

На правах рукописи

Долженко Олег Викторович

**ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ
КАРТОФЕЛЯ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ 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
2011

Работа выполнена в ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений Россельхозакадемии.

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Сухорученко Галина Ивановна
Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Лысенко Николай Николаевич
доктор биологических наук
Киру Степан Дмитриевич
Ведущее учреждение: ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха Россельхозакадемии

Защита диссертации состоится " 1 " июля 2011 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета, шифр Д 006.015.01 при Всероссийском научно-исследовательском институте защиты растений по адресу:
196608, Санкт-Петербург, Пушкин, шоссе Подбельского, д. 3.
Факс: (812)4705110
e-mail: vizrspb@mail333.com; web-site: <http://vizrspb.narod.ru>

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений

Автореферат разослан " " мая 2011 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

Г.А. Наседкина

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Картофель - одна из важнейших сельскохозяйственных культур, которая выращивается для пищевых, кормовых, технических целей.

В последние годы отмечается нестабильная урожайность этой культуры. Одной из основных причин низкой урожайности является широкое распространение опасных вредителей, которые причиняют ей ущерб на разных фазах развития и при хранении (Кузнецова, 2007). Наиболее опасными вредителями в большинстве зон картофелеводства являются проволочники (личинки жуков щелкунов сем. *Elateridae*), численность и вредоносность которых в последние годы резко увеличилась (Новожилов, Волгарев, 2007); несколько видов тлей-переносчиков вирусной инфекции (сем. *Aphididae*), представляющих угрозу для семеноводческих хозяйств (Киру и др., 2007); колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say), широко распространившийся в европейской части страны, на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке (Павлюшин и др., 2009). В результате вредной деятельности этих видов потери урожая картофеля в отдельные годы колеблются от 13% до 30%, ухудшается качество клубней и их лежкость в период хранения. Это свидетельствует об актуальности проблемы защиты посадок картофеля от комплекса почвообитающих и повреждающих надземные части растений вредителей в течение вегетационного сезона.

С учетом расширения ареалов и увеличения вредоносности проволочников, колорадского жука и тлей необходимо изучение новых инсектицидов для пополнения ассортимента препаратами, отвечающими требованиям интегрированной защиты растений. При этом крайне важно уделять внимание не только поиску высоко активных в отношении объектов борьбы и менее опасных для человека, теплокровных животных и полезных членистоногих действующих веществ из новых классов химических соединений или природных токсинов, но и совершенствованию их препаративных форм и технологий применения на посадках картофеля, обеспечивающих экологическую безопасность.

Цель и задачи исследований. Целью работы являлось экотоксикологическое обоснование использования новых средств защиты картофеля от вредителей на Северо-Западе Российской Федерации.

В соответствии с указанной целью были поставлены следующие задачи:

- оценить биологическую эффективность новых инсектицидов из разных химических классов в борьбе с вредителями картофеля;
- изучить динамику поведения новых инсектицидов в растениях картофеля и в почве в зависимости от технологии их применения;
- определить действие изучаемых инсектицидов на нецелевую биоту картофельного агробиоценоза;

- разработать регламенты эффективного и экологически безопасного использования инсектицидов для защиты картофеля от комплекса вредных организмов.
- сформировать базу данных по поведению новых инсектицидов в агробиоценозе картофеля для информационной поддержки разрабатываемой второй версии модели Pestload.

Научная новизна. Впервые в РФ на картофеле изучено действие новых инсектицидов из классов неоникотиноидов (Престиж, КС (140 г/л +150 г/л), Нуприд-600, КС (600 г/л), Биская, МД (240 г/л)), пиретроидов (Форс, Г (15 г/кг)), антраниламидов (Кораген, КС (200 г/л)) на комплекс вредителей (проволочников, колорадского жука, тлей). Установлена высокая эффективность этих инсектицидов в отношении вредных объектов при разных способах применения. Определены экотоксикологические параметры поведения препаратов в почве и растениях картофеля, исследовано их влияние на доминантные виды энтомофагов и представителей почвенной биоты картофельного агробиоценоза. На основании экспериментальных данных и компьютерного моделирования получены интегральные показатели степени экологической опасности изученных инсектицидов.

Практическая значимость. Разработаны регламенты эффективного и экологически безопасного применения новых инсектицидов для защиты картофеля от вредителей, что позволило включить их в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ. Доказана экологическая безопасность использования исследованных препаратов при соблюдении разработанных регламентов. Разработан и апробирован метод определения остаточных количеств хлорантранилипрола в картофеле с помощью газожидкостной хроматографии.

Апробация результатов исследований. Материалы по теме диссертационной работы были представлены на Международной научно-практической конференции “Современные средства, методы и технологии защиты растений” (Новосибирск, 2008), на Международном агропромышленном конгрессе “Устойчивое развитие сельских территорий страны и формирование трудового потенциала АПК в XXI веке” (СПб, “Агрорусь”, 2008), на Международном симпозиуме “Защита растений – достижения и перспективы” (Кишинев, 2009), научной конференции ВИЗР “Проблемы защиты растений в условиях современного сельскохозяйственного производства” (СПб, 2009), на конференциях профессорско-преподавательского состава СПбГАУ “Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования” (СПб, 2008, 2010), на конференции молодых ученых и аспирантов “Генетические ресурсы растений и селекции” (СПб, ВИР, 2010), на конференции профессорско-преподавательского состава СПбГАУ “Научное обеспечение развития АПК: проблемы и решения” (СПб, 2011), а также на отчетно-плановой сессии ВИЗР (СПб, 2011).

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 13 работ, в том числе 3 в изданиях, включенных в Перечень ВАК.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 200 страницах машинописного текста, иллюстрирована 38 таблицами и 31 рисунком. Состоит из введения, обзора литературы, четырех разделов, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, включающего 322 источника, в т.ч. 78 на иностранных языках, приложения.

Содержание работы

Введение

Во введении обоснована актуальность расширения ассортимента средств защиты картофеля от вредителей за счет препаратов из новых химических классов и на основе новых действующих веществ с учетом не только их высокой активности в отношении объектов борьбы, но и безопасности в отношении человека, теплокровных животных и полезных членистоногих картофельного агробиоценоза. Сформулирована цель и определены задачи исследований.

1. Основные вредители картофеля в Северо-Западном регионе РФ и современные методы борьбы с ними (обзор литературы)

Проанализированы данные литературы по морфологии, биологии, экологии, распространению и вредоносности проволочников, колорадского жука и тлей, являющихся основными вредителями картофеля в Северо-Западном регионе России. Приведены основные методы борьбы с ними (агротехнический, биологический и химический). Рассмотрены экотоксикологические особенности поведения новых пестицидов из классов неоникотиноидов, антраниламидов и пиретроидов в растениях и почве.

Анализ литературных данных позволил определить актуальное направление исследований, связанное с изучением биологических и экотоксикологических аспектов применения современных инсектицидов для защиты картофеля в Северо-Западном регионе Российской Федерации.

