность (100%) была получена в вариантах с изучаемым препаратом в нормах применения 0,6 л/т и 0,7 л/т; эффективность препарата в нормах применения 0,4 л/т и 0,5 л/т составляла 62,5-60,3% и 71,4-70,1% соответственно нормам применения.

Против серебристой парши через 1 месяц хранения эффективность изучаемого препарата составила 46,2% (0,6 л/т) и 52,9% (0,7 л/т); в нормах применения 0,4 л/т и 0,5 л/т эффективность изучаемого препарата составила 22,1% и 38,5%.

В 2018 году против ризоктониоза на стеблях, столонах и клубнях высокая биологическая эффективность (100%) получена в вариантах с изучаемым препаратом в нормах применения 0,5; 0,6 и 0,7 л/т; в норме применения 0,4 л/т эффективность составила 80,0%; 88,2% и 85,7%.

Против ризоктониоза на клубнях в период уборки урожая и через месяц хранения высокая биологическая эффективность (100%) была получена в вариантах с изучаемым препаратом в нормах применения 0,5; 0,6 и 0,7 л/т; эффективность препарата в норме применения 0,4 л/т составила 82,1-81,3%.

Против серебристой парши через месяц хранения эффективность изучаемого препарата в нормах применения составила 19,6% (0,4 л/т); 24,2% (0,5 л/т); 27,5% (0,6 л/т) и 33,3% (0,7 л/т).

Изучение препарата Вайбранс Макс, КС позволило установить эффективные и безопасные нормы применения - 0,4-0,7 л/т и рекомендовать их для регистрации препарата и практического применения.

3.6 Инсектицид Бомбарда, КС (130 г/л +90 г/л +60 г/л)

Проведены исследования по оценке биологической эффективности и разработке регламентов применения инсектицида Бомбарда, КС в борьбе с проволочниками и тлями методом обработки клубней.

Вегетационный сезон 2018 г. характеризовался более высокими температурными показателями по сравнению со средними многолетними. Неблагоприятные для развития тли погодные условия способствовали кратковременному заселению ими растений картофеля. На данном фоне исследуемый инсектицид показал биологическую эффективность на уровне 100% в нормах применения 0,5 л/т и 0,7 л/т в борьбе с тлями на картофеле в течение всего периода учетов. На 71 сутки после появления всходов на всех опытных делянках вредитель обнаружен не был.

Учет поврежденности клубней картофеля проволочниками проводили при уборке урожая. Клубни в контрольном варианте были повреждены в слабой и средней степени.

Снижение поврежденности клубней было в пределах 60,9-75,0% (0,5 л/т) и 91,0-100% (0,7 л/т).

Изучение препарата Бомбарда, КС позволило установить эффективные и безопасные нормы применения - 0,5 - 0,7 л/т и рекомендовать их для регистрации препарата и практического применения.

3.7 Инсектицид Трансформ, ВДГ (500 г/кг)

Представлены данные по оценке биологической эффективности и разработке регламентов применения инсектицида с новым действующим веществом Трансформ, ВДГ в борьбе с тлями за 2018-2019 гг. методом опрыскивания растений во время вегетации.

В вегетационном сезоне 2018 г. в связи с повышенными температурами заселение картофеля тлями носило кратковременный характер, по причине неблагоприятных для развития вредителя погодных условий.

При данных условиях инсектицид Трансформ, ВДГ (500 г/кг) во всех нормах применения показал высокую биологическую эффективность (100%) в борьбе с тлями на картофеле в течение всего периода учетов.

В вегетационном сезоне 2019 г. инсектицид Трансформ, ВДГ (500 г/кг) во всех нормах применения также показал высокую биологическую эффективность в борьбе с тлями на картофеле в течение всего периода учетов (75,0-100%).

Изучение препарата Трансформ, ВДГ позволило установить эффективные и безопасные нормы применения - 0,025 - 0,075 кг/га и рекомендовать их для регистрации препарата и практического применения.

