

УДК 632.35

## ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ОТ БАКТЕРИОЗОВ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ

К. В. ПОПКОВА, Ю. И. ШНЕЙДЕР

(Кафедра фитопатологии ТСХА, НИИ картофельного хозяйства)

Интенсификация сельскохозяйственного производства существенным образом меняет сложившиеся представления о характере развития болезней культурных растений и о размерах потерь, причиняемых ими. Факторы интенсификации, такие как специализация и концентрация, повышенные дозы удобрений, индустриальная технология возделывания культур, создают условия, благоприятные для накопления и распространения возбудителей болезней. В связи с этим защита культурных растений от болезней становится неотъемлемым звеном технологического процесса. Вместе с тем высокая эффективность защиты возможна только при использовании методов, основанных на четких представлениях о биологии возбудителя и характере взаимоотношений в системе растение — паразит.

Среди многочисленных болезней основных сельскохозяйственных культур в последние годы стали наиболее распространенными и вредоносными черный, базальный и бурый бактериозы пшеницы [22, 23, 24], черная ножка и кольцевая гниль картофеля [13, 14, 19], бактериозы кормовых злаковых культур [18], зернобобовых [3] и другие бактериальные болезни.

Кроме ранее известных и изученных бактериозов, появился ряд новых; некоторые болезни, ранее занимавшие ограниченные ареалы, стали широко распространены (бактериозы зерновых, бактериозы древесных, лесных и плодовых культур).

Вместе с тем система защитных мероприятий по борьбе с бактериозами разработана недостаточно, так как в большинстве случаев отсутствуют сведения об особенностях развития бактериозов в условиях интенсификации. Среди факторов, оказывающих существенное влияние на характер развития бактериозов в условиях интенсификации, следует выделить следующие:

— насыщение севооборотов одной ведущей культурой. При этом появляется возможность накопления и сохранения инфекции бактериозов в почве, в растительных остатках (бактериозы картофеля, овощных культур, хлопчатника, подсолнечника и др.);

— внесение повышенных доз удобрений, особенно азотных. Оно приводит к изменению строения покровных тканей растения, что облегчает проникновение в него патогенных бактерий. Кроме того, происходит изменение обмена веществ в растении, при котором могут создаваться более благоприятные условия для фитопатогенных бактерий, в частности, для их размножения. При повышенных дозах удобрений в посевах изменяется микроклимат, повышается влажность, что, в свою очередь, также благоприятствует развитию бактериозов. При существенном увеличении надземной массы растений облегчается процесс распространения бактерий от растения к растению. Возрастает опасность распространения бактериозов и при использовании индустриальной технологии возделывания культур, в первую очередь корнеплодов, картофеля, плодов за счет увеличения числа механических повреждений;

— введение в производство новых сортов интенсивного типа, не обладающих устойчивостью к болезням.

В течение 1973—1983 гг. на кафедре фитопатологии Тимирязевской академии и в НИИ картофельного хозяйства проводилось совместное изучение бактериозов картофеля, зерновых и технических культур. Программа исследований включала в себя изучение вирулентных свойств возбудителей, изменчивости фитопатогенных бактерий по признаку вирулентности, роли почвы в сохранении фитопатогенных бактерий, влияния факторов внешней среды на характер развития бактериозов, роли фитопатогенных бактерий в развитии болезней сопряженного типа, а также обоснование системы защитных мероприятий.

Некоторые детальные исследования выполнялись в системе картофеля — возбудители бактериозов.

Основные выдвинутые нами положения могут быть использованы для характеристики процесса развития бактериозов сельскохозяйственных культур в условиях интенсификации.

Возбудители основных бактериозов — фитопатогенные и полусапрофитные виды родов *Pectobacterium*, *Corynebacterium*, *Pseudomonas* и *Bacillus* — представлены в природе популяциями штаммов, различающихся по некоторым признакам, прежде всего по вирулентности [15, 16, 19, 28].

Защитная реакция устойчивого сорта состоит в подавлении размножения бактерий. В тканях таких сортов на фоне подавления бактерий происходит отбор высоковирулентных форм возбудителя черной ножки, бурой, кольцевой и мокрых гнилей клубней. Тенденция нарастания пораженности устойчивых сортов в естественных условиях обусловлена накоплением более вирулентных штаммов фитопатогенных бактерий — возбудителей бактериозов. Данный процесс ускоряется в условиях, способствующих накоплению бактерий в клубнях картофеля: при благоприятной погоде, несбалансированном внесении органических и минеральных удобрений, неправильном хранении.