2. Место, материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2007 - 2011 гг. в рамках дипломной работы и аспирантской подготовки на базе лаборатории экотоксикологии ВИЗР. Биологическую и экотоксикологическую оценку новых инсектицидов для защиты семенного и продовольственного картофеля от комплекса вредителей проводили на полях ГП ОПХ “Каложицы” (Ленинградская область, Волосовский район), ГНУ “Ленинградская плодоовощная опытная станция” (Ленинградская область, Гатчинский район), учебного хозяйства СПбГАУ “Пушкинское”, а также на опытном поле ВИЗР.

Изучение динамик остаточных количеств пестицидов проводили в аналитической лаборатории Центра биологической регламентации использования пестицидов ВИЗР и учебно-консультационном центре “Агроэкология пестицидов и агрохимикатов” РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева.

Объектами исследований были основные вредители картофеля в Северо-Западном районе возделывания культуры: блестящий щелкун (*Selatosomus aeneus* L.), полосатый щелкун (*Agriotes lineatus* L.), темный щелкун (*Agriotes obscurus* L.), колорадский картофельный жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say), зеленая персиковая тля (*Myzodes persicae* Sulz.), крушинная тля (*Aphis nasturtii* Kalt.), крушинниковая тля (*Aphis frangulae* Kalt.), большая картофельная тля (*Macrosiphum euphorbiae* Thom.), обыкновенная картофельная тля (*Aulacorthum solani* Kalt.), а также доминантные виды энтомофагов (*Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae), *Chrysopa carnea* Steph. (Neuroptera, Chrysopidae), мухи сем. *Syrphidae* (Diptera), клопы сем. *Anthocoridae* (Hemiptera), перепончатокрылые сем. *Aphidiidae* (Hymenoptera), пауки (*Araneae*)) и представителей почвенной биоты картофельного агробиоценоза из отрядов *Collembola*, *Coleoptera* (сем. *Carabidae*, сем. *Falokoridae*), *Lepidoptera*, *Diptera* и *Thysanoptera*, а также клещей сер. *Oribatei* (п/к *Akari*)).

Материалом для исследований служили следующие препараты: Престиж, КС (140 г/л имидаклоприда+150 г/л пенцикурона); Нуприд-600, КС (600 г/л имидаклоприда); Форс, Г (15 г/кг тефлутрина); Биская, МД (240 г/л тиаклоприда); Кораген, КС (200 г/л хлорантранилипрола).

Оценку биологической эффективности инсектицидов проводили в соответствии с "Методическими указаниями по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве" (2004, 2009).

Наблюдения за изменениями численности основных групп членистоногих картофельного агробиоценоза под влиянием инсектицидов проводили с помощью общепринятых в энтомологии визуальных методов учета и с использованием почвенного эклектора (Осмоловский, 1964; Фасулати, 1971).

Оценку воздействия инсектицидов на нецелевую биоту картофельного агробиоценоза проводили согласно методам оценки экологической безопасности пестицидов при использовании их в интегрированной защите растений (Буров и др., 1995).

Расчет токсической нагрузки инсектицидов проводили с помощью метода, предложенного Ю.Н. Фадеевым (1988).

Отбор образцов для определения остаточных количеств препаратов осуществляли в соответствии с "Унифицированными правилами отбора проб сельскохозяйственной продукции, пищевых продуктов и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов" (1983).

Определение остаточных количеств имидаклоприда, тиаклоприда в клубнях и ботве картофеля, а также тефлутрина в клубнях и почве проводили согласно соответствующим методическим указаниям, утвержденным Роспотребнадзором.

Определение остаточных количеств хлорантранилипрола в клубнях и ботве картофеля проводили согласно методической разработке А.В. Довгилевича, О.В. Долженко, О.И. Рыбаковой (2010).

Интегральную оценку степени экологической опасности инсектицидов осуществляли с использованием комплекса динамических моделей и экотоксикологических индексов (Семенова, 2007; Новожилов и др., 2010).

Статистическая обработка полученных результатов проведена методами дисперсионного и корреляционного анализов по Б.А. Доспехову (1985) с использованием пакета прикладных статистических программ Diana и STATGRAPHICS.

3. Биологическая эффективность и эколого-токсикологические параметры инсектицидов, применяемых против вредителей картофеля в довсходовый период

3.1. Инсектициды на основе имидаклоприда, применяемые способом предпосадочной обработки клубней. Представителям химического класса неоникотиноидов свойственны высокая биологическая активность против широкого спектра вредителей сельскохозяйственных культур (в том числе и картофеля), достаточно низкие нормы расхода, высокое системное и трансламинарное действие в растениях, умеренная стойкость в объектах окружающей среды. Принимая во внимание сложную фитосанитарную обстановку на семенных посадках картофеля в Северо-Западном регионе Российской Федерации, можно считать обоснованной необходимость всестороннего и многопланового изучения инсектицидов из класса неоникотиноидов на основе имидаклоприда для защиты данной культуры от целого комплекса вредителей. Наиболее перспективными из данной группы инсектицидов в плане применения на картофеле являются современный инсектофунгицид Престиж, КС (140 г/л имидаклоприда+150 г/л пенцикурона), обладающий как инсектицидной, так и фунгицидной активностью, а также инсектицид Нуприд-600, КС (600 г/л имидаклоприда), отличающийся тем, что является одним из первых инсектицидов, предназначенных для предпосадочной обработки клубней картофеля в борьбе с целым комплексом вредителей, в составе действующего вещества которого находится только имидаклоприд.

В рамках наших исследований в 2007-2008 гг. проводили оценку биологической эффективности инсектофунгицида Престиж, КС (140 г/л+150 г/л) (табл.1,2), а также определяли динамику разложения остаточных количеств имидаклоприда для установления регламентов применения данного препарата (рис.1-3).

Поставленные задачи по детальному изучению нового инсектофунгицида Престиж, КС (290 г/л) потребовали проведения многопланового сравнительного опыта для уточнения степени влияния данного препарата и аналогичных препаратов из класса неоникотиноидов (Конфидор, СК (350 г/л), Конфидор, ВРК (200 г/л), Конфидор Экстра, ВДГ (700 г/кг)) на фитофагов и энтомофагов картофельного агробиоценоза (табл.2), а также определения скорости разложения действующего вещества в зависимости от способа применения препарата, его препаративной формы и содержания действующего вещества (рис.2,3).

В результате исследований по оценке биологической эффективности инсектофунгицида Престиж, КС (290 г/л), с учетом статистической обработки полученных данных, мы установили, что применение данного препарата способом предпосадочной обработки клубней в норме расхода 1 л/т может обеспечить эффективную защиту картофеля от проволочников (34,7%-100%), колорадского жука (66,7%-100%) и тлей (80,0%-100%) в течение длительного срока без проведения последующих наземных обработок (табл.1,2).

