635.21
Т 789

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ФИТОПАТОЛОГИИ

На правах рукописи

ТРУС Сергей Михайлович

ЭПИФИТОТИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЯ ФИТОФТОРОЗА КАРТОФЕЛЯ PHYTOPHTHORA INFESTANS (MONT.) de BARY К ФУНГИЦИДАМ И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОВ ЕЕ ПРЕОДОЛЕНИЯ

Специальность 06.01.11 — защита растений от вредителей и болезней

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

МОСКВА 1992

Работа выполнена в 1988—1991 гг. в лаборатории грибных болезней картофеля Всесоюзного НИИ фитопатологии.

Научный руководитель — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник **Козловский Б. Е.**

Официальные оппоненты: профессор, д. с.-х. н. **Воловик А. С.** (НИИКХ), к. б. н. **Долгова А. В.** (МГУ).

Ведущая организация — Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации (СибНИИЗХим), отдел защиты растений.

Защита состоится «29» . . 05 . . . . . 1992 г. в «10» часов на заседании специализированного совета К 120.66.01 при ВНИИ фитопатологии по адресу: 143050 Московская обл., Одинцовский р-н, п/о Б. Вяземы.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВНИИ фитопатологии.

Автореферат разослан «15» . . 04 . . . . . 1992 г.

Ученый секретарь
специализированного совета —
к. б. н. **Яковлева И. Н.**

625.21
Т 759

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Одним из основных факторов, препятствующих получению и сохранению сельскохозяйственной продукции, является комплекс болезней и вредителей культуры. Поэтому в повышении урожайности картофеля, наряду с использованием высокоурожайных сортов и новейшей агротехники, большое значение имеет борьба с вредными организмами. Одной из наиболее опасных болезней, поражающих картофель, является фитофтороз.

В СССР фениламидные фунгициды (металаксил и содержащие его препараты) с начала 80-х годов являются основными химическими средствами борьбы с возбудителем фитофтороза картофеля на производственных полях. Низкая норма расхода, меньшая кратность обработок и высокая эффективность в подавлении болезни обеспечили им преимущество при выборе фунгицидов .

Однако после нескольких лет применения этих препаратов в большинстве регионов было зарегистрировано снижение их эффективности вследствие развития устойчивости гриба. В настоящее время свойства резистентных форм и их количественный уровень в различных географических регионах страны изучены недостаточно. Нет данных о возможных изменениях популяций патогена в период вегетации и хранения картофеля, о вероятности реверсии популяции P.infestans к первоначальному, исходному уровню чувствительности в отсутствие контакта с металаксилом и другими фениламидными препаратами.

Цель работы.

- Оценка природных популяций P.infestans в различных регионах СССР с целью определения их качественного состава (доли резистентных к металаксилу изолятов).

- Определение необходимых условий для образования форм патогена, обладающих различными (отличными от исходного) уровнями ус-

БИБЛИОТЕКА
ВНИИФ

тойчивости к фениламидным препаратам.

- Установление динамики резистентности в популяциях патогена в периоды вегетации и хранения картофеля при принятой тактике химической защиты.

- Оценка эффективности наиболее распространенных фунгицидов при различном содержании металаксил-резистентных форм в популяции.

- Разработка ускоренных методов качественной оценки популяции в рамках мониторинга чувствительности возбудителя фитофтороза к препаратам из группы фениламидных соединений.

Научная новизна и практическая ценность работы. Изучены важнейшие биологические показатели резистентных и чувствительных к фениламидам изолятов P.infestans, а также проведено сравнение их свойств как отдельно, так и в условиях взаимной конкуренции в смешанных популяциях.

Показана возможность изменения уровня устойчивости штаммов в смеси в результате вегетативной гибридизации чувствительных и резистентных изолятов. Прослежена динамика уровня резистентности в периоды вегетации и хранения картофеля, срок сохранения системных фунгицидов в клубнях и их действие на устойчивые и чувствительные к ним формы P.infestans.

Установлены пороговые значения доли резистентных форм, превышение которых в природных популяциях делает применение фениламидных фунгицидов нецелесообразным.

Получены данные о лабораторной и полевой эффективности комплексных фунгицидов, содержащих наряду с контактными различные доли системных соединений. Подтверждено существование явления перекрестной устойчивости в отношении ридомила (металаксила) и сандофана (оксадиксила).

На основании материалов, полученных в ходе экспериментов, даны

рекомендации, направленные на предотвращение развития резистентной популяции патогена. Результаты исследований использованы при составлении методических указаний ("Методические указания по мониторингу возбудителя фитофтороза картофеля для определения чувствительности его к металаксилу", Москва, 1989; "Стратегия и тактика защиты картофеля от фитофтороза", Москва, 1990).

