

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ФИТОПАТОЛОГИИ**

На правах рукописи

ДЕРЕНКО ТАТЬЯНА АЛЕКСАНДРОВНА

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТРАТЕГИИ
ПРИМЕНЕНИЯ ФУНГИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ
ФИТОФТОРОЗА И АЛЬТЕРНАРИОЗА**

Специальность 06.01.07 – Защита растений

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва – 2014 г

Диссертационная работа выполнена в лаборатории болезней картофеля и овощных культур ГНУ Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии Россельхозакадемии.

Научный руководитель: кандидат биологических наук,
заведующая лабораторией болезней
картофеля и овощных культур ГНУ
Всероссийского научно-исследовательского
института фитопатологии
Кузнецова Мария Алексеевна

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
заведующий отделом защиты растений
главного ботанического сада имени
Н.В. Цицина РАН
Ткаченко Олег Борисович

кандидат биологических наук,
ведущий научный сотрудник ГНУ
ВНИИКХ им. А.Г. Лорха
Деревягина Марина Константиновна

Ведущая организация: **Московский Государственный
Университет им. М.В. Ломоносова**

Защита состоится «___» _____ 2015 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 220.043.04. при ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» по адресу: 127550, г. Москва, ул. Прянишникова д.19, (тел./факс 8-499-976-17-14), dissovet@timacad.ru

С диссертацией можно ознакомиться в ЦНБ имени Н.И. Железнова и на сайте университета ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева»: www.timacad.ru

Приглашаем Вас принять участие в работе совета или прислать свой отзыв в двух экземплярах, заверенных гербовой печатью, по адресу, указанному выше.

Автореферат разослан «___» _____ 20 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Смирнов Алексей Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Картофель является одним из стратегических продуктов для России и заслуженно носит название «второго хлеба». Эта культура является важным продуктом питания для человека, источником кормового рациона животных, а также используется в качестве технического сырья для многих видов промышленности.

По объемам производства картофеля Россия занимает третье место в мире (после Китая и Индии) (FAOSTAT, 2011). В течение последних 5-10 лет возделывание его в России стало более интенсивным. Однако, несмотря на динамичный рост интенсивности производства, урожайность в РФ остается пока весьма низкой - 15 т/га, по сравнению с ведущими в этой области странами - США, Великобританией, Нидерландами, Германией, где показатели урожайности культуры достигают 44 – 48 т/га.

Одной из причин снижения продуктивности картофеля и его качества, являются потери урожая, вызванные поражением растений многочисленными болезнями. В РФ наиболее вредоносными болезнями являются фитофтороз и альтернариоз. Появление в последние годы более агрессивных штаммов патогена *Phytophthora infestans* привело к сокращению инфекционного цикла и более раннему и быстрому развитию эпифитотий (Flier, 2002). В некоторых российских регионах первые симптомы фитофтороза отмечаются уже на фазе всходов. Россия ежегодно теряет от фитофтороза картофеля в среднем около 4 млн.т. В годы эпифитотий потери урожая от фитофтороза могут достигать 70%, от альтернариоза 30% (Филиппов, 2012).

В настоящее время, среди мероприятий, направленных на сокращение потерь урожая картофеля от фитофтороза и альтернариоза, основными являются химический метод защиты и возделывание устойчивых сортов.

Выращивание устойчивых сортов дает возможность существенно сократить применение фунгицидов. Однако, как известно, устойчивость их к фитофторозу, обычно, недолговечна. Основная причина – высокая изменчивость *P.infestans*. Поэтому в настоящее время наиболее надежным способом защиты картофеля от этих болезней является химический метод.

Возрастающая вредоносность фитофтороза и альтернариоза требует применения новых стратегий химической защиты, обеспечивающих надежную защиту картофеля одновременно против двух болезней.

Представленные аргументы обусловили выбор темы, целей и основных задач данной работы.

Цель работы. Разработка стратегии защиты картофеля от фитофтороза и альтернариоза с помощью рационального применения известных и новых средств химической защиты растений, способных предотвратить раннее развитие данных болезней, снизить их вредоносность и повысить урожайность и товарность клубней.

Для выполнения данной цели были поставлены и решены следующие **задачи:**

- 1) Изучение влияния почвенного внесения препаратов Квадрис, СК (250 г/л азоксистробина) или Юниформ, КЭ (321,6 г/л азоксистробина + 124,8 г/л мефеноксама) на развитие фитофтороза и альтернариоза.
- 2) Оценка эффективности некоторых фунгицидов, применяемых в период вегетации картофеля с учетом характера их действия на патоген и растение-хозяин.
- 3) Оценка эффективности применения биологического удобрения Изабион, ВР (д.в. 62,5% аминокислот и пептидов).
- 4) Выбор оптимальных схем применения фунгицидов для защиты картофеля от фитофтороза и альтернариоза.
- 5) Изучение возможности применения некоторых систем поддержки принятия решений (СПР) для проведения защитных обработок картофеля против фитофтороза.

Научная новизна исследований

Впервые показано, что внесение в почву при посадке картофеля препаратов Квадрис, СК в дозе (3 л/га) или Юниформ, КЭ в дозе (1,5 л/га) позволяет снизить риски раннего поражения растений фитофторозом и альтернариозом и уменьшить общее число опрыскиваний фунгицидами в период вегетации растений.

Впервые установлено, что совместное применение Изабиона с

фунгицидами в большей степени снижает поражённость растений картофеля фитофторозом и альтернариозом, по сравнению с применением только фунгицидов, повышает урожайность картофеля и обеспечивает больший выход товарных клубней.

Показано, что применение системы поддержки принятия решений - ВНИИФБлайт позволяет снизить количество обработок по сравнению с рутинной схемой и сэкономить от 40 до 50% фунгицидов без снижения эффективности защиты.

Получены новые данные по антифитофторозной активности препаратов Ревус, КС (д.в. 250 г/л мандипропамида) и Ревус Топ, КС (д.в. 250 г/л мандипропамида + 250 г/л дифеноконазола).

По результатам испытаний Ревус, КС был рекомендован для защиты картофеля от фитофтороза, Скор, КЭ (д.в. 250 г/л дифеноконазола) - для защиты картофеля от альтернариоза. Указанные препараты, на основе полученных данных, зарегистрированы и включены в «Государственный список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации на 2014 г».

Практическая значимость работы

Результаты исследований имеют практическое значение и могут дополнить общепринятую систему защиты картофеля новыми эффективными компонентами и фунгицидами, позволяющими не только увеличить эффективность защиты от наиболее вредоносных болезней культуры – фитофтороза и альтернариоза, но и снизить количество фунгицидных обработок.

Установлено, что применение при посадке картофеля препаратов Квадрис (3 л/га) или Юниформ (1,5 л/га) позволяет снизить риски раннего поражения растений фитофторозом и альтернариозом и уменьшить общее число опрыскиваний фунгицидами в период вегетации растений.

Выявлено, что предложенная нами схема химической защиты картофеля, включающая внесение в почву при посадке препаратов (Юниформ, 1,5 л/га) или (Квадрис, 3 л/га) и последующие опрыскивания вегетирующих растений фунгицидами в баковой смеси с препаратом Изабион (2 л/га) продлевают

период вегетации растений и обеспечивают более высокий урожай картофеля и его качество.

Полевые опыты показали, что система ВНИИФблайт при определенных метеорологических условиях позволяет существенно снизить количество обработок картофеля от фитофтороза без снижения эффективности защиты.

По результатам испытаний зарегистрированы и включены в «Государственный список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации на 2014 г» препараты Скор и Ревус. Подготовлены документы для регистрации препаратов Ревус Топ и Юниформ.

Апробация работы и публикации. Материалы диссертации были представлены на XI Международном совещании Международной организации EuroBlight (Namar, Norway, Oct 28-31, 2008); Международной научно-практической конференции «Перспективы инновационного развития картофелеводства», (Чебоксары, 19-20 февраля 2009 г.); Международной научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития картофелеводства», (Чебоксары, 16-18 февраля 2012 г.); на III Всероссийском съезде по защите растений (СПб. 16-20 декабря 2013 г.); на IV Научно-практической конференции «Генетические и агротехнологические ресурсы повышения качества продовольственного и технического картофеля» (Москва, 28-29 марта 2014 г.).

