



Распространение и вредоносность основных возбудителей бактериальных болезней на территории РФ

В последние годы в России происходит нарастание зараженности посевного материала основных сельхозкультур возбудителями грибных и бактериальных болезней растений. Причины этого явления — в изменении климатических условий, нарушениях технологии выращивания, уборки и хранения собранных семян, а также в недостатке своевременной и достоверной диагностики фитопатогенов в посевном материале и в поле. Во многих случаях посев зараженными семенами приводит к развитию болезней растений в поле, особенно если неправильно подобран протравитель.

Кроме объективных факторов — климатических и экономических, важную роль в нарастании проблемы бактериозов в РФ играет недостаток профессиональной подготовки специалистов по защите растений, особенно в области диагностики болезней и технологий защитных мероприятий. Многие «защитники» не способны провести объективный анализ количественного заражения и определить видовой состав бактериальных и вирусных фитопатогенов.

В газете «Защита растений» прошла серия публикаций, посвященных фитопатогенной бактерии *Pseudomonas syringae* — возбудителю базального бактериоза зерновых (см. №2—5 за 2012 г.). В этом обзоре обобщена информация по встречаемости бактериозов растений в РФ в последние годы и видовом составе бактериальных патогенов главных сельхозкультур.

Вред огромен

Вредоносность бактериозов в РФ изучена только на некоторых культурах. Однако результаты даже этих исследований показывают, что ущерб от заболевания может быть очень существенным. По данным С.В. Панчука, опубликованным в книге «Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур. Традиции и перспективы», на рапсе ущерб от сосудистого бактериоза при невыраженных симптомах болезни и благоприятных условиях может превышать уровень потерь от фузариоза и серой гнили.

Климат усугубляет

Климатические изменения в РФ способствуют как распространению бактериозов, так и усилению их вредоносности. Особенно важную роль в этом процессе играет увеличение длины безморозного периода. Поражение бактериозами усиливается весной и осенью. Кроме того, происходит переход бактерий с озимых на яровые культуры и наоборот.

Увеличение частоты экстремальных погодных условий также помогает бактериям распространяться на большие расстояния и заражать поврежденные заморозками и засухами растения.

Существенный вклад в распространение бактериозов вносят насекомые-переносчики патогенов. Их степень зараженности в летних поколениях увеличивается в несколько раз, а частота заражения растений бактериями возрастает от 1—8%, типичных для перезимовавших вредителей, до 30% и более.

Бороться нечем

Меры борьбы с бактериозами включают комплекс агротехнических мероприятий, в т.ч. соблюдение севооборота, правильное внесение минеральных удобрений (с преобладанием калийных), обработку семян перед посевом, обработку растений во время вегетации пестицидами и комплексом микроэлементов, тщательное уничтожение растительных остатков, подбор устойчивых сортов.

В настоящее время химические вещества с эффективным бактерицидным действием практически исключены из Списка пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ, из-за их высокой токсичности и дешевизны. Только тирам-содержащие препараты и ряд биологических средств защиты растений обладают достаточной эффективностью против возбудителей бактериозов. Они рекомендованы для обработки семян, рассады и молодых растений. На поздних стадиях развития агрокультур меры борьбы с бактериозами не эффективны.



Эпифитотия повторяется

По распространенности и вредоносности на первом месте находятся возбудители листовой пятнистости/базального бактериоза и бактериальной корневой гнили — *Pseudomonas syringae* pv. *syringae/atrofaciens* и *P. marginalis* соответственно. Первые два патогена объединены, потому что они не различаются по микробиологическим и генетическим признакам.

В естественных условиях возбудители бактериозов поражают пшеницу, рожь, ячмень и овес. В 2010—2012 гг. эти возбудители выделялись из семян зерновых с частотой от 0,5 до 10%, а в среднем 1—3% в зависимости от культуры. Это совпадает с данными, полученными американскими учеными во время эпифитотии базального бактериоза в 1968—1974 гг. в США и Канаде. Примерно в то же время усиление поражения базальным бактериозом и корневыми гнилями было описано и в СССР.