Апробация. Материалы диссертации были представлены на Всесоюзной конференции "Усовершенствование систем защиты пшеницы, риса, картофеля от наиболее распространенных болезней" (Ташкент, 1988 г.); Всесоюзной конференции "Актуальные вопросы защиты животных и растений от болезней" (Алма-Ата, 1988 г.); Всесоюзной конференции молодых ученых "Основные направления селекции и семеноводства овощных культур" (Москва, 1989 г.); Всесоюзной конференции молодых ученых "Актуальные вопросы интенсификации сельского хозяйства" (Новосибирск, 1989 г.); Всесоюзной конференции "Химизация сельского хозяйства и окружающая среда" (Челябинск, 1989 г.); Всесоюзной конференции "Современные экологически безопасные системы защиты полевых культур от болезней" (Анапа, 1991 г.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 13 научных статей.

Объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 164 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов, трех глав, выводов и рекомендаций производству. Содержит 30 таблиц, 4 приложения. Библиография включает 152 наименования, в том числе 130 - зарубежных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы

Работу выполняли в 1988-1991 гг. в Московской области в лабо-

ратории и на опытных участках Всесоюзного научно-исследовательского института фитопатологии, а также в производственных условиях в Одинцовском районе Московской области. В лабораторных и полевых экспериментах использовали изоляты Phytophthora infestans (Mont.) de Bary, выделенные в различных географических регионах СССР и отличающиеся по уровню чувствительности к фениламидам.

Эксперименты на опытных полях ВНИИФ проводили на сорте картофеля Лорх, производственные опыты и исследования семенного материала - на районированных в Московской области сортах (Искра, Невский, Белорусский ранний, Истринский и др.). Растения выращивали в соответствии с агротехническими требованиями, принятыми в Московской области. Размер делянок составлял 10-20 $м^2$, повторность опытов 3-6-кратная.

Почва на опытных участках дерново-подзолистая, среднесуглинистая. Агротехническая характеристика почвы (по результатам оценки 1990 года): N легкоусвояемый- 128.5 мг; K_2O (по Масловой)- 81.5 мг; P_2O_5 (по Труогу и Мейеру)- 90 мг на 100 г почвы; $pH_{сол.}$=6.7.

Основными фунгицидами, использованными в экспериментах, были препараты из группы фениламидных соединений: ридомил 25% с.п., арцерид 60% с.п. и сандофан 25% с.п..

Полученный экспериментальный материал подвергался статистической обработке при 95% уровне достоверности.

Глава I. Изучение свойств изолятов Phytophthora infestans, в различной степени чувствительных к фениламидным фунгицидам

В ходе работ были установлены основные показатели жизнеспособности природных резистентных и чувствительных к фениламидам изолятов - интенсивности прорастания спор, заражения, разрастания

некрозов и продуктивности спороношения на листьях и клубнях. В результате сравнения изолятов гриба из различных регионов страны не было обнаружено зависимости между агрессивностью и степенью устойчивости к этим препаратам. Среди чувствительных и устойчивых штаммов гриба обнаруживаются как более агрессивные, с большим потенциалом жизнеспособности, так и слабые, менее конкурентоспособные, причем независимо от географической принадлежности и времени выделения. Значительные различия в климатических условиях основных картофелеводческих регионов нашей страны и интенсивный обмен семенным материалом и некоторые другие факторы, по-видимому, определяют значительную гетерогенность природных популяций.

Изучены показатели роста на искусственной среде и прорастания спор природных изолятов P.infestans. Скорость роста на среде чувствительных и резистентных к металаксилу изолятов не имеет значительных различий.

В результате серии опытов со спорами P.infestans, способными в силу своих биологических особенностей прорастать как прямым (ростками), так и непрямым (с образованием зооспор) способами, получены следующие результаты (табл.I).

При пониженных температурах чувствительные и устойчивые изоляты не отличаются по способу прорастания (преимущественно выход зооспор - К=0.16 и 0.24, соответственно). Повышение температуры оказывает на них одинаковое воздействие - наблюдается тенденция к увеличению доли конидий, образовывающих росток, однако резистентные изоляты обнаруживают большую температурную зависимость (значение К для устойчивых спор = 3.50, для чувствительных - 1.00). Установлено, что 1-2-часовой экспозиции споровых суспензий при определенной температуре достаточно для определения характера прорастания изолятов патогена.

Таблица I.

Влияние температурных условий на тип прорастания спор у чувствительных и резистентных к фениламидам изолятов P.infestans

Температура	Чувствительность	Тип прорастания		Коэффициент К*	$НСР_{05}$
		прямое	непрямое		
6°С	Высокая	I3.8	86.3	0.I6	0.09
	Низкая	I9.4	80.6	0.24	
I8°С	Высокая	30.6	69.4	0.44	0.6I
	Низкая	56.5	43.5	I.30	
25°С	Высокая	50.0	50.0	I.00	0.83
	Низкая	77.8	22.2	3.50	

* Коэффициент К - показатель качества прорастания (отношение числа конидий, образовавших росток, к числу конидий, сформировавших зооспоры - прямое и непрямое прорастание).