По результатам диссертации опубликовано 9 печатных работ, из них 3 статьи в российских рецензируемых журналах, входящих в список ВАК РФ, 2 статьи в иностранных изданиях, включенных в базы Google Scholar.

Личный вклад автора заключается в проведении экспериментальных исследований, результаты которых получены исключительно самим автором или при его непосредственном участии. Имена соавторов указаны в соответствующих публикациях.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов, списка литературы и пяти приложений. Материал изложен на 155 страницах машинописного текста, содержит 4 таблицы и 48 рисунков. Список литературы включает 148 работ, в том числе 72 иностранных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава I. Обзор литературы. В обзоре литературы освещены современные представления о биологии *Phytophthora infestans*; *Alternaria solani* и *Alternaria alternata*, состояние проблемы распространения и вредоносности фитофтороза и альтернариоза картофеля, обобщены новейшие достижения в области защиты картофеля от данных болезней в России и других странах.

Глава II. Основные материалы и методы

Работа выполнялась с 2006 по 2013 годы в лаборатории болезней картофеля и овощных культур и на опытных участках Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии «Раменская Горка» в Одинцовском районе Московской области.

Для исследований были использованы два сорта картофеля: Санте (умеренно-восприимчивый к фитофторозу и альтернариозу) и Ред Скарлетт (восприимчивый к фитофторозу и умеренно-восприимчивый к альтернариозу).

Выращивали картофель в соответствии с агротехническими требованиями, принятыми в Московской области. Размер делянок составлял 25-40 м², повторность опытов 4-х кратная. Почва на опытных участках дерново-подзолистая, среднесуглинистая. Агротехнические мероприятия по уходу за опытными растениями включали: зяблевую вспашку, весновспашку, предпосадочную нарезку борозд, под предшественник вносили от 60 до 80 т/га органических удобрений и перед посадкой - минеральные удобрения в дозе от 40 до 60 кг/га по д.в.

В лабораторных и полевых экспериментах использовали культуры *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani* и *Alternaria alternata*, выделенные в Московской области из пораженных растений картофеля. Культуру *P. infestans* для опытов выращивали на ломтиках клубней картофеля или ржаной зерновой среде.

Культуры *Alternaria solani* и *Alternaria alternata* поддерживали на искусственной картофельно-глюкозной среде (КГА) с периодическим

пересевом (примерно каждые 6 месяцев). Перед опытами изоляты проводили через листья картофеля сорта Санте и выделяли в чистую культуру на КГА.

В лабораторных опытах фунгициды наносили на растения или изолированные листья в башне осадения. Суспензию конидий *P. infestans* использовали в концентрации 5-7 конидий в поле зрения при увеличении x120. После инокуляции отделенные листья выдерживали во влажной камере при температуре 20 °С в течение 3-4 суток.

Суспензию спор *A.alternata* использовали в концентрации 15-20 спор в поле зрения микроскопа при x120. Возраст культуры – 15 дней; расход споровой суспензии – 5 мл/поднос. Площадь поверхности отделенных листьев определяли на приборе ААС-400 (Hayashi Densoh).

Для исследований использовали следующие фунгициды: Ридомил Голд МЦ, ВДГ (640 г/кг манкоцеба + 40 г/кг мефеноксама), Акробат МЦ, ВДГ (600 г/кг манкоцеба + 40 г/кг диметоморфа), Ширлан, СК (500 г/л флуазинама), Браво, КС (500 г/л хлороталонил), Танос, ВДГ (250 г/кг фамоксадона + 250 г/кг цимоксанила), Курзат Р, СП (689,5 г/кг меди хлорокиси + 42 г/кг цимоксанила) а также новые препараты – Ревус, КС (250 г/л мандипропамида), Скор, КЭ (250 г/л дифеноконазола), Ревус Топ, КС (250 г/л мандипропамида + 250 г/л дифеноконазола), Инфинито, КС (625 г/л пропамокарба + 62,5 флуопиколида), Квадрис, СК (250 г/л азоксистробина) и Юниформ (321,6 г/л азоксистробина + 124,8 г/л мефеноксама).

Оценивали эффективность применения Изабиона (62,5% аминокислот и пептидов) в дозе 2 л/га.

Учеты пораженности растений картофеля в поле фитофторозом и альтернариозом проводили по шкале Британского микологического общества (James, 1972).

На основе учетов пораженности ботвы в поле вычисляли потери урожая и площадь под кривой с помощью компьютерной программы «Потери»: http://vniif.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=40&Itemid=30&lang=ru.

После уборки определяли величину урожая (ц/га) и его товарность (%).

Полученный экспериментальный материал подвергался математической обработке методом статистического анализа при 90% уровне достоверности для полевых опытов и при 95% уровне для лабораторных исследований (Доспехов, 1985).

Глава III. Экспериментальная часть

1. Изучение влияния почвенного внесения препарата Квадрис, СК на развитие фитофтороза и альтернариоза

Целью опытов было изучение эффективности почвенного применения препарата Квадрис (3 л/га) на снижение вредоносности фитофтороза и альтернариоза в период вегетации растений.

Опыты проводили в полевых и лабораторных условиях на естественном и искусственном инфекционных фонах. В работе использовали два сорта картофеля - Санте (2006г) и Ред Скарлетт (2007-2008гг.). Опыты с *P. infestans* проводили в 2006-2008 гг. и с *Alternaria alternata* - в 2008г.

Варианты опыта:

1. Квадрис вносили в борозду при посадке картофеля в дозе 3 л/га;
2. Контроль (без обработки).

Эксперимент включал рендомизированные блоки в четырехкратной повторности; каждая делянка состояла из 4 рядков длиной 10 м.

После появления всходов картофеля, через каждые 7-10 дней, собирали по 30 листьев с делянок и в лабораторных условиях раскладывали их в кюветы размером 0,3X0,4 метра, затем с помощью пульверизатора опрыскивали суспензией спорангиев *Phytophthora infestans* (15000 спорангиев/мл) или конидий *Alternaria alternata* (50000 конидий/мл). Для заражения отделенных листьев использовали агрессивные штаммы патогенов *P. infestans* и *A.alternata*. Инокулированные листья находились в течение суток в темноте при температуре 20 °С и относительной влажности 98%, а затем их помещали в воду, и дальнейшая инкубация проходила в обычных световых условиях.

Через 5-6 дней с помощью фотопланиметра подсчитывали число некрозов на 1 см² поверхности листа.

В полевых условиях на естественном инфекционном фоне ежегодно определяли даты проявления фитофтороза и альтернариоза и дальнейшее их развитие.

По результатам трех лет испытаний в лабораторных условиях (2006 г. - сорт Санте; 2007-2008 гг.- Ред Скарлетт), было установлено, что листья картофеля, собранные в варианте с препаратом Квадрис при искусственной инокуляции поражались *Phytophthora infestans* и *Alternaria alternata* в меньшей степени, чем контрольные на 35-85% и на 63-96% соответственно (рис.1, 2, 3).

В полевых условиях на естественном инфекционном фоне задержка фитофтороза и альтернариоза по сравнению с необработанным контролем составила от 10 до 14 дней и от 10 до 16 дней соответственно; площади под кривыми, описывающие развитие болезней снижены на 302 ед. (2006 г), 108 ед. (2007 г), 870 ед. (2008 г), (рис.4). Таким образом, внесение Квадриса в почву при посадке картофеля в дозе 3 л/га повышает устойчивость растений к заражению *P.infestans* и *A.alternata* в период вегетации и откладывает старт эпифитотии фитофтороза и альтернариоза.

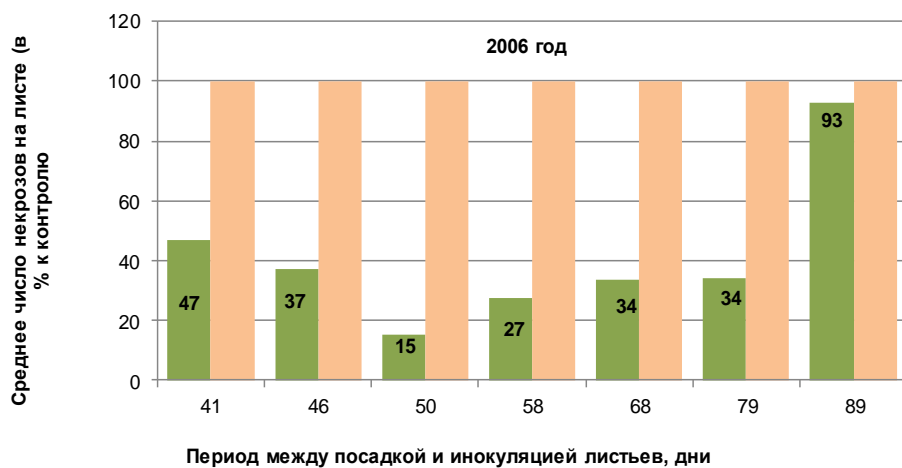


Рисунок 1. Эффективность подавления фитофтороза при почвенном внесении фунгицида Квадрис (3 л/га), сорт Санта, ВНИИФ, 2006 г.