Таблица 1. Биологическая эффективность инсектофунгицида Престиж, КС (290 г/л) в борьбе с колорадским жуком и тлями (предпосадочная обработка клубней, ГП ОПХ “Калозицы”, 2007, сорт Невский)

Вариант опыта	Норма расхода препарата	Вредитель	Биологическая эффективность, % (по суткам после появления всходов)				
			1	13	33	44	57
Престиж, КС (290 г/л)	0,7 л/т	колорадский жук	31,6	72,3	61,0	50,7	53,7
		тли	-	100	100	36,4	43,9
Престиж, КС (290 г/л)	1,0 л/т	колорадский жук	100	66,7	100	100	100
		тли	-	100	80,0	100	100
НСР _{0,01}	-	колорадский жук	7,53	6,48	3,0	1,2	3,53
		тли	-	1,19	9,54	4,34	1,51

Таблица 2. Биологическая эффективность инсектицидов Престиж, КС (290 г/л), Конфидор, СК (350 г/л) (обработка клубней), Конфидор, ВРК (200 г/л) и Конфидор Экстра, ВДГ (700 г/кг) (обработка в период вегетации) в борьбе с тлями на картофеле (опытное поле ВИЗР, 2008, сорт Снегирь)

Вариант опыта	Норма расхода препарата	Биологическая эффективность, % (по суткам после появления всходов)						
		3	9	16	22	29	36	43
Престиж, КС (290 г/л)	1,0	85	36,8	83,7	52,6	23,1	75	75
Конфидор, СК (350 г/л) /эталон/	1,2	74,2	36,8	70,7	17,3	1,9	50	37,5
НСР _{0,01}	-	4,3	7,75	3,27	4,72	6,09	8,34	7,08
		(по суткам после обработки)						
		-	-	3	9	16	23	30
Конфидор, ВРК (200 г/л) /эталон/	0,25	-	-	66,9	30,7	22,4	22,6	20,8
Конфидор Экстра, ВДГ (700 г/кг) /эталон/	0,125	-	-	65,2	18,8	14,1	25,3	10,1
НСР _{0,01}	-	-	-	9,34	8,03	9,81	1,07	8,3

Результаты исследований 2007-2008 гг. по изучению динамики разложения имидаклоприда позволяют говорить о том, что высокое содержание данного вещества в ботве картофеля в варианте с применением инсектофунгицида Престиж, КС (290 г/л) способствует сохранению длительного защитного эффекта данного препарата против комплекса наземных вредителей. В то же время снижение содержания имидаклоприда в клубнях картофеля в варианте с

применением инсектофунгицида Престиж, КС (290 г/л) ниже уровня МДУ (0,05 мг/кг) лишь к 73-82 суткам после обработки свидетельствует о сохранении длительного защитного эффекта против проволочников и в то же время об экологической безопасности конечного продукта и его соответствии гигиеническим нормативам ГН 1.2.2701-10 (рис.1-3).

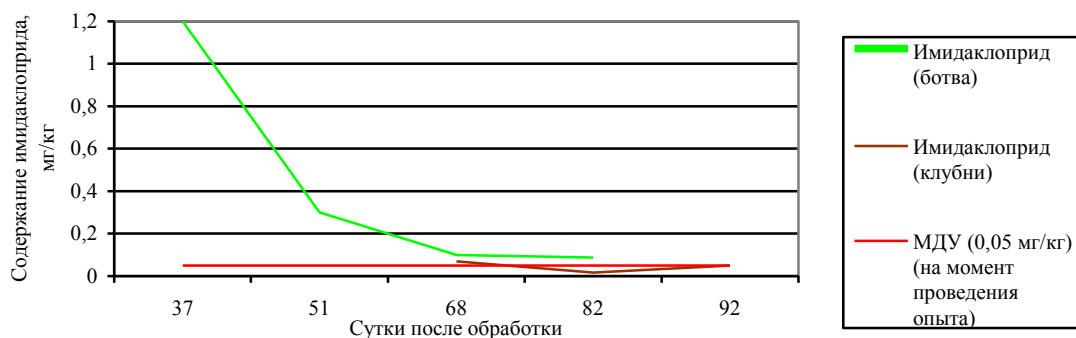


Рис. 1. Динамика разложения имidakлоприда в ботве и клубнях картофеля при применении инсектофунгицида Престиж, КС (290 г/л) (ГП ОПХ "Каложицы", 2007).

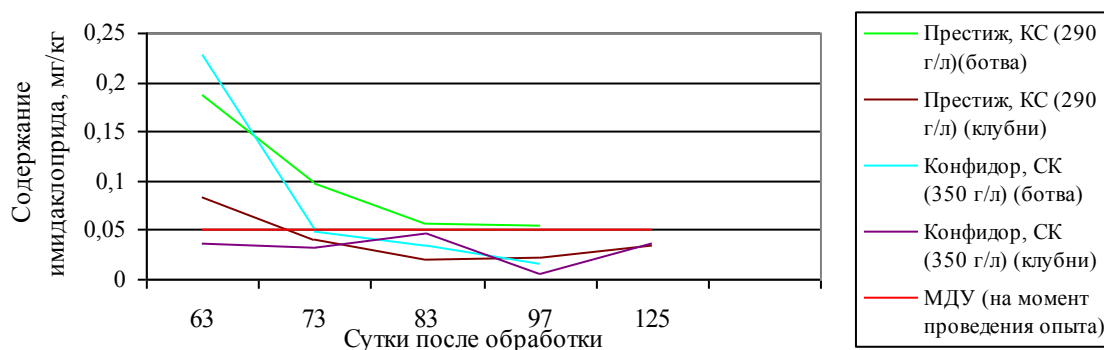


Рис. 2. Сравнительная динамика разложения имidakлоприда в ботве и клубнях картофеля (Престиж, КС (290 г/л), Конфидор, СК (350 г/л); предпосадочная обработка клубней, опытное поле ВИЗР, 2008)

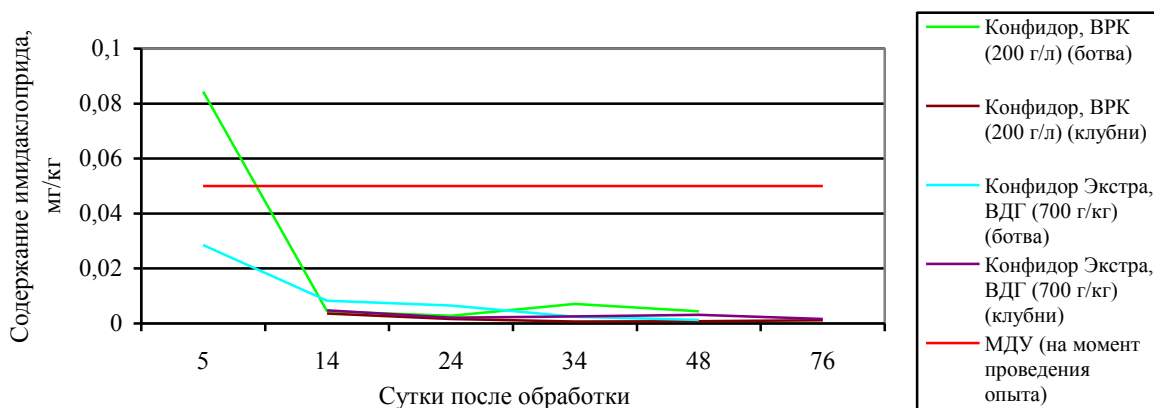


Рис. 3. Сравнительная динамика разложения имidakлоприда в ботве и клубнях картофеля (Конфидор, ВРК (200 г/л), Конфидор Экстра, ВДГ (700 г/кг); обработка в период вегетации, опытное поле ВИЗР, 2008)

Анализ полученных данных по оценке изменения численности представителей почвенной биоты и энтомофагов картофельного агробиоценоза под влиянием инсектофунгицида Престиж, КС (290 г/л) показал, что данный препарат обладает слабой токсичностью, как в отношении энтомофагов (рис.4), так и в отношении представителей почвенной биоты.