В результате изучения влияния фениламидных фунгицидов на первые этапы инфекционного процесса были установлены устойчивые различия в морфологии ростковых трубок конидий металаксил-резистентных и чувствительных изолятов; первые прорастали простым, значительно менее ветвящимся ростком, чем вторые. Это явление отмечалось как на металаксил-свободной, так и на содержащей этот препарат среде и, таким образом, не могло быть связано с непосредственным действием фунгицида. В ходе работ были изучены изоляты из различных географических регионов страны, выделенные в I983-I990 г.г., отличающиеся по чувствительности к фениламидам и типу совместимости. Из некоторых регионов были выделены как высокорезистентные, так и высокочувствительные штаммы, что исключает предположение об особенностях в прорастании, свойственных определенной зоне.

В таблице 2 представлены результаты сравнения морфологических особенностей ростков спор изолятов всех трех групп чувствительности к фениламидам. Доказано наличие достоверных различий в характере прорастания между чувствительными и резистентными изолятами P.infestans.

Таблица 2.

Морфологические особенности в прямом прорастании спор изолятов P.infestans, различающихся по чувствительности к фениламидам

Чувствительность	Порядок ветвления				Среднее кол-во ответвлений на I росток
	0	I	2	3	
Высокая	-	-	66.8	33.2	7.28
Средняя	38.0	52.2	7.8	2.2	2.8I
Низкая	56.5	42.9	0.6	-	I.9I
$НСР_{05}$					I.45

Результаты этих экспериментов дают основание полагать, что рассмотренные морфологические различия можно использовать для дифференциации чувствительных и резистентных изолятов.

В соответствии с полученными в ходе серии опытов результатами можно отметить, что использованные в опытах группы чувствительных и резистентных изолятов существенно не отличались по интенсивности спороношения на среде без фунгицида. При изучении штаммов, выделенных с различных сортов и обладающих повышенной устойчивостью, в присутствии фениламидов было отмечено снижение интенсивности спороношения; тем не менее, в ряде случаев (до 20%) отмечено усиление споруляционной активности в присутствии невысоких концентрациях фунгицида (в пределах I мкг/мл). Последнее может представлять определенную опасность при использовании смесей и комплексных препаратов против резистентных популяций, так как после окончания срока действия контактного фунгицида длительное время сохраняются оста-

точные количества системного компонента.

В результате проведенных экспериментов определена продолжительность сохранения инокулюма P.infestans в почве. Практически все изоляты, независимо от времени и места выделения, типа совместимости и уровня чувствительности к фениламидным соединениям оставались способными к заражению клубней картофеля в дерново-подзолистой почве до 2-2.5 месяцев (рис.I).

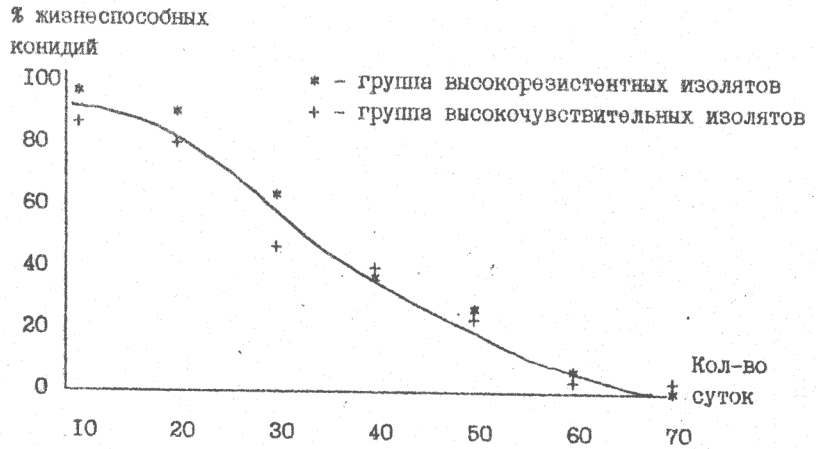

Рисунок I. Динамика жизнеспособности спор групп изолятов P.infestans, различающихся по уровню чувствительности к фениламидам

Глава 2. Динамика резистентности в популяциях Phytophthora infestans

Для выяснения особенностей, касающихся динамики резистентности к фениламидным фунгицидам природных популяций патогена было проведено сравнительное изучение эффективности применения наиболее широко используемых против фитофтороза картофеля фунгицидов и их

смесей. Опыты проводили на искусственном инфекционном фоне, используя инокулюм с различным содержанием резистентных форм (I, I0 и 50%).

Таблица 3.

Частота встречаемости устойчивых к фениламидам изолятов P.infestans и потери урожая при разных схемах применения фунгицидов

№ варианта	Схема применения фунгицидов	Частота встречаемости,% 12.07	5.08	25.08	Потери урожая от фитофтороза,%
I.	Контроль (без обработки)	I	2	8	I8.8
		I0	II	I6	I9.I
		50	56	49	I9.2
2.	Ридомил - 3 обработки с интервалом I4 дней	I	I	I2	6.0
		I0	2I	40	I4.8
		50	60	84	20.6
3.	Арцерид - 3 обработки с интервалом I4 дней	I	I	I0	2.9
		I0	I6	I9	5.5
		50	43	4I	8.9
4.	Сандофан- 3 обработки с интервалом I4 дней	I	2	I4	5.5
		I0	25	44	I6.3
		50	60	84	20.3
5.	Поликарбацин - 3 обработки с интервалом I4 дней	I	3	0	4.5
		I0	II	I0	6.4
		50	24	I2	7.8
6.	Ридомил, поликарбацин, поликарбацин	I	I	4	2.9
		I0	I7	2I	5.3
		50	I8	24	8.5
7.	Поликарбацин, ридомил, поликарбацин	I	2	6	5.9
		I0	24	20	5.6
		50	28	49	6.I