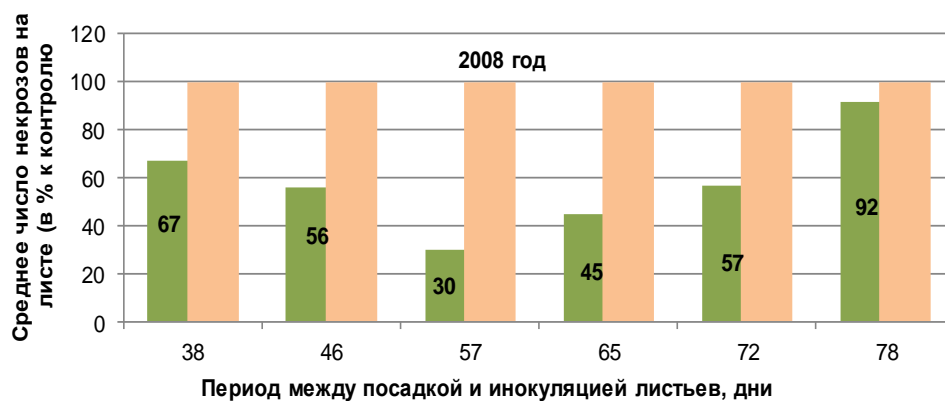


Рисунок 2. Эффективность подавления фитофтороза при почвенном внесении фунгицида Квадрис (3 л/га), сорт Ред Скарлетт, ВНИИФ, 2008 г.

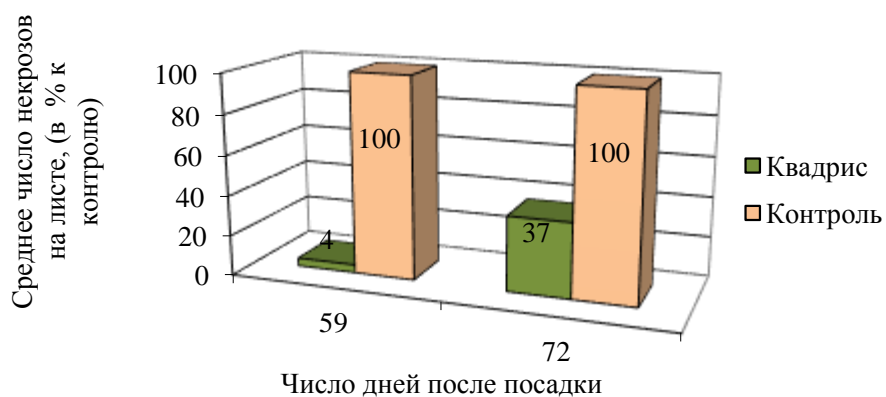


Рисунок 3. Эффективность подавления альтернариоза при почвенном внесении фунгицида Квадрис (3 л/га), сорт Ред Скарлетт, ВНИИФ, 2008 г.

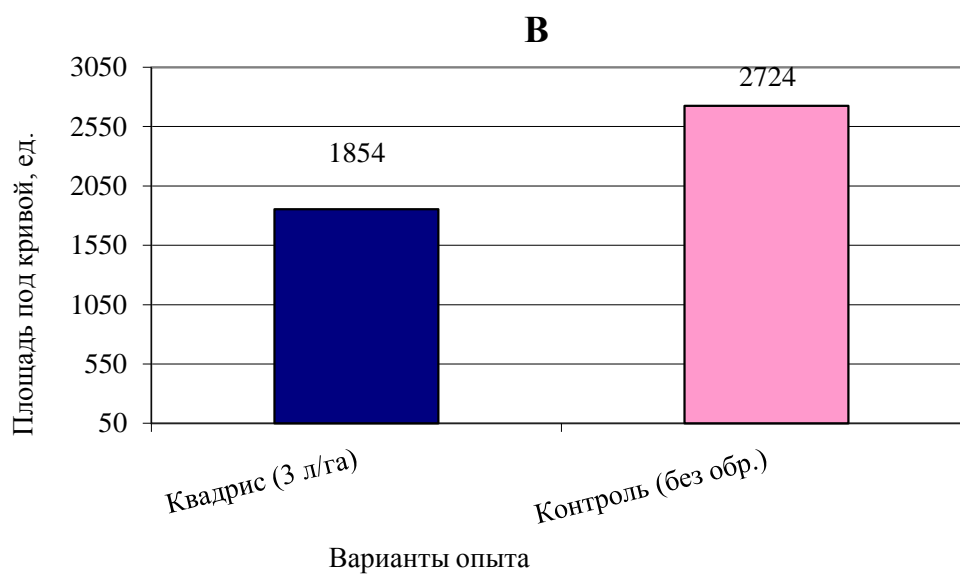
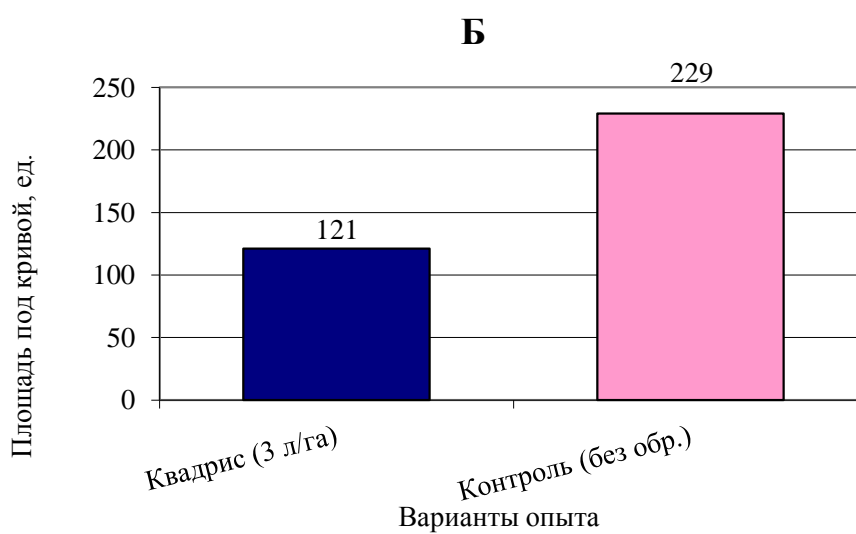
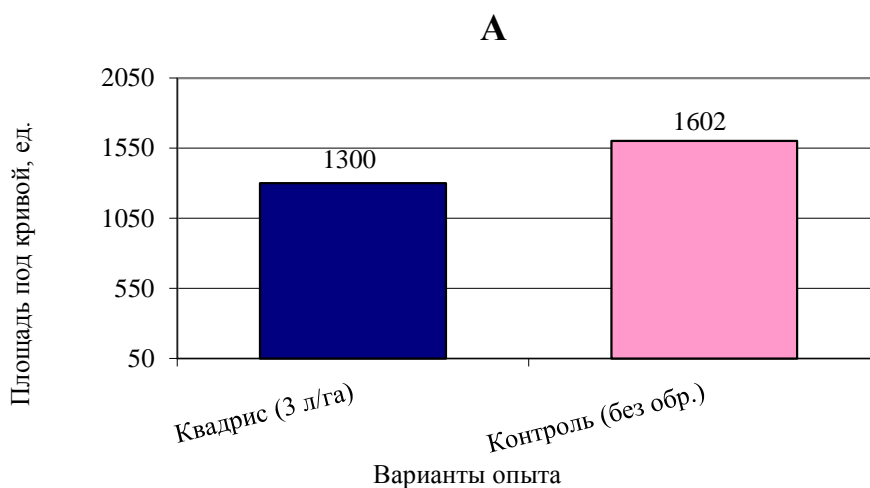


Рисунок 4. Площадь под кривой (AUDPC), (ед.) в вариантах опыта, **А** - сорт Санте, 2006г., ($НСР_{0,90} = 79$); **Б** - сорт Ред Скарлетт, 2007г., ($НСР_{0,90} = 52$); **В**- сорт Ред Скарлетт, 2008г., ($НСР_{0,90} = 132$), ВНИИФ, Раменская Горка.