Как показали наши исследования, изменчивость возбудителя черной ножки *Pect. phytophthorum* приводит к возникновению авирулентных и слабовирулентных форм [13, 15, 16, 28] и их накоплению в почве, особенно при наличии в ней неразложившихся растительных остатков, а также в ризосфере культурных и дикорастущих растений. Эти формы бактерий могут длительное время существовать в почве.

Способность длительного существования возбудителей мокрых гнилей в зоне ризосферы картофеля установила Е. В. Матвеева [9]. Применяв метод накопительных культур, она выявила присутствие фитопатогенных видов рода *Erwinia* (*Pectobacterium*) в ризосфере картофеля и ряда сорняков (одуванчика, подорожника, сурепки, молочая и др.), росших на полях, занятых в прошлом году капустой, морковью или картофелем. Это свидетельствует о широком распространении указанных возбудителей в почве. Насыщение полей севооборотов картофелем и овощными культурами также способствует накоплению и сохранению инфекционного начала в растительных остатках и почве. В почве создается слабый инфекционный фон, и при контакте с восприимчивыми растениями в благоприятных условиях может произойти заражение растений. Данный инфекционный фон в известной мере является причиной появления черной ножки и мокрых гнилей клубней в растениях безвирусного картофеля, полученного методом меристемных культур. Наличие почвенной инфекции может привести к массовому инфицированию клубней в поле и в последующем — к развитию мокрых гнилей клубней при хранении [13].

Таким образом, подавляющая часть возбудителей бактериозов обладает способностью сохраняться от сезона к сезону. В условиях интенсификации при насыщении севооборота одной ведущей культурой создаются условия не только для постоянного сохранения инфекционного фона почвы, но и для постепенного накопления в почве возбудителей бактериозов.

Гетерогенность возбудителей бактериозов по признаку вирулентности обеспечивает формирование популяций возбудителя в соответствии с особенностями растений-хозяев и условиями внешней среды. Она обусловлена наличием внутривидовой изменчивости бактерий и имеет существенное значение как для сохранения возбудителя в природных условиях, так и для адаптации к различным сортам растений-хозяев и меняющимся условиям внешней среды [15, 16, 25, 28].

Наряду с этим у некоторых возбудителей наблюдается адаптация к несвойственным им условиям внешней среды. Так, при внедрении в производство ряда новых сортов, характеризующихся генетическим разнообразием, отмечено появление агрессивных штаммов некоторых бактерий и усиление их паразитических свойств [11, 15, 25]. Иногда могут значительно распространиться бактериозы, ранее имевшие ограниченный ареал, или появиться новые. К таким могут быть отнесены бурый, или слизистый, бактериоз картофеля, получивший распространение в последние годы на Урале, в Западной и Восточной Сибири и на Дальнем Востоке [11, 27]. М. В. Горленко [6] считал, что вид *Ps. solanasegum* способен поражать растения (томат, дыню, подсолнечник, сою и др.) в основном в южных районах страны. Однако возбудитель был обнаружен (и изолирован в чистую культуру) на томатах в Ленинградской области [5], на сое и картофеле — на Дальнем Востоке [4, 27]. В результате исследований [27] установлено, что выделенные в данных районах штаммы возбудителя бурой гнили относятся к северной расе (температурный оптимум 17—20°). Активное развитие болезни и возникновение эпифитотий отмечаются в благоприятные годы, когда температура 20—25° сочетается с повышенной влажностью. При благоприятных условиях хладолюбивые штаммы *Ps. solanasegum*, сильно поражающие томаты и сою, могли перейти на неустойчивые к этому возбудителю сорта картофеля Уральский ранний, Идеал и др.

В условиях интенсификации эти процессы ускоряются, что, в свою очередь, определяет быстрое развитие заболевания. Так, в Краснодарском крае, на Украине, в Молдавии, в Центрально-Черноземном районе и на Урале отмечено распространение корневых и стеблевых гнилей озимой и яровой пшеницы, вызываемых фитопатогенными видами родов *Pseudomonas* (*Ps. ramonicum*, *Ps. atrofaciens* и реже — видами *Ps. fluorescens* и *Ps. xanthochlora*) и *Pectobacterium* (*Pect. atroideae*, *Pect. carotovorum* и близкими к ним). Они приводят к побурению и загниванию стеблей и корневой шейки, недоразвитости растений и пустоколосости, щуплости зерна и его невсхожести. Гибель посевов озимой пшеницы в южной части УССР и Молдавской ССР в 1969—1970 гг. была вызвана видами *Pect. carotovorum* и *Ps. ramonicum* [22—24]. По всей вероятности, вследствие недооценки роли фитопатогенных бактерий в возникновении корневых гнилей пшениц в ряде зон рекомендации по борьбе с ними недостаточно эффективны.