Для оценки влияния фунгицидов на рассматриваемые популяции патогена и, соответственно, на эффективность химических обработок использован критерий, наиболее полно отражающий развитие болезни -

потери урожая, рассчитанные по динамике пораженности ботвы (таб. 3). В этой же таблице представлены результаты анализов качественного состава популяции в отдельных вариантах.

Применение фениламид-содержащих фунгицидов против популяций с минимальным содержанием резистентных форм оказалось наиболее эффективным. При более высоких показателях исходной доли устойчивой субпопуляции (I0% и более) в результате их использования наблюдается резкое возрастание частоты резистентности и потерь урожая.

Наиболее предпочтительным оказался 6 вариант опыта , где после первой обработки ридомилом последующие два опрыскивания проводили контактным поликарбацином.

Для установления влияния каждого из проведенных опрыскиваний на динамику резистентности патогена в течение вегетационного сезона, а также определения количественных изменений в соотношении чувствительной и устойчивой к препаратам субпопуляций в период зимнего хранения отбирали контрольные образцы клубней в хранилищах и пораженных растений картофеля в летний период (рис.2).

В течение вегетационного периода вследствие применения фениламидных фунгицидов произошло значительное увеличение частоты резистентности - после первой обработки появились высокорезистентные штаммы и увеличилась доля среднеустойчивых за счет уменьшения количества высокочувствительных изолятов, после второго опрыскивания наблюдалось доминирование высокорезистентных форм, тогда как две другие группы практически исчезли. Такая структура популяции сохранялась в период уборки клубней и в первые 2-3 месяца их хранения. В период между первым (отбор семенного материала в середине периода хранения) и вторым (проба при обнаружении первых признаков болезни на ботве) учетами происходит изменение соотношения между тремя различающимися по чувствительности к рассматриваемым систем-

ным препаратам группам изолятов патогена, приближаясь к первоначальному уровню.

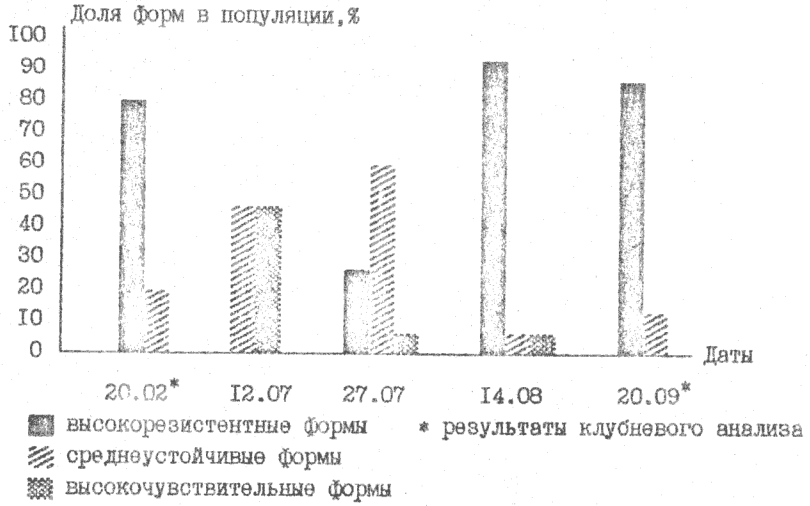

Рисунок 2. Динамика резистентности природной популяции P.infestans в течение годового цикла

В конце вегетационного сезона (середина августа) на опрыскиваемом металаксил-содержащим препаратом (арцерид 60% с.п.) поле и пространственно удаленном от него контрольном поле, на котором химические обработки не проводились, был проведен анализ изолятов патогена на резистентность к фениламидам (с каждого поля выделяли по I50 изолятов). Анализ показал, что частота резистентности изолятов после обработки картофеля арцеридом составила 49.7-52.7%, в контроле I9.9-2I.I%. Таким образом, даже однократное применение смешанного фунгицида вызвало значительное (более, чем в два раза по сравнению с контролем) увеличение доли металаксил-резистентной субпопуляции.

Для определения взаимного влияния различных по чувствительности к фениламидам изолятов патогена в условиях совместного развития (в смеси) был проведен ряд экспериментов в отсутствие фунгицидов. В данных опытах были проведены II пассажей на высечках из клубней картофеля, результаты анализа которых представлены в таблице 4 и на рисунке 3.

Таблица 4.