2. Изучение влияния почвенного внесения препарата Юниформ, КЭ на развитие фитофтороза

Продолжением изучения влияния почвенного применения препаратов на развитие *P. infestans* стали исследования эффективности Юниформа, КЭ - смесового фунгицида, состоявшего из двух действующих веществ – азоксистробина, 321,7 г/л и мефеноксама, 123,7 г/л.

Опыты проводили в 2012 -2013 гг. на сорте Ред Скарлетт в полевых и лабораторных условиях на естественном и искусственном инфекционных фонах.

Варианты опыта:

- 1) Юниформ вносили в борозду при посадке картофеля в дозе 1,5 л/га.
- 2) Квадрис вносили в борозду при посадке картофеля в дозе 3 л/га (эталон).
- 3) Контроль (без обработки).

Методика оценки в лабораторных условиях та же, что и в предыдущих опытах с препаратом Квадрис. В полевых условиях на естественном инфекционном фоне учитывали даты проявления фитофтороза, а также оценивали влияние препаратов на урожайность и товарность клубней картофеля.

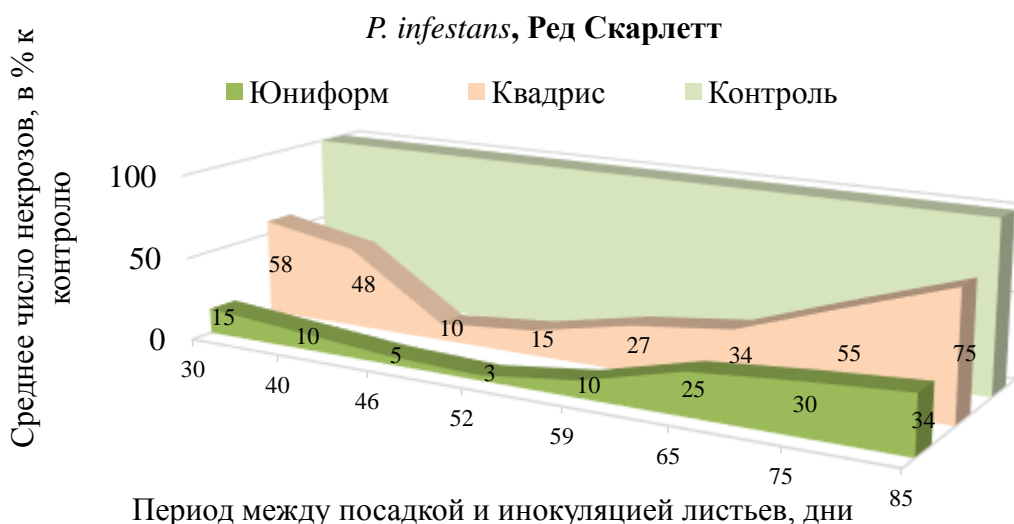


Рисунок 5. Влияние препаратов Юниформ и Квадрис на результативность заражения листьев *P. infestans*, сорт Ред Скарлетт, ВНИИФ, 2012 г.

По результатам лабораторных исследований установили, что листья картофеля в вариантах как с препаратом Юниформ, так и с Квадрисом, поражались *P. infestans* в меньшей степени, чем контрольные. Причем данный эффект был отмечен уже на этапе первых всходов и сохранялась вплоть до начала отмирания ботвы. При этом результативность заражения в варианте с препаратом Юниформ была снижена по сравнению с контролем на 66-97%, а в варианте с препаратом Квадрис на 35-85% (рис.5).

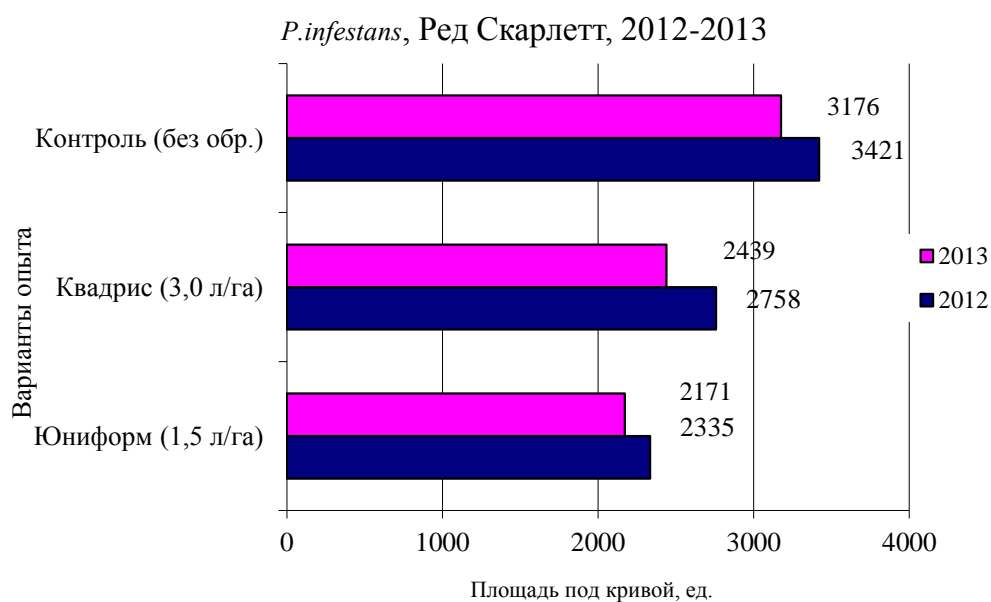


Рисунок 6. Площадь под кривой, (AUDPC), (ед.) в сравниваемых вариантах опыта, (сорт Ред Скарлетт, ВНИИФ), 2012г.(НСР_{0,90}=135); 2013г.(НСР_{0,90}=86).

В полевых опытах, в условиях эпифитотийного развития фитофтороза (2012 и 2013 гг.) применение препаратов Юниформ и Квадрис задерживало проявление болезни, по сравнению с контролем на 14-19 и 10-13 дней соответственно; площади под кривыми, описывающие развитие фитофтороза в варианте с препаратом Юниформ были снижены на 1005 и 1086 ед.; в варианте с препаратом Квадрис на 737 и 663 ед. (рис.6). Следовательно, наиболее значимое подавление болезни было отмечено при применении препарата Юниформ, содержащего в своем составе хорошо растворимый мефеноксам. В среднем, прибавка урожая в вариантах с препаратами Юниформ и Квадрис составила 55 и 43 ц/га (рис.7).

Таким образом, полученные в наших опытах данные позволили заключить, что применение препаратов Юниформ или Квадрис при посадке картофеля откладывает старт эпифитотии фитофтороза и позволяет снять необходимость раннего применения фунгицидов во время вегетации растений.

Урожайность, 2012-2013

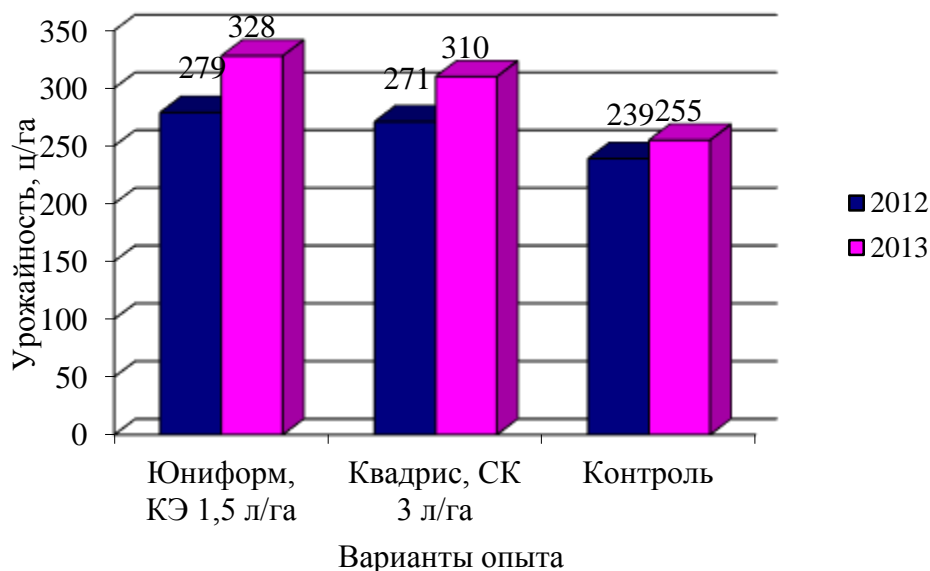


Рисунок 7. Урожайность клубней в сравниваемых вариантах опыта, (сорт Ред Скарлетт, ВНИИФ, 2012г (НСР_{0,90}=14,0); 2013г.(НСР_{0,90}=26,5).