Фитопатогенные и полусапрофитные бактерии на ряде сортов зерновых культур (озимая и яровая пшеница, рожь) при благоприятных погодных условиях (повышенные температура и относительная влажность воздуха в период созревания) вызывали отклонения в окраске колоса и зерна: порозовение и фиолетовая окраска, потемнение и т. д. [1, 17, 26]. Ранее считалось, что порозовение зерна чаще всего могут вызывать грибы рода *Fusarium*, при этом отмечалась токсикация зерна.

Исследования, проведенные во Всесоюзном НИИ масличных культур, показали, что виды рода *Pectobacterium* (чаще всего *Pect. carotovorum*) могут вызывать бактериальное увядание подсолнечника [12]. Данный бактериоз встречается в Краснодарском крае и Центрально-Черноземном районе, однако болезнь и ее возбудитель практически не изучались в условиях нашей страны. До настоящего времени не разработаны методы оценки селекционного материала подсолнечника на устойчивость к бактериозам и способы эффективной защиты от этого заболевания.

Развитие эпифитотий бактериозов сельскохозяйственных культур в большой мере определяется формой зараженности растений и посадочного материала. В последние годы установлено важное значение скрытой (латентной) формы инфекции, позволяющей фитопатогенным видам бактерий разных родов сохраняться длительное время (свыше года) в тканях внешне здоровых растений и клубней картофеля [10, 16, 19, 21]. Латентная зараженность представляет собой опасный источник инфекции бактериозов в условиях интенсификации возделывания картофеля. Помимо картофеля, эта форма зараженности имеет место у зерновых [26], зернобобовых [3] и ряда других культур. Латентная зараженность отличается повышенной опасностью при благоприятных условиях внешней среды (микроклимат в посевах, состояние растений и т. д.), складывающихся при интенсификации производства. Латентная зараженность в таких условиях может в короткий срок привести к развитию эпифитотий. Так, механизированное возделывание, уборка и послеуборочная доработка ряда культур (картофеля, корнеплодов, плодовых) приводят к значительным повреждениям тканей и активному перезаражению. В отдельные годы широко распространяются гнили клубней картофеля, корней, корнеплодов и плодов, вызываемые сапрофитными и полусапрофитными бактериями родов *Pseudomonas*, *Bacillus* и *Aerobacter*. К ним относятся виды *Bac. polytuxa*, *Bac. mesentericus vulgatus*, *Ps. fluorescens*, *Ps. xanthochlora* и др. [19, 20].

При наличии благоприятных условий может отмечаться массовое загнивание клубней картофеля и значительные потери от них уже в раннеосенний период хранения, причиной которых являются физиологическая незрелость клубней, неправильное питание растений в период вегетации, повышенные температура и относительная влажность воздуха при хранении [7, 13—15].

Наконец, об активизации роли фитопатогенных бактерий в условиях интенсификации свидетельствует и тот факт, что в последние годы возрастает распространение сопряженных болезней, при которых патологический процесс усиливается вследствие совместного развития фитопатогенных грибов и бактерий. Так, увеличилось распространение корневых гнилей зерновых культур, порозовения зерна ржи и пшеницы, в развитии которых принимают участие грибы и бактерии [17, 23].

Исследователями [2, 3, 7, 8 и др.] показана стимулирующая роль бактерий при смешанных инфекциях. Например, при совместной инфекции фитопатогенными бактериями рода *Pectobacterium* и грибами рода *Fusarium* ускоряется процесс разрушения клубней в период хранения.

Все вышеперечисленные факторы, имеющие место при интенсификации сельскохозяйственного производства, определяют, с одной стороны, количественное накопление возбудителей, а с другой — снижение устойчивости растений. В этих условиях ускоряются процессы накопления и обособления форм бактерий, переходящих от сапрофитного образа существования к паразитическому. Об этом свидетельствует нарастание болезней типа мокрых гнилей, например, мокрые гнили клубней и корнеплодов, овощей, плодов. Одновременно идет процесс повышения паразитических свойств у возбудителей бактериозов, ранее имевших ограниченное значение. Так, бактерии рода *Pseudomonas* получили в настоящее время значительное распространение на ряде важных продовольственных культур — картофеле, овощных, зерновых [13, 14, 20, 26]. Все это убедительно свидетельствует о возрастающей роли бактериозов различных сельскохозяйственных культур в условиях интенсификации. Есть все основания для прогноза дальнейшего нарастания вредоносности бактериозов на таких хозяйственно важных культурах, как картофель, овощные, плодовые и технические.