Изменение долей резистентных и чувствительных к фениламидам форм P.infestans при совместных пассажах через клубни картофеля, %

Пары изолятов	Уровень чувствительности	Номера пассажей		
		0	6	II
4.2 - 30	Низкий	50.0	5.3	27.3
	Средний	0.0	63.I	27.3
	Высокий	50.0	3I.6	45.4
977 - 976	Низкий	50.0	0.0	2I.4
	Средний	0.0	77.8	42.9
	Высокий	50.0	22.2	35.7
986 - 220	Низкий	50.0	5.6	40.0
	Средний	0.0	55.5	20.0
	Высокий	50.0	38.9	40.0

Доля чувствительных к фениламидам форм оказалась в течение II пассажей практически неизменной. Что касается высокорезистентных форм, то в опытах наблюдается резкое уменьшение их содержания в смеси. Параллельно проведенные эксперименты подтвердили, что это не является результатом самопроизвольного понижения уровня устойчивости. Такое уменьшение резистентности во всех трех случаях происходило за счет появления группы среднеустойчивых форм, содержание которых превышало при некоторых оценках 60-70%. Возможное объ-

яснение этому - процесс вегетативной гибридизации резистентных и чувствительных штаммов, в результате которого и были образованы формы с промежуточным уровнем устойчивости.

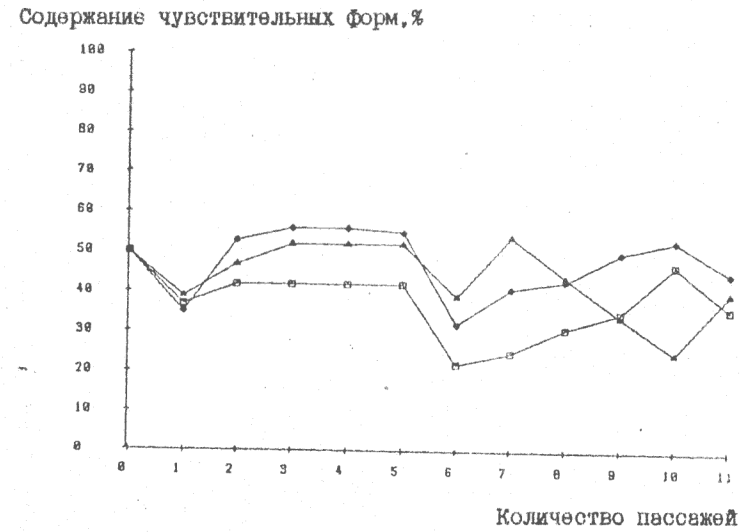

Рисунок 3. Содержание чувствительных к фениламидам форм Phytophthora infestans при пассажах через клубни

Проведенные анализы показали, что среднеустойчивые моноконидиальные изоляты, полученные после совместного посева споровых суспензий высокочувствительного и высокорезистентного изолятов гриба и дальнейшего выращивания их in vitro, в течение некоторого времени сохраняют первоначальные характеристики резистентности на прежнем уровне, а затем, после нескольких пересевов, наблюдается переход части среднеустойчивых клонов в группу высокочувствительных.

Полученные результаты дают основание полагать, что применение системных препаратов практически во всех регионах страны привело к формированию высокорезистентной популяции патогена, обладающей достаточно высокими характеристиками жизнеспособности и конкурентоспособности. Применение фениламидов против популяций, содержащих более I0% устойчивых форм приводит к быстрому нарастанию резистентности и снижению их защитных свойств. Критическим для резистентных форм, очевидно, является период хранение клубней - начало развития болезни в поле. Именно в это время отмечается существенное снижение частоты резистентности.

Глава 3. Эффективность различных фунгицидов в зависимости от уровня чувствительности популяции возбудителя фитофтороза картофеля к фениламидам

Задачей проведенных опытов было изучение зависимости между частотой резистентности популяции P.infestans и эффективностью различных фунгицидов. В опытах использовались как отдельно системные препараты - ридомил (металаксил) и сандофан (оксадиксил), так и заводские (арцерид) и баковые смеси системных и контактных фунгицидов. В качестве эталона был использован поликарбацин. Критерием, определяющим целесообразность применения препаратов, содержащих системные компоненты, на фоне резистентной популяции, являлась их эффективность по сравнению с эталоном. Полученные в ходе опытов данные представлены в таблице 5.

Поликарбацин был одинаково эффективен против популяций P.infestans с различной частотой резистентности. Защитное действие ридомила и сандофана снижалось по мере увеличения устойчивости исследуемых популяций. Арцерид и смесь сандофана с поликарбацином

лучше предотвращали заражение листьев чувствительными формами, но уже при 25-35% уровне частоты резистентности становились практически равными поликарбацину. При дальнейшем нарастании доли устойчивых форм в популяции активность этих препаратов неуклонно продолжала снижаться и при высоких показателях частоты резистентности их эффективность оказывалась ниже, чем у контактного препарата.

Таблица 5.