3. Оценка эффективности применения биологического удобрения Изабион, ВР

В последние годы в России при производстве картофеля использование некорневого питания растений широко востребовано и является неотъемлемым приемом интенсивной технологии возделывания. Известно, что некорневые подкормки являются самым быстрым способом устранения дефицита питательных веществ; кроме того, они способствуют повышению устойчивости растений к заражению болезнями, практически не обладают токсичностью (Рябцева и др., 2005).

В 2009 и 2011гг. на полях ВНИИФ были проведены опыты с целью изучения влияния препарата Изабион, ВР на степень пораженности растений картофеля фитофторозом и альтернариозом и влияние его на урожай, и качество клубней.

В условиях эпифитотийного развития фитофтороза в 2009 году обработки растений Изабионом, в дозе 2 л/га (3 раза за сезон) не оказывали существенного влияния на ход развития болезней; вместе с тем, по результатам двух лет испытаний на сортах Санте и Ред Скарлетт было показано, что применение Изабиона в баковой смеси с фунгицидами в большей степени снижает поражённость растений картофеля фитофторозом и альтернариозом, по сравнению с применением только фунгицидов (рис. 9, А, Б), повышает урожайность картофеля (на 38 и 56 ц/га) и обеспечивает больший выход товарных клубней (на 9 и 13%), (рис.10,11). Указанное обстоятельство дает основание предположить, что отмеченный нами эффект обусловлен тем, что препарат Изабион повышает чувствительность патогенов к фунгициду. Подобное действие некоторых химических веществ на некоторых возбудителей болезней пшеницы было показано недавно В.Г. Джавахия и его сотрудниками (2012).

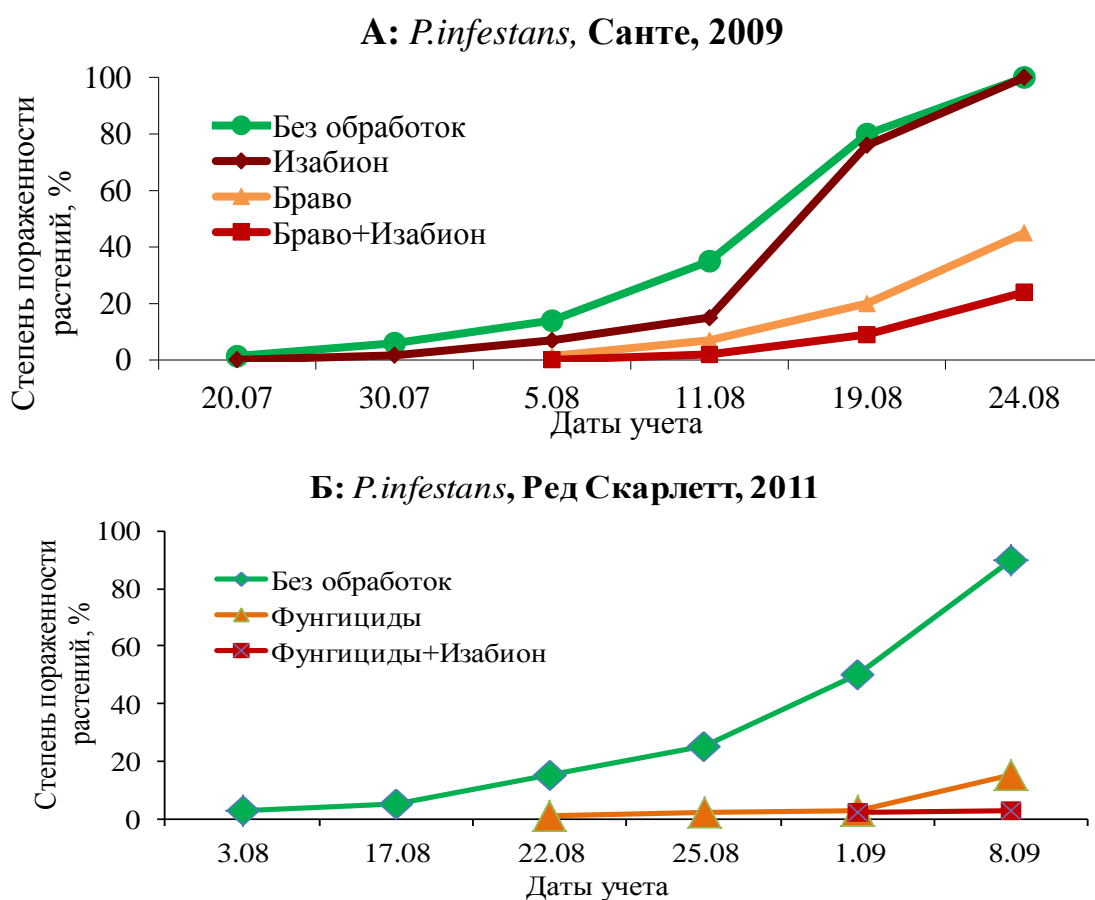


Рисунок 8. Влияние Изабиона на развитие фитофтороза и альтернариоза картофеля (суммарная поражённость), ВНИИФ, (А - Санте, 2009; Б – Ред Скарлетт, 2011).

P.infestans, Санте, 2009

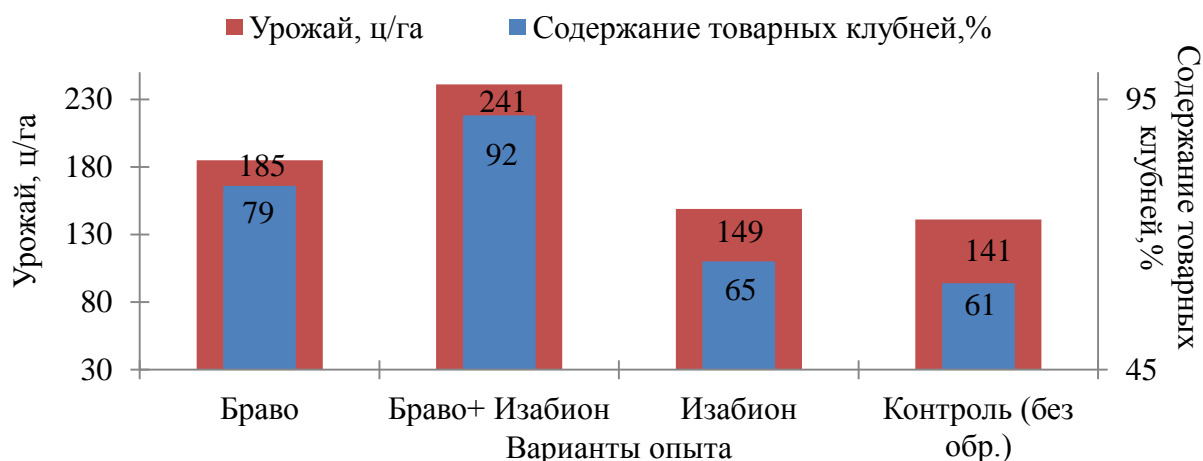


Рисунок 9. Урожайность картофеля ($НСР_{0,90}=28,0$) и содержание товарных клубней в сравниваемых вариантах защиты ($НСР_{0,90}=12,3$).