3.8 Инсектицид Сиванто, РК (200 г/л)

Представлены данные исследований по оценке биологической эффективности и разработке регламентов применения инсектицида Сиванто,

РК в борьбе с тлями за 2019-2020 гг. методом опрыскивания растений во время вегетации.

Вегетационный сезон 2019 г. характеризовался низким количеством осадков, а температура воздуха была выше средней многолетней только в третьей декаде июля и второй декаде августа. В таких условиях отмечено кратковременное заселение тлями растений картофеля. На данном фоне инсектицид Сиванто, РК показал высокую биологическую эффективность в борьбе с тлями на картофеле в течение всего периода учетов.

В вариантах опыта с нормами применения 0,8 л/га и 1,0 л/га инсектицида Сиванто, РК снижение численности составило 100% на 3 сутки после обработки, за исключением вариантов с нормами применения 0,4 л/га и 0,6 л/га. На 3 сутки учета эффективность в данных нормах применения препарата составила 75,0%. В дальнейшем отмечено полное исчезновение вредителя на всех опытных делянках.

Вегетационный сезон 2020 г. характеризовался во второй декаде июля низким количеством осадков, а в третьей высоким, а также низкой влажностью воздуха, температура воздуха была на уровне среднемноголетних показателей. В таких условиях отмечено незначительное и кратковременное заселение тлями растений картофеля.

Инсектицид Сиванто, РК снижал численность тлей на 75,0-100% в норме применения 0,4 л/га и 100% в нормах применения 0,6 л/га; 0,8 л/га и 1,0 л/га. К 21 суткам после обработки отмечено полное исчезновение вредителя на всех опытных делянках.

Изучение препарата Сиванто, РК позволило установить эффективные и безопасные нормы применения – 0,4 л/га и 0,6 л/га и рекомендовать их для регистрации препарата и практического применения.

3.9 Биологический инсектицид Метаризин, Ж (титр не менее 10^8 КОЕ/мл)

Представлены данные исследований по оценке биологической эффективности и разработке регламентов применения биологического инсектицида Метаризин в борьбе с проволочниками за 2016-2017 гг. методом обработки дна борозды перед посадкой клубней картофеля.

В 2016 году учет поврежденности клубней картофеля проволочниками проводили при уборке урожая. Клубни были повреждены проволочниками как в слабой и средней, так и в сильной степени. Снижение слабой поврежденности клубней в варианте с применением изучаемого препарата составило 88,9%, средней – 100%, снижение сильной поврежденности находилось на уровне 100%.

Осенний учёт 2017 года по оценке поврежденности клубней картофеля показал, что биологическая эффективность изучаемого препарата в норме применения 10 л/га составила 50,0% (снижение слабой

поврежденности клубней). В средней и сильной степени поврежденности биологическая эффективность препаратов составила 100%.

Изучение препарата Метаризин, Ж позволило подтвердить его эффективность и рекомендовать его для практического применения.

3.10 Биологический фунгицид Серенада АСО, КС (титр не менее 1×10^9 КОЕ /мл *Bacillus amyloliquefaciens*, штамм OST-713)

Представлены данные исследований по оценке биологической эффективности и разработке регламентов применения биологического фунгицида Серенада АСО, КС в борьбе с возбудителями болезней картофеля.

Весь период вегетации 2018 года сопровождался повышенными температурами и небольшим количеством осадков, что не способствовало развитию ризиктониоза и фитофтороза.

На этом фоне эффективность препарата Серенада АСО, КС в нормах применения 5,0 л/т и 8,0 л/т против ризиктониоза на стеблях на фоне низкого развития болезни составила 60,0% и 80,0% соответственно. На столонах и клубнях эффективность была на уровне 29,4-38,2%. Эффективность изучаемого препарата против ризиктониоза в период уборки урожая и через 1 месяц хранения также была на низком уровне. В борьбе с фитофторозом и альтернариозом на ботве препарат также показал низкую эффективность.