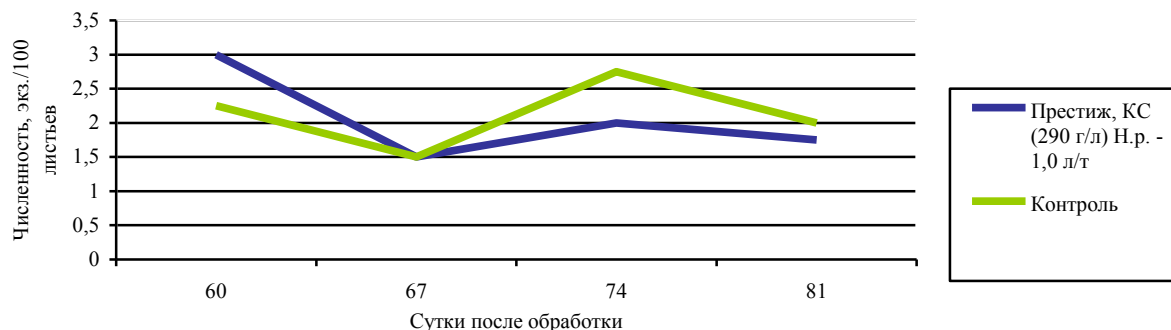


Рис. 4. Изменение численности энтомофагов при применении инсектофунгицида Престиж, КС (290 г/л) ($НСР_{0,01}$ 2,78; 1,51; 2,78; 3,71 по суткам учетов соответственно) (опытное поле ВИЗР, 2008)

В 2009 г. проводили ряд экспериментов для установления регламентов применения инсектицида Нуприд-600, КС (600 г/л) (табл.3). Наши исследования были продиктованы необходимостью включения данного инсектицида в систему защиты картофеля от вредителей для возможности применения его наравне с инсектофунгицидом Престиж, КС (290 г/л) в годы с низкой пораженностью картофеля ризоктониозом, когда применение комбинированных препаратов с высокой фунгицидной активностью нецелесообразно.

Было установлено, что применение инсектицида Нуприд-600, КС (600 г/л) способом предпосадочной обработки клубней в норме расхода 0,3 л/т обеспечивает эффективную защиту картофеля от проволочников (65,0%-100%), колорадского жука (85,7%-100%) и тлей (95,5%-100%) в течение длительного периода времени (табл.3).

Таблица 3. Биологическая эффективность инсектицида Нуприд-600, КС (600 г/л) в борьбе с колорадским жуком и тлями на картофеле (предпосадочная обработка клубней, ГНУ ЛПООС, 2009, сорт Невский)

Вариант опыта	Норма расхода препарата, л/т	Вредитель	Биологическая эффективность, % (по суткам после появления всходов)			
			39	43	50	57
Нуприд-600, КС (600 г/л)	0,15	колорадский жук	63,1	81,3	88,4	100
		тли	96,4	95,5	100	100
Нуприд-600, КС (600 г/л)	0,25	колорадский жук	50,0	93,8	88,4	90,0
		тли	100	95,5	100	100
Нуприд-600, КС (600 г/л)	0,3	колорадский жук	85,7	96,9	94,2	100
		тли	100	95,5	100	100
$НСР_{0,01}$	-	колорадский жук	9,25	5,15	4,93	4,67
		тли	7,74	2,05	1,64	0

3.2. Инсектицид на основе тефлутрина, применяемый способом обработки дна борозды. За последние 10 лет в Северо-Западном регионе РФ отмечено нарастание численности и вредоносности личинок жуков-щелкунов (проволочников) (Новожилов и др., 2007). По вредоносности на картофеле среди почвообитающих вредителей проволочники занимают первое место. Сложность борьбы с проволочниками заключается в необходимости внесения инсектицидов в почву, которая обладает высокой поглотительной способностью (Захарченко и др., 1972). В связи с этим наиболее эффективным способом борьбы с данным вредителем является внесение гранулированных препаратов (Kalmoukos и др., 1994). К перспективной группе инсектицидов в борьбе с проволочниками относят пиретроиды с отличными от представителей данной химической группы механизмами действия в почве, основанными на высокой активности газовой фазы действующего вещества. Единственным представителем этой группы на данный момент является новый инсектицид Форс, Г (15 г/кг тефлутрина).

В рамках исследований в 2008-2009 гг. проводили оценку биологической эффективности инсектицида Форс, Г (15 г/кг), а также определяли динамику разложения остаточных количеств тефлутрина в клубнях и в почве для установления регламентов применения данного препарата.

Результаты проведенных исследований показали, что применение инсектицида Форс, Г (15 г/кг) в норме расхода 15 кг/га способом обработки дна борозды в момент посадки картофеля с последующей её заделкой может обеспечить эффективную защиту картофеля в годы с достаточно высокой численностью проволочников (табл.4). В тоже время, в годы с низкой численностью данного вредителя возможно применение препарата Форс, Г (15 г/кг) в норме расхода 10 кг/га (табл.4). Следует отметить, что включение данного инсектицида класса пиретроидов в систему защиты картофеля от проволочников позволит “затормозить” развитие резистентности к широко используемым на данный момент инсектицидам класса неоникотиноидов (Престиж, КС (290 г/л), Актара, ВДГ (250 г/кг), Круйзер, КС (350 г/л)).

Таблица 4. Биологическая эффективность инсектицида Форс, Г (15 г/кг) в борьбе с проволочниками (обработка дна борозды, опытное поле ВИЗР, учхоз СПбГАУ “Пушкинское”, 2008-2009 гг., сорта Холмогорский, Снегирь)

Препарат	Норма расхода	Год	Снижение поврежденности клубней, %			
			слабо	средне	сильно	общее
Форс, Г (15 г/кг)	10 кг/га	2008	22,8	28	48,1	35,7
		2009	73,5	100	-	78,6
	15 кг/га	2008	25,0	30	79,2	50,9
		2009	76,4	100	-	81,0

Результаты исследований по динамике разложения тефлутрина в приклубневом слое почвы позволяют сделать вывод о высокой активности газовой фазы препарата Форс, Г (15 г/кг) вплоть до уборки урожая (0,033 мг/кг), что говорит о качественном защитном эффекте данного препарата от проволочников. В наших исследованиях 2008-2009 гг. по изучению динамики разложения тефлутрина в клубнях картофеля, остаточные количества данного действующего вещества во всех пробах отсутствовали (в рамках предела обнаружения), что позволяет утверждать об экологической безопасности продукта и его соответствии гигиеническим нормативам ГН 1.2.2701-10.