P.infestans, Ред Скарлетт, 2011

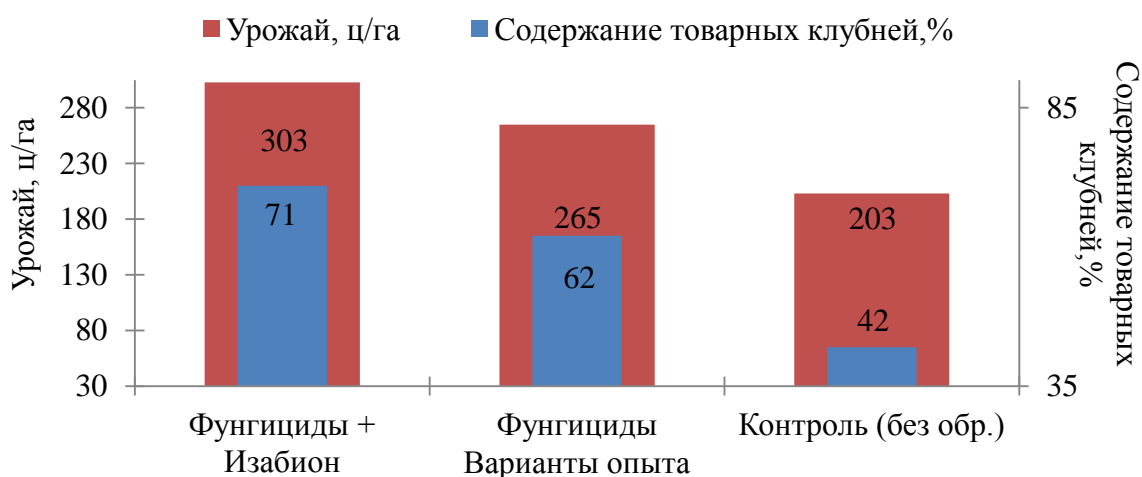


Рисунок 10. Урожайность картофеля ($НСР_{0,90}=25,3$) и содержание товарных клубней в сравниваемых вариантах защиты ($НСР_{0,90}=10,2$).

4. Оценка эффективности некоторых фунгицидов, применяемых в период вегетации растений картофеля против фитофтороза и альтернариоза

В последние годы для защиты картофеля от фитофтороза и альтернариоза появляются новые фунгициды на основе ранее не используемых действующих веществ. К таковым относятся изучаемые нами Ревус, КС; Ревус Топ, КС; Скор, КЭ. Кроме того, мы сочли необходимым включить в наши опыты некоторые уже из известных препаратов, относительно которых существует

противоречивая информация, касающаяся их эффективности против данных болезней.

В лабораторно - полевых опытах изучали следующие свойства фунгицидов: продолжительность сохранения фунгицидной активности препаратов после нанесения на растение и наличие лечебного (куративного) действия у фунгицидов при их применении после состоявшегося заражения возбудителями фитофтороза и альтернариоза. Для исследований использовали следующие фунгициды: Ридомил Голд МЦ, ВДГ (640 г/кг манкоцеба + 40 г/кг мефеноксама), Акробат МЦ, ВДГ (600 г/кг манкоцеба + 40 г/кг диметоморфа), Ширлан, СК (500 г/л флуазинама), Браво, КС (500 г/л хлороталонил), Танос, ВДГ (250 г/кг фамоксадона + 250 г/кг цимоксанила), Курзат Р, СП (689,5 г/кг меди хлорокиси + 42 г/кг цимоксанила) а также новые препараты – Ревус, КС (250 г/л мандипропамида), Скор, КЭ (250 г/л дифеноконазола), Ревус Топ (250 г/л мандипропамида + 250 г/л дифеноконазола), Инфинито, КС (625 г/л пропамокарба + 62,5 флуопиколида).

Результаты четырех лет испытаний, полученные при различных погодных условиях свидетельствуют о достаточно высокой защитной активности всех испытуемых препаратов против фитофтороза; однако лучшие результаты были получены при защите растений препаратами Ридомил Голд МЦ; Ревус; Ревус Топ; Акробат МЦ и Инфинито, применяемый в дозе 1,6 л/га.

Обработка листьев фунгицидами спустя 1 день после инокуляции *P.infestans* была наиболее эффективна при использовании препаратов Ревус, Ридомил Голд МЦ и Инфинито в норме расхода 1,6 л/га. В указанных вариантах наблюдалось снижение пораженности листьев на 80 - 89%. Акробат МЦ и Танос были менее эффективны, поскольку снижение пораженности листьев составило не более 40%. Курзат не сдерживал развитие болезни после состоявшегося заражения; контактные препараты Браво и Ширлан не оказывали лечебного действия.

Обработка листьев фунгицидами после состоявшегося заражения (через 2 суток) была эффективна только в случае применения двух препаратов – Ревус и Ридомил Голд МЦ; другие испытуемые препараты в этой ситуации были мало или практически не эффективны.

Установлено, что Ридомил Голд МЦ, Скор и Ревус Топ проявляли

высокую эффективность в защите картофеля от альтернариоза; Акробат МЦ и Танос уступали указанным препаратам; Ширлан не оказывал какого-либо защитного действия против возбудителя альтернариоза. Куративное действие к этому патогену проявляли только Скор и Ревус Топ, содержащие дифеноконазол.

5. Выбор оптимальных схем применения испытываемых препаратов для защиты картофеля от фитофтороза и альтернариоза

Исходя из результатов опытов, описанных в предыдущих разделах, были сформулированы и испытаны в полевых условиях несколько схем химической защиты картофеля от фитофтороза и альтернариоза.

Опыты проводили в 2009-2013 гг на восприимчивом к фитофторозу и умеренно-восприимчивом к альтернариозу сорте картофеля Ред Скарлетт.

В 2009 и 2011 и 2012 гг. сравнили 7, 8 и 5 схем защитных обработок картофеля соответственно. Во все годы испытаний - стандартной схемой защиты являлась схема «Ширлан (0,4 л/га) – 2 Ридомил Голд МЦ (2,5 кг/га) – Браво (3,0 л/га) – Ширлан (0,4 л/га)», ранее показавшая свою эффективность против фитофтороза и альтернариоза. В других схемах защиты использовали препараты: Скор, КЭ (0,4 л/га), Ревус, СК (0,6 л/га), Танос, ВДГ (0,6 л/га), Инфинито, КС (1,6 л/га), Сектин Феномен (1,25 кг/га), Акробат МЦ, (2 кг/га).

В 2013 году целью опыта было не только оценить эффективность последовательного применения препаратов, но и проверить, возможно ли в случае внесения при посадке картофеля препаратов Юниформ или Квадрис сократить количество опрыскиваний в период вегетации растений без снижения продуктивности и качества полученного урожая.

Варианты опыта в 2013г.

1. Внесение при посадке картофеля препарата Квадрис в дозе 3 л/га.
2. Внесение при посадке картофеля препарата Юниформ в дозе 1,5 л/га.
3. Внесение при посадке картофеля препарата Квадрис в дозе 3 л/га, далее обработка вегетирующих растений фунгицидами по схеме: Ридомил Голд МЦ, (2 обр.); Ревус Топ, (2 обр.); Ширлан*

4. Внесение при посадке картофеля препарата Квадрис в дозе 3 л/га, далее обработка вегетирующих растений фунгицидами по схеме: Ридомил Голд МЦ, (1 обр.); Ревус Топ, (2 обр.); Ширлан*
5. Опрыскивание вегетирующих растений фунгицидами по схеме: Ридомил Голд МЦ, (2 обр.); Ревус Топ, (2 обр.); Ширлан *
6. Опрыскивание вегетирующих растений фунгицидами по схеме: Ридомил Голд МЦ, (1 обр.); Ревус Топ, (2 обр.); Ширлан *
7. Внесение при посадке картофеля препарата Юниформ в дозе 1,5 л/га, далее обработка вегетирующих растений фунгицидами по схеме: Ридомил Голд МЦ, (2 обр.); Ревус Топ, (2 обр.); Ширлан*
8. Внесение при посадке картофеля препарата Юниформ в дозе 1,5 л/га, далее обработка вегетирующих растений фунгицидами по схеме: Ридомил Голд МЦ, (1 обр.); Ревус Топ, (2 обр.); Ширлан*
9. Контроль (без обработок).

*Изабион в дозе 2 л/га применяли в баковой смеси с препаратами Ридомил Голд МЦ (1 обработка) и Ревус Топ (1 обработка).