Эффективность различных фунгицидов против популяций P.infestans с различной частотой резистентности

Частота резистентности,%	Кол-во некрозов, % от незащищенного контроля					$НСР_{05}$
	поликарбацин	ридомил	арцерид	сандофан	сандофан+ поликарбацин	
0	54.3	5.9	4.I	I3.6	5.8	8.I
I0	53.6	29.5	II.4	39.9	40.I	II.6
25	54.7	54.8	28.I	58.9	55.8	I3.2
50	5I.5	72.3	40.2	84.0	7I.5	I7.8
I00	50.9	88.0	55.6	I00.7	83.7	I7.9

Таблица 6.

Эффективность фунгицидов против различных по чувствительности групп изолятов P.infestans на стадии непрямого прорастания

Чувствительность	Показатели ЭК 50, мкг/мл		
	поликарбацин	хлорокись меди	арцерид
Высокая	0.9	I.I	2.3
Средняя	I.2	0.9	3.6
Низкая	I.I	I.2	I3.9
$НСР_{05}$	0.7	0.5	3.I

Для оценки эффективности препаратов на начальном этапе патогенеза - прорастании спор патогена были отобраны три группы изолятов, различающиеся по уровню чувствительности к фениламидам. Количественным показателем влияния исследуемых фунгицидов являлся показатель $ЭК_{50}$ для каждого изолята.

Контактные препараты оказали одинаковое фунгицидное действие на различные по чувствительности изоляты патогена, эффективность комплексного арцерида оказалась меньшей для резистентных форм гриба (таб.6).

По всей видимости, данные результаты могли быть следствием либо низкого качества составляющих арцерид компонентов, либо определенного блокирующего эффекта металаксила по отношению к поликарбацину. Опыты, проведенные с целью проверки этих предположений, подтвердили, что в данном случае наблюдается снижение эффективности поликарбацина в присутствии фениламидов в отношении устойчивых форм P.infestans, причем этот эффект усиливается при увеличении доли системного компонента в смеси (таб.7). Подобные результаты были получены и с другим контактным препаратом - хлорокисью меди. Не исключено, что подобный эффект связан с заводской технологией изготовления препаративных форм.

Так как только системным веществам свойственно перемещение по растению - в том числе и в клубни, то применение смесей против фитофтороза картофеля с этой точки зрения равносильно использованию чистых системных препаратов - защитный эффект фунгицидных смесей в отношении подземных органов растения картофеля присущ лишь фениламидам.

При анализе клубней от растений, обработанных через 70 дней после посадки растворами ридомила и сандофана с целью определения динамики сохранения фениламидов в клубнях путем оценки их влияния

на интенсивность спороношения изолятов P.infestans оказалось, что поступившего в клубни металаксила оказалось достаточно для эффективного сдерживания развития и спороношения чувствительных форм в течение 2-3 недель. Основная потеря влияния фунгицида произошла через 2-4 недели после обработки. Что касается резистентных форм, то через сутки после опрыскивания ботвы наблюдалась стимуляция спороношения гриба на клубнях, исчезающая при последующих учетах.

Таблица 7.

Влияние различных долей металаксила на непрямое прорастание резистентных и чувствительных к фениламидам изолятов P.infestans, % от контроля

Изоляты	Конц. по ПКЦ,мкг/мл	Соотношение ридомил:поликарбацин						$НСР_{05}$
		I:2	I:5	I:I0	I:50	I:I00	0:I	
Чувствительные	I0	4.0	3.9	3.0	4.5	7.I	8.3	4.5
	5	33.2	29.5	36.4	39.9	42.9	62.5	23.0
	I	68.7	64.7	79.4	78.3	86.6	84.4	I6.7
	0.5	86.8	88.2	89.4	92.4	98.5	93.3	I3.6
	0.I	98.0	97.6	98.4	97.3	98.5	98.I	4.0
Резистентные	I0	75.8	73.7	72.9	38.8	25.8	7.7	I8.3
	5	95.9	98.3	97.9	83.7	87.9	74.5	I0.5
	I	97.9	99.3	I0I.0	96.9	93.9	9I.8	7.8
	0.5	96.9	99.3	I00.0	98.9	96.9	92.8	6.5
	0.I	98.9	98.9	I02.0	98.9	97.9	96.8	5.4

Подобные результаты были получены при анализе клубневых проб через разные сроки после опрыскивания различными фунгицидами делянок в полевых опытах (таблицы 8 и 9).

Поликарбацин, не являясь системным фунгицидом, не оказывал влияния на развитие опытных изолятов на клубнях. Развитие чувствительных к фениламидам форм гриба успешно подавлялось системными

фунгицидами и их смесями в течение двух недель. В то же время наблюдалась некоторая стимуляция спороношения резистентных изолятов, которая исчезала через 3-7 дней после опрыскивания. Возможно, это связано с биохимическими процессами, происходящими в растущих клубнях.

Таблица 8.

Интенсивность спороношения металаксил-чувствительных изолятов P.infestans на клубнях картофеля в различные сроки после обработки полевых растений фунгицидами, % от контроля

Кол-во дней	Фунгициды				$НСР_{05}$
	ридомил	сандофан	арцерид	поликарбацин	
I	I6.7	20.8	I2.5	9I.7	II.2
3	27.3	33.3	24.2	90.9	6.5
7	39.5	44.7	36.8	94.7	9.4
I5	4I.6	49.2	38.2	I00.0	5.3
45*	8I.I	86.0	75.7	97.3	I2.I

* анализ после уборки клубней

Таблица 9.