Проведенная в вегетационный сезон 2009 г. оценка изменения численности представителей почвенной биоты под влиянием инсектицида Форс, Г (15 г/кг) позволяет говорить о том, что данный препарат обладает слабой токсичностью по отношению к почвенной биоте (рис.5).

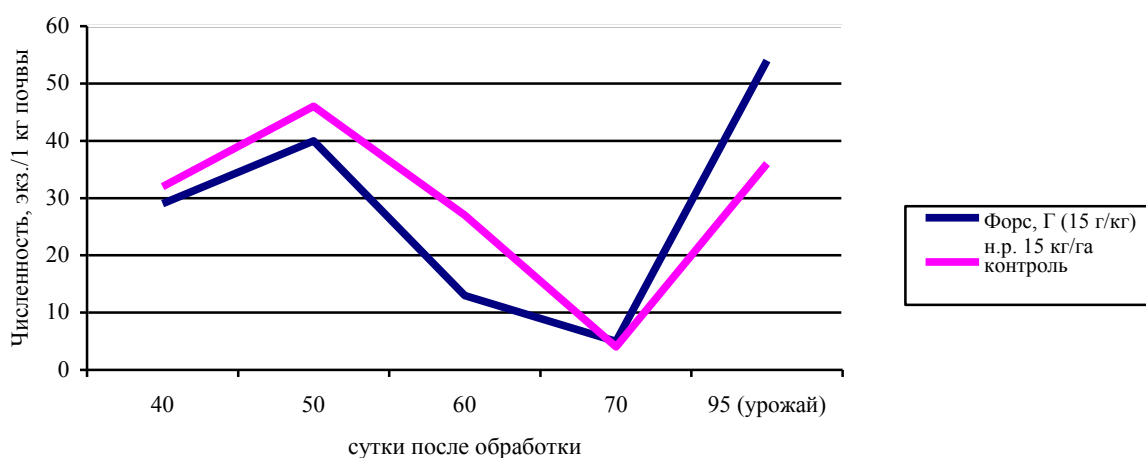


Рис. 5. Изменение численности представителей почвенной биоты при применении инсектицида Форс, Г(15 г/кг) (Учхоз “Пушкинское”, 2009)

4. Биологическая эффективность и эколого-токсикологические параметры инсектицидов, применяемых против вредителей картофеля в период вегетации

4.1. Инсектициды на основе тиаклоприда и хлорантранилипрола, применяемые способом обработки в период вегетации. Разработка и появление препаратов 3 поколения неоникотиноидов для применения на картофеле против сосущих и грызущих наземных вредителей обозначили новые рамки наших исследований. На данный момент единственным инсектицидом 3 поколения неоникотиноидов на основе тиаклоприда, предназначенным сугубо для защиты картофеля, является препарат Биская, МД (240 г/л). Это обстоятельство потребовало детального многопланового изучения влияния указанного инсектицида на численность фитофагов и энтомофагов картофельного агробиоценоза, а также определения динамики деградации тиаклоприда в конечном продукте.

На основании результатов, полученных в 2009-2010 гг., а также на основании статистической обработки полученных данных можно сделать вывод, что применение инсектицида Биская, МД (240 г/л) способом обработки

в период вегетации в норме расхода 0,2 л/га обеспечивает эффективную защиту картофеля от колорадского жука и тлей (табл.5).

Таблица 5. Биологическая эффективность инсектицида Бискай, МД (240 г/л) в борьбе с колорадским жуком и тлями (обработка в период вегетации, ГНУ ЛПОС, 2009-2010 гг., сорт Невский)

Препарат	Норма расхода, л/га	Вредитель	Год	Биологическая эффективность, % (по суткам учетов после обработки)			
				3	7	14	21
Бискай, МД (240 г/л)	0,2	колорадский жук	2009	98,6	100	100	100
			2010	95,3	100	100	100
		тли	2009	91,5	100	100	100
			2010	92,9	100	100	-
	0,3	колорадский жук	2009	99,5	100	100	100
			2010	98,1	100	100	100
		тли	2009	97,1	100	100	100
			2010	100	100	100	-

Учитывая результаты исследований по динамике разложения тиаклоприда, представляется возможным сделать вывод об экологической безопасности клубней картофеля в связи с отсутствием в них остаточных количеств тиаклоприда (в рамках предела обнаружения). Достаточно высокое содержание тиаклоприда в ботве картофеля подтверждает результаты наших исследований по оценке биологической эффективности инсектицида Бискай, МД (240 г/л), что говорит о качественном защитном эффекте этого инсектицида от комплекса наземных вредителей картофеля.

Анализ полученных данных по оценке изменения численности энтомофагов картофельного агробиоценоза под влиянием инсектицида Бискай, МД (240 г/л) позволяет сделать вывод об умеренной опасности данного препарата в отношении энтомофагов.

Стоит отметить, что включение инсектицида Бискай, МД (240 г/л) на основе такого действующего вещества, как тиаклоприд из класса неоникотиноидов в систему защиты картофеля от наземных вредителей позволит расширить ассортимент препаратов данного химического класса на этой культуре и, таким образом, снизить риск возникновения резистентности к широко используемым в настоящее время инсектицидам на основе тиаметоксама и имидаклоприда (Конфидор, ВРК (200 г/л), Конфидор Экстра, ВДГ (700 г/кг), Престиж, КС (290 г/л), Актара, ВДГ (250 г/кг), Круйзер, КС (350 г/л)).

К одной из наиболее перспективных групп инсектицидов против колорадского картофельного жука относят антраниламины с отличными от фосфорорганических инсектицидов, пиретроидов и неоникотиноидов механизмами действия. Необходимо отметить важность и своевременность изучения влияния представителя этой группы - инсектицида Кораген, КС (200 г/л хлорантранилипрола) на численность и вредоносность фитофагов, а также изучение динамики разложения хлорантранилипрола для включения данного

препарата в систему защиты картофеля от колорадского жука с целью снижения риска развития резистентности к используемым в настоящее время инсектицидам класса неоникотиноидов (Престиж, КС (290 г/л), Актара, ВДГ (250 г/кг), Круйзер, КС (350 г/л)).

На основании результатов исследований по оценке биологической эффективности инсектицида Кораген, КС (200 г/л), а также на основании статистической обработки полученных данных представляется возможным сделать вывод о том, что применение данного препарата способом обработки посадок в период вегетации в норме расхода 0,04 л/га может обеспечить высокий и продолжительный эффект защиты картофеля от колорадского жука, а также снизить риск возникновения резистентных популяций вредителя к инсектицидам класса неоникотиноидов (табл.6).