По результатам исследований, проведенным в 2009, 2011 и 2012 гг. было показано, что все сравниваемые схемы защиты эффективно ограничивали развитие фитофтороза, однако против альтернариоза наибольшую эффективность показали те схемы, которые включали препараты Скор, Ревус Топ, Ридомил Голд МЦ, Акробат МЦ и Танос. Установлено, что включение в схемы химической защиты препаратов Юниформ в дозе 1,5 л/га или Квадрис в дозе 3 л/га (при посадке) и применение в период вегетации растений Изабиона в дозе 2 л/га в смеси с фунгицидами снижало вредоносность болезней и повышало урожайность на 305 и 275 ц/га, товарность клубней на 42 и 41 % соответственно (рис.12). В условиях эпифитотийного развития фитофтороза в 2013 г. было показано, что в вариантах 4 и 8, где при посадке вносили Юниформ или Квадрис, а в период вегетации уменьшали количество опрыскиваний (пропускали обработку по всходам), задержка в проявлении болезни составила 40 и 28 суток, площади под кривыми были снижены на 3334 и 3061 ед. (рис. 11). Прибавка урожая в указанных вариантах составила 303 и 270 ц/га; товарность клубней повышена на 41 и 40 % (рис. 12). Таким образом, внесение при посадке картофеля препаратов Юниформ или Квадрис,

является эффективным приемом, способным снизить риски раннего поражения растений фитофторозом и альтернариозом и уменьшить число опрыскиваний фунгицидами вегетирующих растений.

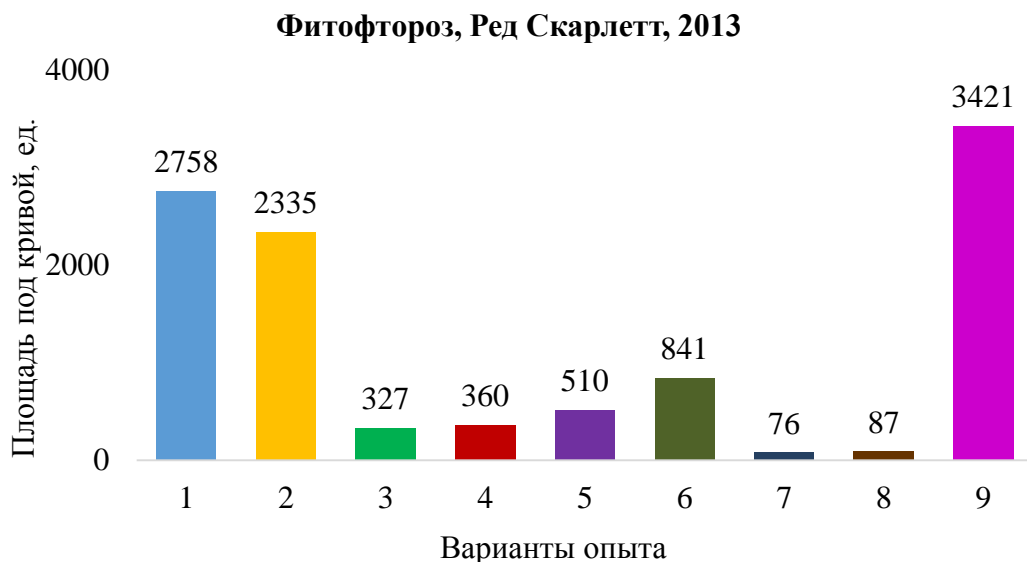


Рисунок 11. Площадь под кривой, ед. (AUDPC), в сравниваемых вариантах опыта, (сорт Ред Скарлетт, ВНИИФ, Раменская Горка, 2013г.), ($НСР_{0,90}=86$).

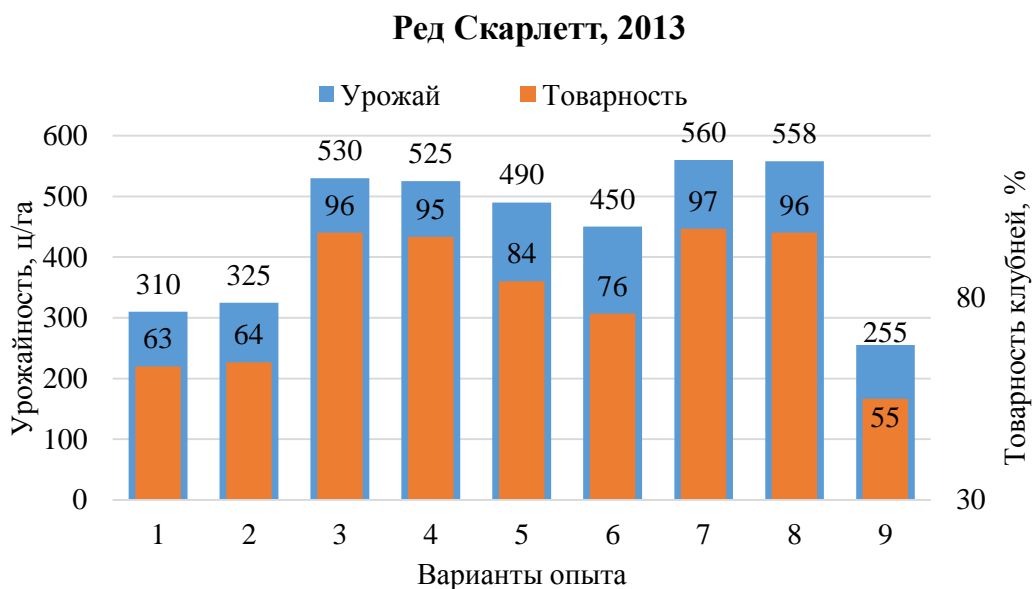


Рисунок 12. Урожайность картофеля ($НСР_{0,90} = 26,5$) и содержание товарных клубней в сравниваемых вариантах опыта, сорт Ред Скарлетт, ВНИИФ, Раменская Горка, 2013г., ($НСР_{0,90} = 3,2$).

6. Изучение возможности включения системы поддержки принятия решений ВНИИФблейт в предлагаемую схему защитных обработок

Известно, что большая часть российского картофеля производится в климатических зонах, в которых отмечается сезонное чередование слабого и сильного развития фитофтороза. Очевидно, что защитные обработки, проводимые в сезоны или в периоды в течение сезона с неблагоприятными для развития фитофтороза метеоусловиями, являются убыточными.

Целью исследований являлась оценка эффективности СПР - ВНИИФблейт, включающей математическую модель, а также пятидневный прогноз погоды для определения условий, благоприятных или неблагоприятных для вспышек фитофтороза. Кроме того, в программу тестирования была включена СПР - СимКаст, а также комбинация СимКаст+ВНИИФблейт. Принцип действия системы СимКаст заключается в том, что начиная с момента всходов картофеля, программа оценивает в баллах 2 критерия: степень влияния относительной влажности и температуры воздуха («фитофторозные» баллы) и осадков – на смываемость фунгицида с листовой поверхности («фунгицидные» баллы). Накопленные за каждый день баллы суммируются и, когда их количество становится критическим, принимается решение о проведении фунгицидной обработки. Данная система проводит подсчет баллов с учетом восприимчивости сорта к фитофторозу. В своей работе мы сравнивали указанные СПР с рутинной схемой защиты, включающей обработки растений каждые 7-10 дней препаратом Ширлан (в дозе 0,4 л/га) и необработанным контролем.

Результаты четырех лет испытаний, полученные при различных погодных условиях свидетельствуют о высокой эффективности применения СПР для проведения защитных обработок против фитофтороза: анализ процента потерь урожая, количества пораженных клубней и количества фунгицидных обработок показал, что для всех сезонов наилучшими СПР для обработки стали ВНИИФблейт и комбинация СимКаст+ВНИИФблейт; их применение позволило снизить развитие фитофтороза в той же степени, что и рутинная схема обработки, при этом, сэкономить от 40% до 50% фунгицидов, соответственно, в сравнении с рутинной схемой (табл.1). В настоящее время

программа ВНИИФблайт является более приемлемой для российских фермеров, поскольку для ее использования необходимо иметь только доступ в интернет для получения пятидневного прогноза погоды, а также несложную компьютерную программу, позволяющую рассчитывать даты проведения фунгицидных обработок на основе прогнозируемой информации: <http://vniif.ru> и www.kartofel.org.