Интенсивность спороношения металаксил-резистентных изолятов P.infestans на клубнях картофеля в различные сроки после обработки полевых растений фунгицидами, % от контроля

Кол-во дней	Фунгициды				$НСР_{05}$
	ридомил	сандофан	арцерид	поликарбацин	
I	I27.6	II7.3	I24.I	96.6	I5.5
3	III.I	I02.8	I05.6	9I.7	II.7
7	93.3	86.7	86.7	96.7	I2.8
I5	97.2	94.4	9I.7	97.2	8.4
45*	96.4	96.4	I00.0	96.4	I0.I

* анализ после уборки клубней

Выводы

I. Проведено сравнение основных биологических свойств чувствительных и резистентных к фениламидным фунгицидам изолятов Phytophthora infestans. Инфекционность, скорость разрастания некрозов, скорость роста на искусственных средах, продуктивность спороношения и длительность сохранения жизнеспособности спор в почве у сравниваемых групп изолятов статистически не различимы. Среди чувствительных и резистентных изолятов гриба обнаруживались как более агрессивные, так и слабые, менее конкурентоспособные формы независимо от географической принадлежности и времени выделения.

2. Установлено, что споры резистентных изолятов более чувствительны к изменению температуры при прорастании. Общая тенденция - переход от непрямого (выход зооспор) к прямому прорастанию ростком при повышении температуры с 6°С до 25°С. Однако высокочувствительные к фениламидам формы P.infestans проявляют определенную стабильность, в то время как у резистентных наблюдается более быстрый переход к прямому прорастанию конидии гриба при повышении температуры.

3. Установлен факт увеличения спороношения резистентных изолятов на листьях при невысоких концентрациях фениламидных фунгицидов (до 20% случаев). Это дает основание предположить, что после окончания срока действия контактного компонента смеси возможно стимуляция развития болезни остаточными количествами фениламидных фунгицидов, если доля резистентных к ним форм патогена достаточно велика.

4. Изучена динамика резистентности патогена в течение вегетации картофеля. Использование фениламидов первоначально приводит к быстрому увеличению доли устойчивых форм в популяции, причем уро-

вень резистентности значительно повышается к концу вегетационного периода.

5. Показано, что при переходе инфекции с ботвы на клубни и в период зимнего хранения состав популяции патогена практически не изменялся. Критическим для резистентных форм гриба, по всей видимости, является период времени от конца хранения клубней до проявления болезни на ботве.

6. В опытах со смесями высокорезистентных и высокочувствительных изолятов показано, что в течение II пассажей на растительных тканях соотношение устойчивых и чувствительных форм не изменялось. Однако установлено, что в популяции зарегестрировано образование значительной доли среднеустойчивых форм. На искусственных средах часть таких новообразовавшихся промежуточных клонов после нескольких пассажей переходит в группы чувствительных или высокоустойчивых изолятов. Данный факт дает основание полагать, что группа со средней устойчивостью может служить адаптивным потенциалом, позволяющим популяции достаточно быстро реагировать на фунгицид или отказ от его применения.

7. Частота резистентности в популяции, равная I0%, является пороговой для применения системных фунгицидов. Использование фениламидов при более высоких значениях частоты резистентности приводит к очень быстрому росту содержания резистентных клонов в популяции и снижению эффективности фунгицидов до уровня контактных препаратов, что делает их использование неоправданным.

8. Подтверждена высокая эффективность смесей системных и контактных фунгицидов (арцерида, баковых смесей металаксила и оксадиксила с поликарбацином или хлорокисью меди) против чувствительных популяций, однако их фунгицидная активность против резистентных популяций ниже, чем у контактных препаратов.

9. Системные фунгициды, накапливаясь в клубнях, создают условия для преимущественного развития резистентных к фениламидным фунгицидам форм, способствуя, таким образом, селекции популяции на резистентность, что особенно опасно на семенных посадках.

Рекомендации

Возможность и кратность применения фунгицидов на основе фениламидных соединений определяется наличием и количественным содержанием резистентных к ним форм Phytophthora infestans.

Применение металаксил- или оксадиксил-содержащих препаратов при частоте резистентности выше I0% является менее эффективным по сравнению с контактными фунгицидами и экономически необоснованным. Для практических целей, таким образом, могут быть выделены три состояния популяции.

- Отсутствие резистентных форм, популяция полностью чувствительна к фениламидам - допускается две обработки металаксил- или оксадиксил-содержащими фунгицидами. Заключительные обработки должны проводиться обязательно контактными препаратами.

- Популяция патогена содержит резистентные формы , частота резистентности менее I0% - допускается не более одной обработки препаратами, содержащими фениламидные соединения. Последующие обработки должны проводиться обязательно контактными фунгицидами.