Таблица 6. Биологическая эффективность инсектицида Кораген, КС (200 г/л) в борьбе с колорадским жуком (обработка в период вегетации, опытное поле ВИЗР, ГНУ ЛПОС, 2008-2009 гг., сорта Сантэ, Невский)

Препарат	Норма расхода, л/га	Год	Биологическая эффективность, % (по суткам учетов после обработки)				
			3	7	14	21	28
Кораген, КС (200 г/л)	0,04	2008	68,8	86,1	75,0	95,2	92,5
		2009	80,2	92,5	92,1	100	-
	0,05	2008	49,9	81,6	100	100	83,6
		2009	84,7	95,8	100	100	-

К сожалению, в отечественной и зарубежной научной литературе по деградации и трансформации пестицидов отсутствует информация по хлорантранилипролу, что связано с абсолютной новизной данного вещества. Исходя из этого, нами совместно с сотрудниками учебно-консультационного центра “Агроэкология пестицидов и агрохимикатов” РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева был разработан и апробирован метод определения остаточных количеств хлорантранилипрола в картофеле (Довгилевич А.В., Долженко О.В., Рыбакова О.И., 2010).

Результаты исследований 2008-2009 гг. по динамике разложения хлорантранилипрола позволяют сделать вывод о том, что высокое содержание данного действующего вещества в ботве картофеля (рис.6) определяет качественный защитный эффект данного препарата от колорадского жука. В свою очередь, отсутствие хлорантранилипрола в клубнях картофеля (в рамках предела обнаружения) говорит об экологической безопасности конечного продукта и его соответствии гигиеническим нормативам ГН 1.2.2701-10.

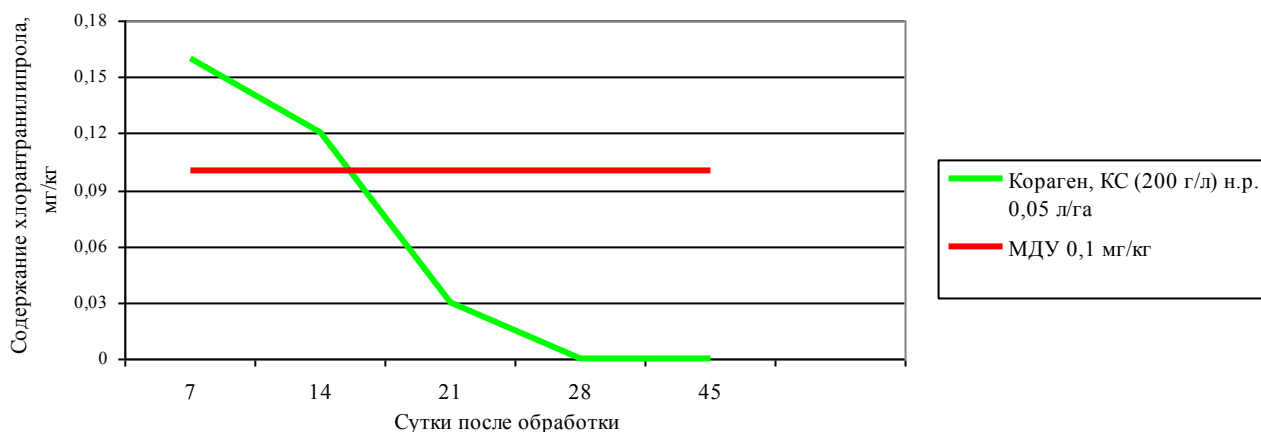


Рис. 6. Динамика разложения хлорантранилипрола в ботве картофеля при применении инсектицида Кораген, КС (200 г/л) (н.р. 0,05 л/га) (опытное поле ВИЗР, 2008)

5. Экологическая безопасность изученных инсектицидов при их применении для защиты картофеля от комплекса вредителей

Исходя из того, что в результате наших исследований ассортимент инсектицидов в борьбе с вредителями картофеля пополнился рядом новых эффективных препаратов из химических классов неоникотиноидов, пиретроидов и антраниламидов, применяемых разными способами, важно было оценить степень их экологической опасности не только по отдельным показателям, полученным в ходе экспериментов, но и по интегральному показателю отклика ряда компонентов агробиоценоза и теплокровных на их воздействие, используя соответствующие динамические модели разного иерархического уровня и ряд экотоксикологических индексов (Новожилов и др., 2004; Семенова, 2007).

5.1. Оценка поведения инсектицидов в растениях картофеля. Для получения количественных характеристик скорости разложения инсектицидов в растениях картофеля использовали модель кинетики первого порядка.

Анализ данных по динамике разложения препаратов имидаклоприда в ботве картофеля, полученных в выровненных условиях опыта 2008 г. (на одном опытном участке, одном сорте, в одни сроки посадки и при одной и той же технологии возделывания), но при разных способах внесения, показал, что скорость разложения имидаклоприда существенно зависит от их препаративной формы, содержания действующего вещества и наличия токсиканта другого фитосанитарного назначения. Так при применении инсектицидов способом предпосадочной обработки клубней инсектицид Конфидор, СК (350 г/л) разлагался в 2,4 раза быстрее, чем инсектицид Престиж, КС (290 г/л), а при опрыскивании растений – инсектицид Конфидор, ВРК (200 г/л) в 1,3 быстрее, чем инсектицид Конфидор, ВДГ (700 г/кг) (табл.7).

Таблица 7. Скорости разложения инсектицидов в ботве и клубнях картофеля, рассчитанные с использованием модели $C(t)=C_0 \exp(-kt)$ (ВИЗР, 2008, Снегирь)

Препарат	Часть растения	k скорость разложения (1/сут.)	$T_{50}=0.693/k$ период полураспада (сут.)	R^2 коэффициент детерминации
Динамика разложения имидаклоприда, предпосадочная обработка клубней, (63≤t≤125)				
Престиж, КС (290 г/л)	ботва	0.052	13.3	0.96
	клубни	0.039	17.77	0.55
Конфидор, СК (350 г/л)	ботва	0.132	5.3	0.95
	клубни	0.004	173.3	0.03
Динамика разложения имидаклоприда, обработка в период вегетации, (7≤t≤68)				
Конфидор, ВРК (200 г/л)	ботва	0.216	3.2	0.98
	клубни	0.015	46.2	0.50
КонфидорЭкстра, ВДГ (700 г/кг)	ботва	0.079	8.8	0.98
	клубни	0.062	11.2	0.97

5.2. Оценка поведения инсектицида Форс, Г (15 г/кг) в почве. Для оценки экологической опасности инсектицида Форс, Г (15 г/кг) с помощью математической модели Pestins 3 провели компьютерный эксперимент, в котором изучали поведение данного инсектицида в наиболее распространенных в Северо-Западном регионе дерново-подзолистых почвах, отличающихся механическим составом, кислотностью и содержанием гумуса в пахотном горизонте, при двух отличающихся по погодным условиям сценариях. Полученные данные показали, что содержание тефлутрина в верхних слоях почвы мало варьирует в зависимости как от механического состава почв, так и от условий года (табл.8).