В связи с этим защита сельскохозяйственных культур от бактериозов является одной из актуальных проблем в современных условиях. Многие вопросы остаются еще не решенными. Так, отсутствуют точные сведения о видовом и штаммовом составе возбудителей бактериальных

заболеваний подсолнечника, плодовых и лесных культур, декоративных растений; не созданы быстрые и надежные методы диагностики бактериозов и их возбудителей (корневые и стеблевые гнили зерновых, бактериозы томатов и др.); слабо разработаны меры борьбы с отдельными бактериозами (бурый бактериоз картофеля, бактериозы технических, плодовых и лесных культур и т. д.).

Разработку интегрированной защиты отдельных культур от бактериозов можно вести по следующим этапам:

- создание исходного оздоровленного материала;
- выведение сортов с комплексной устойчивостью к основным бактериозам, разработка методов проведения оценки;
- разработка агротехнических мероприятий, обеспечивающих профилактику основных бактериозов;
- создание и внедрение в производство приемов, повышающих устойчивость культур к неблагоприятному действию фитопатогенных бактерий и изменяющих в нужном направлении физиолого-биохимические показатели культурных растений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аведжанова Г. П., Чумаков А. В. Бактериальная природа порозовения семян озимой ржи. — Тез. докл. III Всесоюз. конф. по бактер. болезням растений. Тбилиси: Мецниереба, 1976, с. 76—77.
2. Алексеева Т. П. Взаимодействие грибов и бактерий при образовании смешанных клубневых гнилей картофеля. — Автореф. канд. дис. Минск, 1981.
3. Бельтюкова К. И., Королева И. Б., Мурас В. А. Бактериальные болезни зернобобовых культур. Киев: Наукова думка, 1974.
4. Буданова В. И., Никитина К. В., Степанова С. Н. Бактериальное увядание зерновых бобовых культур, вызываемое *Ps. solanacearum*. — Тр. по прикл. бот., ген. и селек., 1976, т. 51, вып. 3, с. 82—96.
5. Гаврилова Е. А. Бактериозы томатов в Ленинградской области. — Автореф. канд. дис. Л., 1964.
6. Горленко М. В. Бактериальные болезни растений. М.: Высшая школа, 1967.
7. Дорожкин Н. А., Бельская С. И., Алексеева Т. П., Гредасова Т. Б. Новое в изучении клубневых гнилей картофеля при хранении. — Экспресс-информация. Минск, 1980.
8. Луткова Э. Ф. Комплексные (фомозно-фузариозные и бактериальные) гнили клубней картофеля (особенности патогенеза и способы подавления паразитической активности возбудителей). — Автореф. канд. дис. М., 1982.
9. Матвеева Е. В. Выживаемость возбудителей мягких гнилей в ризосфере овощных культур. — В кн.: Бактер. болезни растений. М.: Колос, 1981, с. 264—268.
10. Облезова Т. П. Изучение возбудителей черной ножки на разных сортах картофеля. — Автореф. канд. дис. М., 1969.
11. Оганесян А. А., Гюсан М. М., Вартанян Н. А. Возбудители бактериозов картофеля в Армении. — Тез. докл. III Всесоюз. конф. по бактер. болезням растений. Тбилиси: Мецниереба, 1976, с. 177—178.
12. Подсолнечник (Науч. тр. ВАСХНИЛ). / Под общ. ред. В. С. Пустовойта. М.: Колос, 1975.
13. Попкова К. В., Шмыгля В. А. Принципы интегрированной защиты от болезней в семеноводстве картофеля. — Изв. ТСХА, 1982, вып. 6, с. 139—146.
14. Попкова К. В., Шнейдер Ю. И., Воловик А. С., Шмыгля В. А. Болезни картофеля. М.: Колос, 1980.
15. Попкова К. В., Шнейдер Ю. И. Изменчивость возбудителя черной ножки и мокрых гнилей клубней картофеля и устойчивость сортов. — В кн.: Состояние и перспективы развития науч. исследований по предотвращению резистентности у вредителей и возбудителей болезней к пестицидам и разработка эффективных мер борьбы с бактер. болезнями растений. — Тез. докл. на 4-м Всесоюз. совещ. (Ереван, 22—24 декабря 1980 г.). М., ВАСХНИЛ, 1980, с. 66—67.
16. Попкова К. В., Шнейдер Ю. И., Эль Хатиб Рам адан Санаа. Изменчивость бактерий — возбудителей черной ножки и мокрых гнилей клубней картофеля и устойчивость его к бактериозам. — Изв. ТСХА, вып. 5, 1980, с. 116—122.
17. Попкова К. В., Шнейдер Ю. И., Илюхина М. К. О природе розового окрашивания зерна ржи и пшеницы. — Изв. ТСХА, вып. 5, 1979, с. 111—119.
18. Чумаева М. А. Итоги изучения бактериальных болезней кормовых злаковых культур. — В кн.: Бактер. болезни растений (Науч. тр. ВАСХНИЛ). М.: Колос, 1977.
19. Шнейдер Ю. И. Бактериозы картофеля, вызываемые бактериями родов *Pectobacterium*, *Pseudomonas* и *Bacillus*. — Автореф. докт. дис. М., 1972.
20. Шнейдер Ю. И. Возможные эволюционные связи фитопатогенных бактерий, вызывающих бактериозы картофеля. — В кн.: Фитопатогенные бактерии. Киев: Наукова думка, 1957, с. 43—47.
21. Шнейдер Ю. И., Герасимова Т. П. О сохранении возбудителя черной ножки в клубнях картофеля. — Докл. ВАСХНИЛ, 1965, № 8, с. 22—25.
22. Шнейдер Ю. И., Илюхина М. К. Бактериозы озимой пшеницы и меры борьбы с ними. — Зерновое хозяйство, 1975, № 1, с. 44—46.
23. Шнейдер Ю. И., Илюхина М. К. Роль фитопатогенных бактерий в возникновении стеблевых и корневых гнилей озимой пшеницы. — Тез. докл. III Всесоюз. конф. по бактер. болезням растений. Тбилиси: Мецниереба, 1976, с. 96—97.
24. Шнейдер Ю. И., Илюхина М. К. Бактериозы ози-

