

ОТНОШЕНИЕ К ФУНГИЦИДАМ И АГРЕССИВНОСТЬ ИЗОЛЯТОВ ФИТОФТОРЫ

Ю.С. Троицкая, А.С. Черняховская, А.Н. Смирнов,
Российский государственный аграрный университет —
Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева

Исследования *in vitro* большого количества изолятов фитопатогенов позволяют за короткий период времени получить их достоверные характеристики. Для *Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary это актуально из-за появления новых биотипов, изменения уровня устойчивости к основным фунгицидам, применяемым против фитофтороза, патогенности (вирулентности и агрессивности), а также изменения устойчивости растений-хозяев.

В исследованиях использовали 26 изолятов *Ph. infestans* с типами спаривания А1 и А2 из разных регионов России, которые выделили в 2003—2004 гг. с листьев картофеля и томата, а также плодов томата из Калужской (3 — А1 и 2 — А2), Московской (7 — А1 и 1 — А2), Новгородской обл. (3 — А1 и 4 — А2) и Москвы (3 — А1 и 3 — А2). Устойчивость изолятов *Ph. infestans* к фунгицидам Квадрис (азоксистробин), Ширлан (флуазинам) и Ридомил (металаксил) определяли *in vitro* путем вычисления наименьшей сдерживающей концентрации к препаратам. Для этого в чашки Петри с питательной средой (овсяный агар) добавляли фунгициды в различных концентрациях. Для определения агрессивности изолятов *Ph. infestans* на дисках клубней картофеля Санте и Луговской (после 8 мес. хранения), а также сегментах листьев сорта Луговской (взяты из полевого опыта) измеряли следующие параметры (повторность — 3-кратная): инкубационный (ИП), латентный (ЛП) периоды, размер некрозов (РН), интенсивность спороношения (ИС), частоту инфекции (ЧИ).

ИП — промежуток времени (сут.) от инокуляции до того дня, когда впервые было отмечено появление симптомов фитофтороза (некроза или спороношения). ЛП — промежуток времени (сут.) от инокуляции до того дня, когда было отмечено спороношение. РН учитывали на 5-й день после инокуляции по специальной шкале в баллах (1 балл — некротизировано до 10% поверхности; 2 балла — 11—30%; 3 балла — от 31—60%; 4 балла — от 61—90%; 5 баллов — 91—100%). ИС определяли на 5-е сут. после инокуляции и оценивали в баллах (1 балл — до 10% поверхности покрыто спороношением; 2 балла — 11—30%; 3 балла — 31—60%; 4 балла — 61—90%; 5 баллов — 91—100%). ЧИ — наличие признаков заражения фитофторозом на 5-й день после инокуляции, который учитывали в баллах отдельно по каждой повторности (1 балл — заражен 1 диск или лист; 2 балла — 2 диска или листа; 3 балла — 3 диска или листа; 4 балла — 4 диска или листа; 5 баллов — заражены все диски или доли листьев). После получения вышеперечисленных параметров вычисляли итоговый индекс агрессивности (ИИА) по следующей формуле: $ИИА = (ЧИ \times РН \times ИС) / (ИП \times ЛП)$.

Результаты по каждому показателю агрессивности на основе средних значений ранжировали. Это позволило выделить высоко-, умеренно- и малоагрессивные изоляты *Ph. infestans* (табл. 1).

Только один московский изолят (с типом спаривания А1) был устойчивым к фунгициду Ридомил. Рост его мицелия ограничивался на среде с максимальной концентрацией данного препарата (100 мкг/мл). Остальные изоляты были примерно в равной степени чувствительны к Ридомилу.

Более устойчивыми к фунгициду Ширлан на фоне остальных (ограничение роста мицелия только при концентрации фунгицида 0,1%) были 5 изолятов с типом спаривания А1 из Московской и Новгородской обл. и всего 1 новгородский изолят с типом спаривания А2. Таким образом, к Ширлану большую устойчивость проявили изоляты с типом спаривания А1.

Более устойчивыми к фунгициду Квадрис были 3 изолята с типом спаривания А1 и 5 изолятов с типом спаривания А2 из Московской и Новгородской обл. Рост их мицелия ограничивался на среде с концентрацией фунгицида 0,001%.

Таблица 1. Агрессивность изолятов *Phytophthora infestans*

Ранг агрессивности	ЧИ, РН, ИС (балл.)	ИП, ЛП (сут.)	ИИА (индекс)
Малоагрессивные	0—1,9	>4,0	0—3,5
Умеренноагрессивные	2,0—3,9	3,1—4,0	3,6—6,5
Высокоагрессивные	4,0—5,0	2,1—3,0	>6,5

При определении агрессивности изолятов *Ph. infestans* на клубневых дисках выявлен широкий диапазон значений ее компонентов.