Таблица 8. Содержание тефлутрина (Форс, Г(15 г/кг)) в дерново-подзолистых почвах при контрастных по влажности условиях года (модель PESTINS 3)

Механический состав почвы	Условия года по влажности	Максимальная концентрация тефлутрина	Характер перераспределения тефлутрина в почве по суткам после обработки				
			40	50	60	70	87
среднесуглинистая (ГП ОПХ “Каложицы”, Волосовский р-н)	влажный	мг/кг	0,078	0,067	0,057	0,048	0,036
		% *	0,5	1,1	1,1	1,3	1,6
	сухой	мг/кг	0,079	0,068	0,058	0,049	0,037
		% *	0	0	0	0	0
супесчаная (ОПС АФИ “Меньково”, Гатчинский р-н)	влажный	мг/кг	0,095	0,083	0,071	0,061	0,049
		% *	12,5	13,4	15,4	17,5	20,4
	сухой	мг/кг	0,099	0,087	0,077	0,068	0,055
		% *	1,9	2,2	3,0	3,2	4,3
легкосуглинистая (ОП ВИЗР, Пушкинский р-н)	влажный	мг/кг	0,092	0,077	0,064	0,055	0,041
		% *	0,9	1,7	1,9	2,1	2,8
	сухой	мг/кг	0,093	0,078	0,066	0,056	0,042
		% *	0,04	0,09	0,11	0,20	0,26

* - показатель перераспределения по почвенному профилю: процент от общего содержания тефлутрина в данный момент к его количеству, проникшему глубже 10 см

Установлено также, что длительное сохранение тефлутрина в верхних слоях почвы, обусловлено его высокой сорбцией твердой фазой почвы и медленным разложением, что обеспечивает защиту клубней от проволочников от момента их образования до уборки урожая.

5.3. Интегральная оценка экологической опасности инсектицидов в системе почва-растение–членистоногие определялась на основании индексов, имеющих интервальное распределение и полученных из динамических детерминированных моделей PESTINS 3 и PESTINL. Далее индексы переводились в балльные шкалы с размахом от 1 до 4 баллов, и чем больше был индекс, тем менее опасен инсектицид.

Индексы экологической опасности инсектицидов определяли для следующих компонентов картофельного агробиоценоза: почвы, энтомофагов и почвенной биоты, растений картофеля, а также для теплостойких.

Интегральный индекс экологической опасности изученных инсектицидов (InI) рассчитывали путем суммирования полученных индексов для каждого блока взаимодействия (почва, растение, членистоногие, теплостойкие). Полученные значения интегральных индексов свидетельствуют о том, что при разработанных регламентах применения инсектициды Престиж, КС (290 г/л), Бискайя, МД (240 г/л) и Кораген, КС (200 г/л) относятся к разряду экологически неопасных токсикантов (табл.9). Инсектицид Форс, Г (15 г/кг) по показателю токсической нагрузки (IT) относится к категории опасных, но по остальным показателям (IS, IP, IF) - к неопасным соединениям, в связи с чем по интегральному индексу мы отнесли его к малоопасным соединениям.

Таблица 9. Интегральный индекс экологической опасности (InI) инсектицидов в системе почва-растение-энтомофаги

Препарат	Действующее вещество	Суммарные индексы для отдельных компонентов				Интегральный индекс InI
		IS*	IP**	IF***	IT****	
Престиж, КС (290 г/л)	имидаклоприд	12	8	8	4	32
Бискайя, МД (240 г/л)	тиаклоприд	12	8	8	4	32
Кораген, КС (200 г/л)	хлорантранилипрол	12	8	8	4	32
Форс, Г (15 г/кг)	тефлутрин	12	8	8	1	29

*- суммарный индекс опасности инсектицидов для почвы

** - суммарный индекс накопления инсектицидов в растениях

***- суммарный индекс опасности инсектицидов для членистоногих

****- суммарный индекс токсической нагрузки

Выводы

1. В условиях Северо-Западного региона высокую биологическую эффективность на картофеле обеспечивает предпосадочная обработка клубней новым инсектофунгицидом Престиж, КС (140 г/л+150 г/л) в борьбе с проволочниками (34,7%-100%), колорадским жуком (66,7%-100%) и тлями (80,0%-100%); предпосадочная обработка клубней инсектицидом Нуприд-600, КС (600 г/л) в борьбе с проволочниками (65,0%-100%), колорадским жуком (85,7%-100%) и тлями (95,5%-100%); внесение в дно борозды при посадке картофеля нового инсектицида Форс, Г (15 г/кг) в борьбе с проволочниками (25,0%-100%); обработка в период вегетации такими препаратами, как Биская, МД (240 г/л) в борьбе с колорадским жуком (95,3%-100%) и тлями (91,5%-100%), и Кораген, КС (200 г/л) в борьбе с колорадским жуком (68,8%-100%).

2. Разработаны регламенты эффективного и экологически безопасного применения новых инсектицидов для защиты картофеля от основных вредителей в Северо-Западном регионе: в довсходовый период способом предпосадочной обработки клубней инсектицидами Престиж, КС (140 г/л+150 г/л) - 1,0 л/т и Нуприд-600, КС (600 г/л) - 0,3 л/т, способом внесения в дно борозды при посадке клубней инсектицида Форс, Г (15 г/кг) - 10-15 кг/га; в период вегетации при опрыскивании растений инсектицидами Кораген, КС (200 г/л) - 0,04 л/га и Биская, МД (240 г/л) - 0,2 л/га.

3. Изучение поведения инсектицидов, примененных в довсходовый период, в основных компонентах картофельного агробиоценоза показало, что содержание имидаклоприда в ботве картофеля на уровне 0,055 мг/кг - 10,1 мг/кг в течение 82-97 суток и в клубнях на уровне 0,016 мг/кг - 0,083 мг/кг в течение 92-125 суток обеспечивает длительный защитный эффект инсектофунгицида Престиж, КС (290 г/л). К моменту уборки урожая токсикант определялся в клубнях в количествах значительно ниже МДУ. Инсектицид Форс, Г (15 г/кг), применяемый способом внесения в почву при посадке картофеля, защищает клубни от повреждения проволочниками благодаря сохранению тефлутрина в почве в количестве 0,033 - 0,071 мг/кг на протяжении всего периода вегетации. Отсутствие имидаклоприда и тефлутрина в клубнях при уборке урожая свидетельствует о том, что получаемая продукция полностью соответствует санитарно-гигиеническим нормативам ГН 1.2.2701-10.