В 2019 году эффективность Серенада АСО, КС против ризиктониоза на стеблях в вариантах с обработкой почвы составила: 28,3% (5,0 л/га) и 36,7% (8,0 л/га), 4-х кратное опрыскивание существенно не повлияло на эффективность: 25,0-36,7% (5,0+5,0 л/га и 5,0+8,0 л/га); 28,3-36,7% (8,0+5,0 л/га и 8,0+8,0 л/га). На столонах, в период уборки урожая и через 1 месяц хранения наблюдалась та же тенденция.

Изучение фунгицида Серенада АСО, КС позволило установить, что препарат во всех нормах применения является малоэффективным в борьбе с комплексом возбудителей болезней картофеля.

Раздел 4. Экотоксикологические показатели и безопасность препаратов

Раскрыта тема повышения безопасности химического метода защиты картофеля. Одно из первостепенных значений, которое имеют пестициды в ряду средств защиты растений, объясняется огромным ущербом, наносимым вредителями сельскому хозяйству.

Существует несколько реальных путей повышения безопасности химического метода для человека и окружающей среды. Один из них - совершенствование ассортимента пестицидов, направленное на улучшение их санитарно-гигиенических и экологических характеристик, высокую эффективность в сочетании с малой опасностью для тепличных и окружающей среды (Новожилов, Сухорученко, 1997).

4.1 Экотоксикологические показатели препаратов

Определена токсическая нагрузка изучаемых пестицидов. Результаты сравнения изучаемых препаратов представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Экотоксикологические показатели изучаемых препаратов в максимальных нормах применения

Действующее вещество	Норма применения	ЛД ₅₀ (мг/кг)	Токсическая нагрузка (количество ЛД ₅₀ /га)
Эместо Квантум, КС			
66,5 г/л пенфлуфена + 207 г/л клотианидина	0,35 л/т	2000 5000	26,1
Трансформ, ВДГ			
500 г/кг сульфоксафлора	0,075 кг/га	1000	37,5
Селест Топ, КС			
262,5 г/л тиаметоксама + 25 г/л дифенокназола + 25 г/л флудиоксопила	0,5 л/т	1563 1453 5000	95,1
Сиванто, РК			
200 г/л флупирадифурина	1,0 л/га	2000	100,0
Вайбранс Макс, КС			
262,5 г/л тиаметоксама+ 25 г/л флудиоксанила+ 25 г/л седаксана	0,7 л/т	1563 5000 5000	122,0
Кинг Комби, КС			
100 г/л ацетамиприда+ 34 г/л флудиоксопила+ 8,3 г/л ципроконазола	0,4 л/т	213 5000 1333	193,0
Имикар, КС			
280 г/л имидаклоприда + 80 г/л тиабендазола	0,7 л/т	450 3330	456,8
Бомбарда, КС			
130 г/л тиаметоксама + 90 г/л имидаклоприда + 60 г/л фипронила	0,7 л/т	1563 450 97	631,2

Полученные расчеты показали, что наибольшая токсическая нагрузка на гектар посева наблюдается у препаратов Имикар, КС и Бомбарда, КС.

Проведенная нами оценка экотоксикологических показателей изучаемых препаратов позволила выделить более безопасные средства: Эместо Квантум, КС, Трансформ, ВДГ, Селест Топ, КС, Сиванто, РК.

Проведенные нами исследования по изучению остаточных количеств препаратов в урожае картофеля позволили установить, что остаточные количества действующих веществ препаратов Бомбарда, КС, Имикар, КС, Вайбранс Макс, КС, Кинг Кимби, КС не были обнаружены ни в одном образце картофеля (табл.5).

Обобщая результаты исследований, можно сделать вывод, что действующие вещества данных препаратов не обнаруживаются в клубнях картофеля или не превышают максимально допустимый уровень (МДУ), что свидетельствует о том, что получаемый с помощью предложенных нами препаратов урожай полностью соответствует санитарно-гигиеническим нормативам.