- Частота резистентности популяции выше I0% - применение металаксила и родственных ему препаратов нецелесообразно. Защитные обработки проводят только контактными препаратами. В дальнейшем вопрос о возможности использования системных фунгицидов решается в зависимости от результатов мониторинга популяции возбудителя фитофтороза в отношении чувствительности к фениламидам.

С целью предотвращения развития и распространения резистентности по территории страны не допускать опрыскивание посадок семенного картофеля препаратами, содержащими в своем составе металаксил и родственные ему фениламидные соединения.

При испытаниях эффективности новых комплексных (смесевых) препаратов, содержащих системные соединения, необходимо использовать не только чувствительные, но и резистентные к ним изоляты патогенных грибов.

Работы, опубликованные по теме диссертации

I. Козловский Б.Е., Трус С.М. Наследование резистентности в вегетативном потомстве Phytophthora infestans (Mont.) dBy // В кн.: Эпифитотии сельскохозяйственных культур, их прогноз и профилактика. III.Принципы и методы управления защитой растений от болезней в условиях интенсивного растениеводства (Сб.тезисов докл.науч.конф.).-Ташкент.-1988.-с.32.

2. Кузнецова И.Ф., Козловский Б.Е., Супрун В.И., Трус С.М. Резистентность возбудителя фитофтороза картофеля к некоторым фунгицидам // Защита растений.-1989.-5.-с.38-39.

3. Методические указания по мониторингу возбудителя фитофтороза картофеля для определения чувствительности его к металаксилу //М..-1989.-с.I-I4.

4. Козловский Б.Е., Трус С.М. Наследование резистентности к металаксилу в вегетативном потомстве Phytophthora infestans (Mont) dBy // В кн.: Вопросы защиты сельскохозяйственных растений и животных от болезней (Сб.науч.тр.).-Алма-Ата.-1989.-ч.I.-с.7- I3.

5. Трус С.М., Козловский Б.Е. Некоторые аспекты взаимодействия системных и контактных компонентов фунгицидных смесей, применяемых в борьбе с фитофторозом картофеля // В кн.: Химизация сельского хозяйства и окружающая среда (Тез.докл.научн.-практич.конференции).-Челябинск.-1990.-с.148-150.

6. Филиппов А.В., Рогожин А.Н., Козловский Б.Е.,Гуревич Б.И., Чебернина Т.Ф., Стародуб И.Л., Супрун В.И., Трус С.М., Мыльников Н.М. Определитель оптимальных решений по защите картофеля от фитофтороза и альтернариоза // Картофель и овощи.-1990.-2. -с.43-46.

7. Козловский Б.Е., Трус С.М. Наследование резистентности к препаратам из группы фениламидов в вегетативном потомстве Phytophthora infestans (Mont.) dBy // В кн.: Молодые ученые - сельскому хозяйству Нечерноземной зоны (Тез.докл.науч.-произв.конф.). -М..-1990.-с.54-56.

8. Козловский Б.Е., Трус С.М. Динамика резистентности к металаксилу в популяциях Phytophthora infestans (Mont.) dBy // В кн.: Молодые ученые - сельскому хозяйству Нечерноземной зоны (Тез.докл. науч.-произв.конф.).-М..-1990.-с.107-109.

9. Козловский Б.Е., Трус С.М., Супрун В.И. Экспресс-метод определения резистентных к металаксилу форм Phytophthora infestans (Mont.) dBy и частоты их встречаемости в популяции // Защита растений.-1990.-II.-с.25.

I0. Стратегия и тактика защиты картофеля от фитофтороза (Методические рекомендации) // М..-1990.-с.I-4I.

II. Трус С.М., Козловский Б.Е. Выживаемость в почве изолятов Phytophthora infestans, различающихся по чувствительности к фениламидам и типу совместимости // В кн.: Эпифитотии сельскохозяйственных культур, их прогноз и профилактика.- IV.Современные экологически безопасные системы защиты полевых культур от болезней (Сб.тезисов докл.науч.конф.).-Анапа.-1991.- с.I2I-I23.

I2. Трус С.М., Козловский Б.Е. Особенности развития резистент-

ности к фунгицидам в популяции Phytophthora infestans (Mont.) de Bary и эпифитотиологическое обоснование методов предотвращения этого явления // В кн.: Эпифитотии сельскохозяйственных культур, их прогноз и профилактика.- IV.Современные экологически безопасные системы защиты полевых культур от болезней (Сб.тезисов докл.науч. конф.).-Анапа.-1991.- с.277-280.

13. Пашухина И.В., Филиппов А.В., Трус С.М., Козловский Б.Е. Возможные последствия применения фениламидов против резистентных популяций возбудителя фитофтороза картофеля // В кн.: Эпифитотии сельскохозяйственных культур, их прогноз и профилактика.- IV.Современные экологически безопасные системы защиты полевых культур от болезней (Сб.тезисов докл.науч.конф.).-Анапа.-1991.- с.281-285.

Объем 1½ п. л. Заказ 785. Тираж 100

Типография Московской с.-х. академии имени К. А. Тимирязева
127550, Москва И-550, Тимирязевская ул., 44