Степень поражения растений в зависимости от фазы развития, восприимчивости сорта и погодных условий изменяется от 3 до 20%. Каждый процент поражения флагового листа бактериальной листовой пятнистостью приводит к потере 0,5% урожая.

В областях Европейской части РФ распространенность базального бактериоза и бактериальной корневой гнили колеблется от 1% до 40%, и только у отдельных сортов пшеницы и ячменя могут быть поражены до 70% растений.

Симптомы обманчивы

Бактерии *Pseudomonas syringae* и *P. marginalis* заражают многие сельхозкультуры и дикорастущие растения. Но они не сохраняются в почве после полного разложения инфицированных растительных остатков. Кроме патогенных видов, в почве, на корнях, стеблях и листьях растений встречаются непатогенные псевдомонады, например *P. fluorescens*, часто обладающие антогонистическими по отношению к фитопатогенам, и стимулирующими растение свойствами. Утверждать, что почва и растения поражены фитопатогенными бактериями на основании одних лишь симптомов на растениях или внешнего вида бактерий на питательной среде нельзя. Не пригодны также и косвенные методы оценки зараженности зерна фитопатогенными бактериями по ухудшению физически свойств муки или по визуальной оценке доли ослизненных при проращивании семян. Такие симптомы вызывают сапрофитные бактерии.

Например, в мае 2012 г. во ВНИИФ были изучены образцы озимой пшеницы из Московской, Рязанской и Липецкой областей. Только 1/4 из них была достоверно поражена фитопатогенными бактериями, несмотря на наличие на всех растениях симптомов заболевания, сходного с бактериозом.

Потенциальный экономический ущерб от такого заражения может быть определен только в полевых опытах с искусственным заражением растений.

Другие бактерии

Второй по вредоносности — черный бактериоз зерновых, вызываемый возбудителями *Xanthomonas translucens*, *X. arboricola*, *X. hortorum*. Это заболевание наиболее вредоносно в Центрально-Черноземном и Северокавказском регионах РФ. В условиях Воронежской, Липецкой, Тамбовской областей распространенность черного бактериоза на разных сортах яровой пшеницы колеблется от 1 до 50% при развитии от 0,1 до 40%. Потенциальный ущерб от заболевания в РФ не определен.

Распространенный в Южном Федеральном округе вид *Erwinia rhapontici* вызывает порозовение зерна злаков, бобовых культур и масличного рапса, которое часто путают с фузариозным поражением.

Очевидно, что при этом зерно будет выбраковано.

Примеры потерь

В норме потери от бактериозов зерновых составляют от 1 до 10% от совокупного ущерба, наносимого всеми возбудителями болезней растений. Есть примеры потерь до 40% урожая и более при развитии эпифитотии в экстремальных погодных условиях.



В последние годы присутствие *Pseudomonas syringae* на зерновых культурах было отмечено в ряде новых стран, например Иране и Испании. Но описанные в предыдущих публикациях «эпифитотии базального бактериоза в Аргентине и Сербии» нигде и никем больше не упоминаются.

Овощные и картофель

Черная бактериальная пятнистость томата и перца в РФ распространена повсеместно в открытом и защищенном грунте, и вызывается пятью видами бактерий рода *Xanthomonas* — *euvesicatoria*, *gardneri*, *vesicatoria*, *arboricola*, *campestris* pv. *raphani*. Частота встречаемости болезни на рассаде в открытом грунте доходит до 50%, могут быть сильно поражены также растения в теплицах.

Бактериальный рак томатов, вызываемый *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*, наиболее опасен в условиях защищенного грунта, так же как возбудитель сердцевинного некроза *Pseudomonas corrugata*. Эти возбудители передаются через семена при частоте заражения, достигающей до 1%. В закрытом грунте патогены сохраняются в течение многих лет, вызывая вспышки заболеваний почти в каждом обороте, часто при совместном заражении одних и тех же растений. При раннем заражении растений, они, как правило, гибнут до созревания плодов.