Таблица 5 - Результаты изучения остаточных количеств действующих веществ препаратов в урожае картофеля

Препарат	Д.в.	МДУ (мг/кг)	Остаточные количества	Методы определения
Бомбарда, КС	тиаметоксам, имидаклоприд, фипронил	0,05 0,5 0,005	Не обнаружены	МУК 4.1.1142-02 МУК 4.1.1802-03 МУК 4.1.1400-03
Имикар, КС	имидаклоприд, тиабендазол	0,5 15,0	Не обнаружены	МУК 4.1.1802-03 МУК 4.1.2864-11
Вайбранс Макс, КС	тиаметоксам, флудиоксанил, седаксан	0,05 0,05 -	Не обнаружены	МУК 4.1.1142-02 МУК 4.1.1148-02 -
Кинг Комби, КС	ацетамиприд, флудиоксанил, ципроконазол	0,5 0,05 0,05	Не обнаружены	МУК 4.1.1850-04 МУК 4.1.1148-02 МУК 4.1.3094-13

Необходимо также отметить, что нами была проведена работа по оценке влияния изучаемых препаратов на всхожесть и рост растений картофеля.

4.2 Влияние на всхожесть и развитие картофеля

Изучено влияние пестицидов на рост и развитие картофеля. При проведении исследований по оценке биологической эффективности и разработке регламентов применения изученных инсектофунгицидов (Эместо Квантум, КС, Имикар, КС, Кинг Комби, КС и Вайбранс Макс, КС) нами было изучено влияние данных препаратов на всхожесть и развитие растений картофеля. В результате проведенной работы не выявлено отрицательного влияния препаратов Имикар, КС, Кинг Комби, КС и Вайбранс Макс, КС на всхожесть и развитие картофеля. Небольшое отрицательное влияние на

культуру оказал препарат Эместо Квантум, КС в вегетационном сезоне 2012 года.

Заключение

1. Разработан и предложен ассортимент препаратов, в том числе комбинированных, для защиты картофеля от вредителей и болезней: Бомбарда, КС (130+90+60 г/л), Вайбранс Макс, КС (262,5+25+25 г/л), Кинг Комби, КС (100+34+8,3 г/л), Эместо Квантум, КС (207+66,5 г/л), Имикар, КС (280+80 г/л), Сиванто, РК (200 г/л), Селест Топ, КС (262,5+25+25 г/л), Трансформ, ВДГ (500 г/кг), Метаризин, Ж (титр не менее 10^8 КОЕ/мл).

2. В условиях Северо-Запада Российской Федерации высокую биологическую эффективность на картофеле обеспечивает предпосадочная обработка клубней следующими препаратами: Селест Топ, КС в борьбе с проволочниками (до 75,8%), колорадским жуком (до 100%), тлями (до 100%) и возбудителями болезней (до 92,6%); Имикар, КС в борьбе с проволочниками (до 76,1%), колорадским жуком (до 100%), тлями (до 100%) и возбудителями болезней (до 83,5%); Бомбарда, КС в борьбе с проволочниками (до 91,5%) и тлями (до 100%); Вайбранс Макс, КС в борьбе с проволочниками (до 100%), тлями (до 100%) и возбудителями болезней (до 100%); Кинг Комби, КС в борьбе с колорадским жуком (до 82,9%), проволочниками (до 100%), тлями (до 100%) и возбудителями болезней (до 93,8%); Эместо Квантум, КС в борьбе с колорадским жуком (до 100%), проволочниками (до 100%), тлями (до 100%) и возбудителями болезней: ризоктониозом и серебристой паршой (до 100%), в борьбе с обыкновенной паршой и фитофторозом препарат был малоэффективен; внесение на дно борозды при посадке картофеля биологического инсектицида Метаризин, Ж в борьбе с проволочником (до 100%); опрыскивание растений в период вегетации: Трансформ, ВДГ в борьбе с тлями (до 100%); Сиванто, РК в борьбе с тлями (до 100%).