мой пшеницы и меры борьбы с ними. М., Гл. упр. защиты растений МСХ СССР, 1979. — 25. Шнейдер Ю. И., Илюхина М. К. Изменчивость вирулентных свойств фитопатогенных видов бактерий, вызывающих бактериозы зерновых культур, и их специализация. В кн.: Состояние и перспективы научных исследований по предотвращению резистентности у вредителей и возбудителей болезней к пестицидам и разработка эффективных мер борьбы с бактериальными болезнями растений. — Тез. докл. на 4-м Всесоюз. совещ. (Ереван, 22—24 декабря 1980 г.). М.: ВАСХНИЛ, 1980, с. 47—48.— 26. Шнейдер Ю. И., Илюхина М. К. О патогенной микрофлоре зерна озимой и яровой пшеницы. — В сб. науч. тр. ВНИИЗР: Защита с.-х. культур от вредных

организмов, 1981, с. 117—120.— 27. Шнейдер Ю. И., Терентьева Л. Л., Мещечкина З. Ф., Плетнева В. А. Бурья бактериальная гниль картофеля. — В кн.: Состояние и перспективы развития науч. исследований по предотвращению резистентности у вредителей и возбудителей болезней к пестицидам и разработка эффективных мер борьбы с бактер. болезнями растений. — Тез. докл. на 4-м Всесоюз. совещ. (Ереван, 22—24 декабря 1980 г.). М.: ВАСХНИЛ, 1980, с. 71—72. — 28. Эль Хатиб Рамадан Санаа. Изменчивость вирулентных свойств *Pect. phytophthorum* (Appel) Waldee в патогенезе черной ножки. — Автореф. канд. дис. М., 1978.

*Статья поступила 10 ноября 1983 г.*

#### SUMMARY

Under intensification conditions there appears wider spreading of various farm crops bacterioses. Crop rotations saturation by a leading crop and increased rates of fertilization are of major importance among the factors influencing considerably bacterioses development character under intensification. These result in both quantitative accumulation of bacterioses causative agents and lower plant resistance. Simultaneously, there exists the process of separation and accumulation of bacterious forms in transition from saprophytic to parasitic life habit. Farm crops protection against bacterioses is based on integration of various methods including resistant varieties, sanitation of planting material, agricultural practices, etc.