Растения картофеля в последнее время сильно поражаются целым комплексом бактериальных патогенов, в состав которого входят *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* (кольцевая гниль), *Pectobacterium carotovorum*, *P. atrosepticum* (черная ножка и мокрая гниль), *Pseudomonas marginalis* и другие бактерии. Ранее отмечалось, что незначительное поражение растений кольцевой и бурой гнилью ведет к усилению развития черной ножки, мокрой гнили, альтернариоза, белой и серой гнили.

В 2010—2011 гг. зараженность возбудителями бактериозов некоторых партий картофеля, используемых для посадки, доходила до 40—60%, а каждая третья партия сертифицированного семенного картофеля несла скрытую инфекцию кольцевой гнили. При этом возбудитель кольцевой гнили может быть скоро объявлен карантинным организмом с ограниченным распространением в РФ. Хозяйства-производители семенного картофеля в этом случае могут столкнуться с массовыми санкциями по наложению карантина на зараженные поля и уничтожению зараженных семян даже при минимальных уровнях инфекции — до 1,5% зараженных клубней.

Новые патогены

В 2001—20011 гг. были определены новые виды и группы бактерий, вызывающие поражение картофеля и других пасленовых культур в РФ. В 2004 г. сотрудники ВНИИФ впервые в мире обнаружили новую картофельную расу (раса Р) бактерии *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*. По сравнению с типичным возбудителем кольцевой гнили картофеля — *C. michiganensis* ssp. *sepedonicus*, этот патоген обладает более высокой инфекционностью и агрессивностью при поражении растений в поле и, наоборот, латентной фазой в период хранения. Сейчас он встречается повсеместно в Европейской части РФ.

Специалисты ВНИИФ, Центра «Биоинженерия» РАН и Станции защиты растений РГАУ-МСХА в 2010 г. впервые в России обнаружили новых возбудителей черной ножки картофеля — *Dickeya dianthicola* и *D. solani* (*E. chrysanthemi*). Они поражают широкий круг растений, в том числе сорных, и могут сохраняться в поле даже при соблюдении севооборота. С 2004 г. в странах ЕС этот патоген стал причиной 70% потерь урожая картофеля, связанных с симптомами черной ножки и мокрой гнили. Этот патоген также может быть скоро включен в список карантинных объектов РФ.

В 2011 г. карантинная бактерия *Ralstonia solanacearum* (бурая гниль) была обнаружена специалистами ФГУ «Центр карантина растений» в репродукции импортного семенного картофеля, завезенного в Московскую область, а также в продовольственном картофеле, импортированном из Египта и Китая. Всего в течение последних 7 лет в России были обнаружены 4 новых возбудителя бактериозов картофеля, для которых пока нет рекомендованных мер борьбы и диагностики, как в поле, так и в посадочном материале. Результатом этого стала массовая гниль картофеля в период хранения, наблюдаемая в 2011—2012 гг. во всех регионах РФ.



Капуста и масличные

Наиболее вредоносным бактериальным заболеванием капустных овощных культур в РФ считается сосудистый бактериоз, вызываемый *Xanthomonas campestris* и *X. arboricola*. Патогены распространяются семенами и в течение последних лет вызывают эпифитотии во всех основных зонах выращивания капусты, приводя к потере от 10% до 100% товарной продукции.

Те же виды поражают масличный рапс, вызывая гибель растений озимых сортов во время перезимовки, и симптомы листовой пятнистости и ожога во время вегетации. Перезимовка бактерий на озимом рапсе приводит к раннему поражению соседних посадок яровых капустных культур. По этой причине, во многих регионах начало заболевания в поле сдвинулось с августа на июнь-июль, соответственно приводя к усилению распространения болезни и большим потерям урожая.

Развитие слизистого бактериоза, вызываемого *Pectobacterium/Erwinia carotovorum*, усиливается в несколько раз даже при начальной стадии поражения сосудистым бактериозом, особенно в хранилище. При передаче семенами, наличие даже 1 зараженного семени на 10 тысяч способно привести к развитию сосудистого бактериоза в поле.

Другие бактериозы капустных культур: листовая пятнистость цветной капусты, возбудитель — *Pseudomonas syringae* pv. *maculicola* и рак корней, вызываемый *Agrobacterium tumefaciens*, распространены значительно меньше.