3. Разработаны регламенты эффективного и безопасного применения препаратов, в том числе комбинированных для защиты картофеля от основных вредителей и болезней: способом предпосадочной обработки клубней препаратами - Селест Топ, КС – 0,4 л/т, Эместо Квантум, КС - 0,3 - 0,35 л/т, Имикар, КС – 0,6-0,7 л/т, Кинг Комби, КС – 0,4 л/т, Вайбранс Макс, КС – 0,4-0,7 л/т, Бомбарда, КС – 0,5 - 0,7 л/т; способом внесения препарата на дно борозды - Метаризин, Ж – 10 л/га; в период вегетации способом опрыскивания растений - Трансформ, ВДГ - 0,025-0,075 кг/га, Сиванто, РК - 0,4-0,6 л/га.

4. Применение инсектофунгицидов Имикар, КС (280+80 г/л), Кинг Комби, КС (100+34+8,3 г/л), Вайбранс Макс, КС (262,5+25+25 г/л) и Бомбарда, КС (130+90+60 г/л) на картофеле способом предпосадочной обработки клубней в рекомендуемых нормах применения обеспечивает не

только высокий защитный эффект от вредных организмов, но и безопасность. Экологическая безопасность продукта и его соответствие гигиеническим нормативам ГН 1.2.3539-18 обеспечивается тем, что разработаны не только эффективные, но и безопасные регламенты применения новых средств защиты картофеля, что подтверждается исследованиями по изучению остаточных количеств пестицидов. Хроматографический анализ показал, что в урожае картофеля отсутствуют остаточные количества действующих веществ вышеназванных препаратов.

5. По показателю токсической нагрузки изученные препараты можно отнести к малоопасным: Селест Топ, КС (262,5+25+25 г/л), Эместо Квантум, КС (66,5+207 г/л), Трансформ, ВДГ (500 г/кг), Сиванто, РК (200 г/л); к средне опасным: Бомбарда, КС (130+90+60 г/л), Имикар, КС (280+80 г/л), Кинг Комби, КС (100+34+8,3 г/л), Вайбранс Макс, КС (262,5+25+25 г/л).

6. Разработана и зарегистрирована база данных "Средства защиты картофеля от вредителей" (свидетельство о государственной регистрации №2017621096 от 22.09.2017 г.), включающая современные средства борьбы с вредителями картофеля и позволяющая выбирать для применения эффективные и более безопасные препараты.

Практические рекомендации

Для обеспечения эффективной и безопасной защиты картофеля от вредителей и болезней в условиях Северо-Запада РФ рекомендуются следующие препараты и регламенты их применения:

- способом обработки клубней картофеля перед посадкой - Селест Топ, КС (262,5+25+25 г/л) в норме применения 0,4 л/т; Эместо Квантум, КС (207+66,5 г/л) в нормах применения 0,3-0,35 л/т; Имикар, КС (280+80 г/л) в нормах применения 0,6-0,7 л/т; Кинг Комби, КС (100+34+8,3 г/л) в норме применения 0,4 л/т; Бомбарда, КС (130 + 90 + 60 г/л) в нормах применения 0,5-0,7 л/т;
- для выбора эффективных и безопасных средств защиты картофеля от вредителей целесообразно использовать разработанную базу данных "Средства защиты картофеля от вредителей" №2017621096 от 22.09.2017 г.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Долженко, О.В. Кинг Комби для защиты картофеля/ О.В. Долженко, О.А. Кривченко, М.В. Киндрат // Защита и карантин растений. - 2017. - № 9. - С. 24.
2. Долженко О.В. Полифункциональный препарат для защиты картофеля от вредных организмов / Долженко О.В., Кривченко О.А. // Известия СПбГАУ. - 2018. - № 2. - С. 94-99.

3. Dolzhenko, O. V. Possibility to Use Combined Preparations for Protecting Potatoes from Pests / Dolzhenko, O. V., Shorokhov M. N., Krivchenko O. A. // Russian Agricultural Sciences. - 2019. - №45. - P. 534–538.