4. Применение инсектицидов Биская, МД (240 г/л) и Кораген, КС (200 г/л) на картофеле в период вегетации в рекомендуемых нормах расхода обеспечивает высокий защитный эффект от вредителей в течение 20 суток после обработки за счет достаточно высокого содержания токсикантов в ботве. Экологическая безопасность конечного продукта и его соответствие гигиеническим нормативам ГН 1.2.2701-10 обеспечиваются тем, что токсиканты не обнаруживаются в клубнях на протяжении всего учетного периода.

5. При установленных регламентах применения инсектициды Престиж, КС (290 г/л), Биская, МД (240 г/л) и Форс, Г (15 г/кг) обладают слабой

токсичностью по отношению к полезным членистоногим агробиоценоза картофеля, так как не оказывают существенного влияния на численность таких доминантных видов энтомофагов как *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae), *Chrysopa carnea* Steph. (Neuroptera, Chrysopidae), мух сем. Syrphidae (Diptera), клопов сем. Anthocoridae (Hemiptera), перепончатокрылых сем. Aphidiidae (Hymenoptera), пауков (Araneae), а также представителей почвенной биоты из отрядов Collembola, Coleoptera (сем. Carabidae, сем. Falokoridae), Lepidoptera, Diptera и Thysanoptera, а также клещей сер. Oribatei (п/к Akari).

6. Оценка степени экологической опасности инсектицида Форс, Г (15 г/кг) с использованием модели Pestins 3 не выявила существенных различий в поведении тефлутрина в типичных для Северо-Западного региона дерново-подзолистых почвах. Для тефлутрина характерна слабая миграция по почвенному профилю и локализация в слое до 15 см. Опасность миграции тефлутрина в грунтовые воды и смежные территории маловероятна.

7. Интегральные индексы степени экологической опасности новых препаратов, установленные по результатам взаимодействия инсектицидов с основными компонентами картофельного агробиоценоза (почвой, растениями, полезной биотой) с использованием динамических моделей и экотоксикологических показателей свидетельствуют о том, что при разработанных регламентах применения все препараты относятся к разряду экологически безопасных.

8. Полученные экспериментальные и расчетные данные внесены в информационную базу для поддержки системы детерминированных моделей Pestload Версия 02, разрабатываемой в ВИЗР, применительно к агробиоценозу картофеля в Северо-Западном регионе РФ.

Практические рекомендации

Для обеспечения эффективной и экологически безопасной защиты картофеля от основных вредителей в Северо-Западном регионе рекомендуем следующие регламенты применения новых инсектицидов:

- способом предпосадочной обработки клубней картофеля для борьбы с проволочниками, тлями и колорадским жуком - Престиж, КС (140г/л+150г/л) в норме расхода 1,0 л/т и Нуприд-600, КС (600 г/л) в норме расхода 0,3 л /т;

- способом внесения в дно борозды при посадке картофеля для борьбы с проволочниками - Форс, Г (15 г /кг) - в нормах расхода 10 - 15 кг/га;

- способом опрыскивания растений картофеля в период вегетации для борьбы с колорадским жуком - Кораген, КС (200 г/л) в норме расхода 0,04 л/га; для борьбы с колорадским жуком и тлями - Биская, МД (240 г/л) в норме расхода 0,2 л/га.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. **Долженко, О.В.** Биологическое обоснование использования имидаклоприда для защиты картофеля от вредителей / О.В. Долженко // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2008. - №9. – С.39-43.
2. Довгилевич, А.В. Определение остаточных количеств хлорантранил-ипрола (инсектицид Кораген) в ботве и клубнях картофеля / А.В. Довгилевич, **О.В. Долженко**, О.И. Рыбакова // Вестник защиты растений. - 2010. - №4. – С.67-70.
3. **Долженко, О.В.** Биологическая эффективность инсектицида Биска на картофеле / О.В. Долженко // Защита и карантин растений. – 2011. - №1. – С.32-33.
4. **Долженко, О.В.** Новые средства и технологии защиты картофеля от вредных членистоногих в Северо-Западном регионе РФ / О.В. Долженко // Материалы международной научно-практической конференции “Современные средства, методы и технологии защиты растений” Новосибирск, 10-11 июля 2008 г. – Новосибирск. - 2008. – С. 63-67.
5. **Долженко, О.В.** Новые инсектициды для защиты картофеля от комплекса вредных членистоногих в Ленинградской области / О.В. Долженко // Тезисы конференций и семинаров Международного агропромышленного конгресса “Устойчивое развитие сельских территорий страны и формирование трудового потенциала АПК в XXI веке” август 2008 г. – СПб. - 2008. – С.30.
6. **Долженко, О.В.** Эффективная технология применения препарата престиж для защиты картофеля от комплекса вредителей в Северо-Западном регионе / О.В. Долженко, Г.П. Иванова, Е.Б. Белых // Прогрессивные технологии применения химических средств защиты растений с целью упреждения и ликвидации вредных организмов – СПб. - 2008. – С. 3-8.
7. Кудашов, А.А. Новый инсектофунгицид Престиж в борьбе с колорадским жуком на картофеле в Ленинградской области / А.А. Кудашов, **О.В. Долженко** // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. – СПб. - 2008. – С. 74-77.
8. Васильева, Т.И. Тли-переносчики вирусных заболеваний картофеля / Т.И. Васильева, В.М. Глез, **О.В. Долженко** // Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. – СПб. - 2009. – С. 126-129.
9. Воблов, А.П. Проволочники и ложнопроволочники / А.П. Воблов, О.К. Кузьмина, **О.В. Долженко** // Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. – СПб. - 2009. – С. 63-66.
10. **Долженко, О.В.** Биологическая эффективность инсектицида Форс, Г (15 г/кг) в борьбе с проволочниками на картофеле в Северо-Западном регионе /

О.В. Долженко // Проблемы защиты растений в условиях современного сельскохозяйственного производства. Материалы научной конференции. ВИЗР, СПб. - 2009. – С. 49-51.

11. **Долженко, О.В.** Применение хлорантранилипрола для защиты картофеля от колорадского жука / О.В. Долженко // Материалы докладов Международного симпозиума “Защита растений – достижения и перспективы” Кишинев, 19-22 октября 2009 года. (Информационный бюллетень ВПРС МОББ №40). – Кишинев. - 2009. – С. 247-249.
12. **Долженко, О.В.** Биологическая эффективность и регламенты применения имидаклоприда на картофеле / О.В. Долженко // Материалы конференции молодых ученых и аспирантов “Генетические ресурсы растений и селекции” СПб, 15-16 марта 2010. – СПб. - 2010. – С. 104-111.
13. Герасимова, А.В. Перспективный и экономичный прием использования инсектофунгицида престиж для защиты картофеля от комплекса болезней и вредителей в Северо-Западном регионе / А.В. Герасимова, **О.В. Долженко**, Л.Д. Гришечкина, Г.И. Сухорученко // Прогрессивные технологии применения средств защиты растений с целью упреждения и ликвидации вредных организмов, вызывающих чрезвычайные ситуации. – СПб. - 2010. – С. 3-14.