Тыквенные культуры

Pseudomonas syringae pv. *lachrymans* вызывает угловатую пятнистость огурца, кабачка и тыкв. На листьях болезнь проявляется в виде угловатых маслянистых коричневых пятен. Затем больная ткань выкрошивается. Патоген паразитирует только на растениях семейства тыквенных. Потери урожая зависят от культивируемого сорта и условий выращивания. Во всех регионах РФ частота встречаемости составляет от 25 до 100% в зависимости от сорта и погоды.

Xanthomonas campestris pv. *cucurbitae* вызывает бактериальную листовую пятнистость тыквенных культур. Заболевание отмечено на территории РФ от Московской области до Краснодарского края, а также в соседних странах.

Оба патогена передаются семенами и резко снижают урожайность тыквенных культур, а также лежкость тыквы.

Бактериозы бобовых

Возбудители бактериального ожога, угловатой пятнистости сои и фасоли — *Pseudomonas syringae* pv. *pisi*, *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*, *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*. Кроме, того бобовые культуры поражаются возбудителем обыкновенной пятнистости фасоли — *Xanthomonas phaseoli*. Все патогены встречаются повсеместно в РФ, передаются семенами и при поражении 10—50% растений могут уменьшить урожайность на 5—40%.

Рак плодовых

Бактериальный рак косточковых плодовых деревьев, который в последние годы привел к массовой гибели восприимчивых деревьев вишни и сливы в Европейской части РФ, вызывается патогеном *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum*.

Возбудитель корневого рака плодовых *Agrobacterium tumefaciens* резко снижает зимостойкость молодых деревьев. В южных областях родственные бактерии используются для стимулирования образования корневой системы у черенков плодовых культур, но, как правило, такие растения погибают в течение первых 3—4 лет.

**Александр Игнатов, Центр «Биоинженерия» РАН, ВНИИФ, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;
Андрей Князев, Светлана Виноградова, ООО «Фитоинженерия» (Розачево, Московская обл.)**



Оригинальный способ повышения эффективности химических средств защиты растений

По данным «Центра оценки качества зерна», анализ импортных плодов и овощей, поставленных в Москву и Московскую область в течение 2011 г., позволил выявить более 7,2 тыс. т продукции непригодной к употреблению. Наибольший объем загрязненных фруктов — более 3 тыс. т — пришелся на яблоки, произведенные в Польше.