Распределение ИИА показало, что на клубневых дисках сорта Санте из 26 проверенных были высокоагрессивными 2 изолята с типом спаривания А1 из Новгородской и Калужской обл. и 2 изолята с типом спаривания А2 из Новгородской обл. Умеренно агрессивными были 5 изолятов с типом спаривания А1 из Москвы, Московской и Новгородской обл. и 2 — с типом спаривания А2 из Москвы и Новгородской обл.

Распределение ИИА на клубневых дисках сорта Луговской показало, что из всех проверенных были высокоагрессивны 6 изолятов А1 из Калужской, Новгородской обл. и Москвы и 4 изолята с типом спаривания А2 из Москвы и Новгородской обл. Умеренно агрессивными были 3 изолята с типом спаривания А1 из Москвы, Московской и Калужской областей и 3 — с типом спаривания А2 из Новгородской обл. и Москвы.

Достоверные различия между изолятами с типами спаривания А1 и А2 в пользу А2 выявили по ИС на сорте Санте. ЧИ на сорте Луговской была достоверно больше у изолятов с типом спаривания А1 (табл. 2). ЛП был меньше, а ИИА — больше у изолятов с типом спаривания А2 на обоих сортах.

На сегментах листьев сорта Луговской все изоляты оказались малоагрессивными. Только у 4 (все с типом спаривания А1) из 15 изученных изолятов было отмечено слабое спороношение. Остальные изоляты листья не заразили.

Корреляции между ИИА при инокуляции клубней картофеля и отношением к фунгицидам у изолятов с типами спаривания А1 и А2 обнаружено не было (табл. 3). Однако на листьях мы выявили среднюю степень корреляции между итоговым индексом агрессивности и отношением к фунгициду Квадрис. Поскольку и некроз, и спороношение мы наблюдали только при инокуляции листьев изолятами с типом

Таблица 2. Сравнение изолятов *Phytophthora infestans* с типами спаривания А1 и А2 по агрессивности на клубневых дисках двух сортов картофеля

Компонент агрессивности	Сорт Сантэ		Сорт Луговской	
	Средние для изолятов		Средние для изолятов	
	А1	А2	А1	А2
ЧИ	4,1	4,3	4,6*	3,2*
РН	2,9	3,0	3,6	3,8
ИС	2,4*	2,8*	2,6	3,3
ИП	3,0	3,1	3,4	3,4
ЛП	3,9	3,1	3,9	3,5
ИИА	3,2	4,1	4,6	5,7

* Различия достоверны согласно критерию χ^2

Таблица 3. Значения коэффициентов корреляции (с учетом ошибки) между ИИА и отношением к фунгицидам изолятов *Phytophthora infestans*

ИИА	Отношение к фунгицидам		
	Квадрис	Ширлан	Ридомил
Диски клубней сорта Санте	-0,13±0,20	0,07±0,20	0,11±0,20
Диски клубней сорта Луговской	-0,13±0,19	-0,27±0,19	0,18±0,20
Листья сорта Луговской	0,57±0,17	0,13±0,27	0,17±0,20

спаривания А1, можно считать, что именно они внесли свой вклад в корреляцию с отношением к Квадрису. Эти данные подтверждают результаты предшествующих исследований И.М. Яшиной о том, что изоляты *Ph. infestans* по-разному проявляют себя на листьях и клубнях картофеля.

Таким образом, мы не обнаружили существенных различий по отношению к фунгицидам и компонентам агрессивности при сравнении изолятов *Ph. infestans* с типами спаривания А1 и А2 из разных регионов. Лишь по интенсивности спороношения на клубневых дисках сорта Сантэ изоляты с типом спаривания А2 превосходили изоляты с типом спаривания А1. Последние имели большую частоту инфекции на клубневых дисках сорта Луговской и были более устойчивы к фунгициду Ширлан.

При инокуляции клубней итоговый индекс агрессивности изолятов с типами спаривания А1 и А2 не коррелировал с отношением патогена ко всем изученным нами фунгицидам. При инокуляции листьев выявили среднюю степень корреляции между итоговым индексом агрессивности и отношением к фунгициду Квадрис. Эта взаимосвязь в большей степени определялась изолятами с типом спаривания А1.

В целом, полученные результаты свидетельствуют о том, что в полевых условиях не требуется методов защиты картофеля, отличающихся друг от друга в зависимости от типа спаривания изолятов *Ph. infestans*. Но в отдельных случаях, против тех или иных конкретных полевых популяций это может иметь принципиальное значение. Вклад изолятов определенного типа спаривания в агрессивность или устойчивость к фунгицидам полевой популяции может оказаться решающим. Такие изоляты могут попадать в популяции, например, в результате миграций и значительно менять их потенциал. Однако вследствие половой и (или) вегетативной гибридизации, эти различия между изолятами разных типов спаривания будут постепенно или быстро сглаживаться. 