Таблица 1

Влияние схем обработки фунгицидами на развитие фитофтороза картофеля

Год	Схема применения фунгицидов	Потери урожая, вызванные поражением листьев, %	Количество пораженных клубней, %	Количество обработок фунгицидом	Снижение кол-ва обработок по сравнению с рутинной, %
2004	Рутинная	2.6 ^{a*}	1.4 ^a	8	-
	ВНИИФблайт	8.2 ^{ab}	2.9 ^a	3	62.5
	СимКаст	15.7 ^b	2.2 ^a	7	12.5
	Контроль	62.0 ^c	2.1 ^a	0	-
2005	Рутинная	>1 ^a	0	6	-
	ВНИИФблайт	>1 ^a	0	3	50.0
	СимКаст	>1 ^a	0	2	66.7
	Контроль	2.1 ^a	0.1	0	-
2007	Рутинная	>1 ^a	0.5 ^a	6	-
	ВНИИФблайт	>1 ^a	0.6 ^a	3	50.0
	СимКаст+ ВНИИФблайт	>1 ^a	0.3 ^a	2	66.7
	Контроль	2.7 ^a	0.1 ^a	0	-
2008	Рутинная	>1 ^a	1.6 ^a	6	-
	ВНИИФблайт	1.0 ^a	1.5 ^a	5	16.7
	СимКаст+ ВНИИФблайт	3.2 ^a	4.2 ^b	4	33.4
	Контроль	39.0 ^b	16.4 ^c	0	-

* Для каждого года значения в вертикальных колонках, обозначенные одинаковыми буквами, не проявляют статистически достоверных различий (при НСР_{0.90}).

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Внесение в почву при посадке картофеля препаратов Юниформ (в дозе 1,5 л/га) или Квадрис (в дозе 3 л/га), является эффективным приемом, способным снизить риски раннего поражения растений фитофторозом и альтернариозом и уменьшить число опрыскиваний фунгицидами вегетирующих растений.
2. Совместное применение Изабиона с фунгицидами существенно увеличивает их эффективность против возбудителей фитофтороза и альтернариоза, повышает урожайность картофеля на 38 - 56 ц/га и обеспечивает больший выход товарных клубней (на 9-13%).
3. Наиболее продолжительным сроком сохранения фунгицидной активности против фитофтороза на растениях картофеля отличались препараты Ридомил Голд МЦ, Ревус, Ревус Топ, Акробат МЦ, и Инфинито, применяемый в дозе 1,6 л/га. Препараты Танос, Ширлан и Браво по этому показателю уступали указанным фунгицидам. Куративное действие на возбудителя фитофтороза проявляли препараты Ридомил Голд МЦ, Ревус, Ревус Топ и Инфинито, применяемый в дозе 1,6 л/га.
4. Ридомил Голд МЦ, Скор и Ревус Топ проявляют высокую эффективность в защите картофеля от альтернариоза; Акробат МЦ и Танос уступали указанным препаратам. Ширлан не оказывал защитного действия против альтернариоза картофеля. Куративное действие на возбудителя альтернариоза картофеля оказывали только препараты на основе дифеноканазола - Скор и Ревус Топ.
5. Схема защиты картофеля, включающая внесение в почву при посадке препаратов Юниформ (1,5 л/га) или Квадрис (3 л/га), а затем опрыскивание ботвы фунгицидами в смеси с препаратом Изабион (2 л/га) продлевает период вегетации растений и повышает урожайность картофеля (на 305 и 275 ц/га) и товарность клубней (на 42 и 41%).
6. Использование систем ВНИИФблейт и СимКаст + ВНИИФблейт для выбора сроков опрыскивания вегетирующих растений фунгицидами обеспечивает эффективность защиты от фитофтороза на уровне рутинной схемы защиты и, в то же время, снижает кратность обработок в среднем на 40-50 %.

НАУЧНО - ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Для снижения риска раннего поражения растений картофеля фитофторозом и альтернариозом и уменьшения числа опрыскиваний фунгицидами вегетирующих растений вносить при посадке картофеля препараты Квадрис в дозе 3 л/га или Юниформ в дозе 1,5 л/га.

Применять Изабион в дозе 2 л/га в баковой смеси с фунгицидами для увеличения их эффективности против возбудителей фитофтороза и альтернариоза, повышения урожайности и товарности клубней картофеля.

Применять СПР – «ВНИИФблайт» для снижения количества обработок по сравнению с рутинной схемой и экономии от 40 до 50% фунгицидов, без снижения эффективности защиты.

Рекомендуем новые для российского рынка фунгициды для защиты картофеля от фитофтороза - Ревус, Ревус Топ; альтернариоза - Скор, Ревус Топ.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Kuznetsova, M.A. Effect of Quadris applied as an in-furrow spray against the late and early blights on a potato foliage / M.A. Kuznetsova, S.Yu. Spiglazova, T.I. Smetanina, B.E. Kozlovsky, **T.A. Derenko**, A.V. Filippov // PPO-Special Report (ed. H.T.A.M. Schepers). - 2009. - № 13. - P. 275-279.
2. Filippov, A.V. Efficacy of the VNIIFBlight Decision Support system in the control of potato late blight in Russia / A.V. Filippov, M.A. Kuznetsova, A.N. Rogozhin, T.I. Smetanina, **T.A. Derenko**, N.V. Statsyuk // PPO-Special Report (ed.H.T.A.M. Schepers). – 2009. - № 13. - P. 243-250.
3. Филиппов, А.В. Эффективность системы принятия решения ВНИИФБЛАЙТ в борьбе с фитофторозом картофеля / А.В. Филиппов, М.А. Кузнецова, А.Н. Рогожин С.Ю. Спиглазова, Т.И. Сметанина, **Т.А. Деренко** // Материалы научно-практической конференции «Перспективы инновационного развития картофелеводства». - 2009.- С. 61-63.
4. Кузнецова, М.А. Фитофтороз и альтернариоз картофеля: программа защитных действий / М.А. Кузнецова, Б.Е. Козловский, А.Н. Рогожин, С.Ю. Спиглазова, **Т.А. Деренко**, А.В. Филиппов // Картофель и овощи. – 2010 - № С. 27-30.

5. Кузнецова, М.А. Ревус - надежность в любых условиях / М.А. Кузнецова, **Т.А. Деренко** // Картофель и овощи. – 2011. - № 4. - С. 29.
6. Кузнецова, М.А. Изучение эффективности некорневой подкормки картофеля удобрением Изабион / М.А. Кузнецова, А.Н. Рогожин, **Т.А. Деренко**, А.В. Филиппов // Материалы научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития картофелеводства». - 2012. – С. 118-120.
7. Кузнецова, М.А. Применяйте на картофеле биологическое удобрение Изабион в смеси с фунгицидами / М.А. Кузнецова, А.Н. Рогожин, С.Ю. Спиглазова, **Т.А. Деренко**, А.В. Филиппов // Картофель и овощи. - 2012. - № 5. - С.28-29.
8. Кузнецова, М.А. Влияние препарата Квадрис, вносимого в почву при посадке картофеля, на снижение поражаемости ботвы фитофторозом и альтернариозом / М.А. Кузнецова, Т.И. Сметанина, Б.Е. Козловский, **Т.А. Деренко**, А.В. Филиппов // труды третьего Всероссийского съезда по защите растений «Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем». - СПб. – 2013. - С. 199-201.
9. **Деренко, Т.А.** Влияние припосадочного внесения Квадриса на снижение вредоносности фитофтороза и альтернариоза картофеля в период вегетации растений. / Т.А. Деренко, М.А. Кузнецова, Т.И. Сметанина, Б.Е. Козловский, А.В. Филиппов // Защита картофеля. – 2014. - №1. - С. 39-40.

БЛАГОДАРНОСТИ. Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю М.А. Кузнецовой, сотрудникам лаборатории А.В. Филиппову за консультации по научным вопросам; Б.Е., Козловскому и Л.Л. Дорофеевой за помощь в исследованиях по определению продолжительности сохранения фунгицидной активности препаратов; А.Н. Рогожину, Т.И. Сметаниной и С.Ю. Спиглазовой за помощь в проведении исследований по выявлению оптимальных схем применения фунгицидов для защиты картофеля от фитофтороза и альтернариоза; И.Н. Козловской и Е.В. Морозовой за предоставленные для работы изоляты патогенов, а также всем сотрудникам лаборатории болезней картофеля и овощных культур за поддержку и помощь в проведении работы.