Публикации в других научных изданиях:

1. Долженко, О.В. Биологическая эффективность препарата Кинг Комби, КС (100+34+8,3 г/л) в борьбе с комплексом вредителей картофеля / О.В. Долженко, О.А. Кривченко, В.И. Долженко // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения. Сбор. науч. труд. междунар. науч.-практ. конф. профес.-препод. сост.- СПбГАУ. – СПб., 2016. - С. 62.
2. Долженко, О.В. Эффективные средства защиты картофеля от вредителей и болезней / О.В. Долженко, А.М. Тонакян, О.А. Кривченко // Научный вклад молодых исследователей в сохранение и развитие АПК. Сборник науч. труд. междунар. науч.-практ. конф. молодых уч. и студ. - СПбГАУ. – СПб., 2016. - С. 100.
3. Кривченко, О.А. Биологическая эффективность инсектофунгицида Кинг Комби для защиты картофеля от болезней в Северо-Западном регионе Российской Федерации / О.А. Кривченко, О.В. Долженко, М.В. Киндрат // Роль молодых учёных в решении актуальных задач АПК. Сбор. науч. труд. междунар. науч.-практ. конф. молод. уч. и студ. – СПб., 2016. - С. 32.
4. Долженко, О.В. Эффективность комбинированного инсектицида Борей Нео на картофеле / О.В. Долженко, М.Н. Шорохов, О.А. Кривченко, В.И. Долженко // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения. Сбор. науч. труд. междунар. науч.-практ. конф. профес.-препод. сост. – СПб., 2017. - С. 50.
5. Долженко, О. В. Микробиологические инсектициды для защиты картофеля / О. В. Долженко, О. А. Кривченко, М. Е. Белоусова, Т. В. Долженко // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения. Сбор. науч. труд. междунар. науч.-практ. конф. профес.-препод. сост. - СПбГАУ. – СПб., 2017. - С. 47-50.
6. Кривченко, О. А. Биологические препараты для защиты картофеля от вредителей / О. А. Кривченко, М. Е. Белоусова // Материалы XII сессии Генеральной Ассамблеи ВПРС МОББ и докладов Международной научной конференции Биологическая защита растений: успехи, проблемы, перспективы - СПб, 2017. - С.179-182.
7. Долженко, О.В. Биологический инсектицид Метаризин для защиты картофеля от проволочников /О.В. Долженко, О.А. Кривченко // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения. Сбор. науч. труд. междунар. науч.-практ. конф. профес.-препод. сост. - СПбГАУ. – СПб., 2018. - С. 122.

8. Кривченко, О.А. Практические аспекты применения биологического препарата Метаризин для защиты картофеля от проволочников / О.А. Кривченко, О.В. Долженко // Материалы Международной научно - практической конференции Биологическая защита растений - основа стабилизации агроэкосистем. Становление и перспективы развития органического земледелия в Российской Федерации - Краснодар, 2018. - С. 239-241.
9. Шорохов, М.Н. Современный ассортимент инсектицидов для защиты картофеля от колорадского жука / М.Н. Шорохов, О.А. Кривченко // Современные технологии и средства защиты растений - платформа для инновационного освоения в АПК России. Сбор. науч. труд. междунар. науч.-практ. конф. - СПб. - 2018. - С.167-169.
10. Долженко, О.В. Применение тефлутрина для защиты картофеля от проволочников / О.В. Долженко, Т.В. Долженко, О.А. Кривченко // Доклады по материалам международной научно-практической конференции "Селекция, семеноводство и технологии возделывания сельскохозяйственных культур". - Тирасполь, 2020. - С.268-270.

Патенты и другая интеллектуальная собственность, имеющая государственную регистрацию

1. Долженко О.В., Гончаров Н.Р., Лаптиев А.Б., Долженко В.И., Кривченко О.А., Буркова Л.А. Свидетельство о государственной регистрации базы данных «Средства защиты картофеля от вредителей», № 2017621096 от 22.09.2017 г.