Спектр загрязнителей

В большинстве проанализированных партий яблок было выявлено повышенное количество карбендазима и пропаргита. В среднем содержание карбендазима превышало МДУ в 1,5—4 раза. И только в 3 партиях (58 т) яблок его количество превысило МДУ в 14—16 раз. Опасность повышенного содержания карбендазима во фруктах обусловлена тем, что он оказывает эмбриотоксическое (нарушение развития эмбриона), тератогенное (появление уродливого потомства), гонадотоксическое (влияние на жизнеспособность потомства) и цитогенетическое (нарушение хромосомного набора) действие. В связи с этим остаточные количества карбендазима во фруктах не должны превышать 0,005 мг/кг. Пропаргит (омайт) обладает резко выраженной кумуляцией, то есть при систематическом поступлении в организм он будет накапливаться и может вызывать нарушение функционального состояния, а также структуры почек, печени и сердца. В связи с этим его содержание во фруктах не должно превышать 0,1 мг/кг (МДУ). В большинстве партий яблок, не получивших сертификат соответствия, содержание пропаргита превышало МДУ в 1,3—4 раза и лишь в отдельных партиях (3) — в 10—18 раз. Более чем в 15 партиях яблок, было выявлено наличие и карбендазима, и пропаргита, то есть двух соединений, представляющих опасность для здоровья человека. Карбендазим и пропаргит были также выявлены в партиях яблок, поступивших из Молдовы, Сербии, Бельгии, но объем их поставок был значительно меньше, чем из Польши. В отдельных партиях яблок, произведенных в Польше, Бельгии, Испании, Молдове, Нидерландах, зафиксировано повышенное количество инсектицидов производных синтетических пиретроидов: циперметрина (арриво, шерпа и др.), лямбда-цигалотрина (каратэ), фенвалерата (сумицидина), а также пиримикарба (пиримора). Синтетические пиретроиды оказывают токсическое действие на центральную нервную систему, но менее выраженное, чем фосфорорганические соединения (ФОС). В последние 3 года ассортимент остаточных количеств пестицидов, обнаруживаемых в яблоках, значительно изменился. Так практически все реже и реже выявляются фосфорорганические соединения (хлорпирифос и диметоат) и пиретроиды, но чаще фиксируются фунгициды. Как правило, фунгициды оказывают меньшее токсическое воздействие на организм человека, чем инсектициды, что связано с механизмом их действия. Остаточные количества инсектицидов и фунгицидов, превышающие МДУ, выявлены в 94 партиях винограда, основным производителем и поставщиком которого является Турция. В результате более 1800 т ягод признано опасной продукцией для здоровья населения. В ягодах выявлено повышенное содержание синтетических пиретроидов: циперметрина (в 2—5 раз выше МДУ), дельтаметрина (в 1,6—2,3 раза), фенвалерата (в 1,6—2 раза), из акарицидов — пропаргита (1,2—2 раза). Остаточные количества фунгицидов были представлены: металаксиллом, ипродионом, азоксистробиноном. Превышение МДУ по металаксилу составляло 2—3 раза, ипродиону — 1,2—3 раза и в 1 партии — 14 раз, азоксистробину — 1,3—2,1 раза. В отдельных партиях винограда обнаружены остаточные количества двух действующих веществ, относящихся к фунгицидам и инсектицидам, например, фенвалерата и ипродиона (39 т), азоксистробина и дельтаметрина (39 т), азоксистробина и циперметрина (20 т). В меньшем количестве партий обнаружено содержание 3-х действующих веществ: фенвалерата, азоксистробина и ипродиона; дельтаметрина, фенвалерата и ипродиона; фенвалерата, азоксистробина и фамоксадона.

О характере воздействия на организм, одновременно поступивших двух или трех действующих веществ, данных нет. Их воздействие на организм будет определяться количеством съеденного продукта, их содержанием в этом продукте, механизмом токсического действия и скоростью их метаболизма (распада). В нескольких партиях нектарин, поступивших из Испании, выявлено повышенное содержание



диметоата (ФОС), циперметрина (пиретроиды) и в 1-ой партии содержание двух препаратов: циперметрина и лямда-цигалотрина (каратэ). В овощной продукции (морковь, свекла, редис, салат, капуста, картофель) в основном обнаружено повышенное содержание нитратов. Зафиксированное количество нитратов в овощах не превышало 1,2—2 предельно допустимой концентрации (ПДК). Однако в отдельных партиях овощей установлено повышенное содержание пестицидов. Так, в салате, произведенном в августе в Нидерландах выявлено наличие дельтаметрина (4,8 раза выше МДУ), в картофеле (производитель Сербия и Литва) — хлорпирифос (соответственно в 11 и 1,5 раза выше МДУ), в огурце (производитель Греция) — ипродион (в 3,5 раза выше МДУ), а в партии огурцов, поступивших в марте с Украины, — карбендазим и нитраты. В 4 партиях грибов (65 т) выявлено наличие гербицида — клопиралида (лонтрела), его содержание в 16—25 раз превышало МДУ. Продукция растениеводства (пшеница, кукуруза, соя и др.), произведенная чаще всего в России, а также в Китае, Германии и других странах, не соответствует ГОСТ и НД из-за наличия сорной примеси, представленной как семенами сорных растений, так органическими и неорганическими включениями, металлопримесями, из-за зараженность зерна вредителями, наличия плесневого запаха и других показателей качества. Плесневый, затхлый запах часто предшествует активному развитию грибов, являющихся источником микотоксинов. В 2011 г. было признано непригодным к использованию более 3000 т пшеницы, крупы, комбикормов и другой продукции, поступившей в Москву. Остаточные количества пестицидов и сегодня в основном обнаруживаются в импортных продовольственных товарах. В отечественной продукции они находятся реже. Хотя не исключено, что их там нет, возможно, отечественные производители просто стали реже обращаться за сертификатом соответствия качеству. Способам снижения пестицидной нагрузки и повышения качества продуктов питания было посвящено выступление представителей ННПП «Нэст М». Они предложили применять средства защиты растений совместно с кремниевыми препаратами и регуляторами роста.

Полевые опыты

Как показывают многолетние полевые и производственные опыты, проведенные на зерновых, технических и овощных культурах, кремниевые препараты и регуляторы роста на основе 24-эпибрассинолида и гидроксикоричной кислоты при совместном применении с пестицидами повышают их эффективность, позволяя уменьшать дозы препаратов до минимально рекомендованных. В опытах было установлено увеличение эффективности действия гербицидов — производных сульфонилмочевины и других химических групп — при подавлении сорной растительности в посевах зерновых культур, свеклы сахарной, кукурузы и подсолнечника. Также продемонстрирована более высокая эффективность инсектицидов и фунгицидов при совместном применении с указанными препаратами. Увеличение процента гибели вредных организмов связано с более интенсивным поступлением пестицидов в растения при их совместном применении с регуляторами роста или кремниевым удобрением. Например, содержание имидаклоприда в клубнях картофеля, обработанных смесью инсектофунгицида на его основе с кремниевым удобрением, увеличивалось на 25—29%, а циперметрина в ботве картофеля при использовании инсектицида на его основе в смеси с кремниевым препаратом или с регулятором роста соответственно возрастало в 2 и 1,4 раза. Повышение содержания пестицидов в растениях при использовании смесей с регуляторами роста в целом позволяло снизить норму их расхода на 20—30%, а по отдельным препаратам и на 50%. Например, применение кремниевого удобрения и регуляторов роста в системе защиты винограда позволило сократить количество внесенных пестицидов с 24,5 кг/га до 13 кг/га, и способствовало росту урожайности культуры. Однако при наличии устойчивых популяций патогенов снижать норму расхода пестицидов ученые не рекомендуют даже в смесях с регуляторами роста. При использовании регуляторов роста и кремниевого удобрения кроме снижения пестицидной нагрузки на культуры отмечается также повышение урожайности и качества продукции, особенно в экстремальных погодных условиях. Например, при возделывании овощных культур повышается содержание углеводов, витамина С, снижается содержание нитратов, увеличивается сохранность продукции. При применении смесей в посевах зерновых культур наблюдается рост содержания белка и клейковины, в результате повышается класс зерна — с 3 до 2.



Механизм действия

Возможность снижения нормы расхода фунгицидов связана с тем, что регуляторы роста и кремниевые препараты повышают неспецифическую устойчивость растений к грибным и бактериальным заболеваниям, а на отдельные виды грибов оказывают непосредственное ингибирующее воздействие. В полевых опытах установлено, что обработка клубней картофеля кремниевым удобрением в дозе 30 мл/т тормозит развитие альтернариоза в большей степени, чем традиционное протравливание инсектофунгицидами. А двукратное применение кремниевого удобрения для опрыскивания растений картофеля по эффективности действия соответствует двукратному применению фунгицидов. В лабораторных опытах показано, что эти факты связаны с образованием стерильных спор фитопатогенов. Такой эффект кремниевого удобрения способствует снижению распространения болезней и запаса инфекции. Аналогичное ингибирующее действие на прорастание спор оказывает и регулятор роста на основе гидроксикоричной кислоты.

Поддержка применения

Включение регуляторов роста и кремниевых препаратов в интегрированную систему защиты растений наряду с биопрепаратами позволит снизить объем используемых пестицидов, повысить безопасность и качество продукции. Чтобы поддержать эту инициативу правительство Чувашии, например, в 2012 г. представило производителям государственную дотацию приобретение регуляторов роста. Если его примеру последуют и другие субъекты федерации, сельхозпродукция на российском рынке станет чище.

Петр Пузырьков, Людмила Дорожкина, «Центр оценки качества зерна»,

Александр Коваленко, МГОСГИ