

УДК 632.92

Фитофторозная корневая гниль малины

И. Н. АЛЕКСАНДРОВ,
главный агроном отдела
научно-методического обеспечения
Всероссийского центра
карантина растений
С. Е. ГОЛОВИН,
заведующий лабораторией
фитосанитарии Всероссийского
селекционно-технологического
института садоводства
и питомниководства

Причинами увядания и гибели малины могут быть как абиотические (действие мороза, засуха), так и биотические (серая гниль, пурпурная пятнистость) факторы. Обычно повреждения проявляются на репродуктивных побегах, не затрагивая новые отпрыски.

В 1960-е годы в США и ряде европейских стран (Швейцария, Франция), а позднее – в Соединенном Королевстве и ФРГ появились сообщения о новом заболевании малины, отличающемся значительной вредоносностью. Пораженные растения, включая корнеотпрысковые побеги, нередко погибали полностью вследствие отмирания (загнивания) корневой системы.

На протяжении многих лет этиология этого заболевания оставалась невыясненной. Причиной гибели малины считали избыток влаги в почве, поскольку болезнь развивалась преимущественно в местах застаивания воды. После доказательства способности переноса болезни с зараженными растениями и почвой было высказано предположение о ее вирусной природе, а затем роль источника инфекции приписывалась нематоду.

В ходе исследований из пораженных растений были выделены грибы из рода *Fusarium* и *Phytophthora*, при этом второй из них был представлен несколькими видами (Converse, Schwartz, 1965; Lefebvre, 1977 и др.). В результате многочисленных анализов французским исследовате-

лям удалось выделить гриб *Phytophthora* spp., сходный по ряду морфологических признаков с видом *Ph. fragariae*, специализирующимся на землянике (Nourisseau, Vaudy, 1988). Но попытки заразить землянику изолятами гриба, выделенного из пораженных растений малины, равно как и попытки заразить малину изолятами *Ph. fragariae* var. *fragariae* не увенчались успехом. Это свидетельствовало о существовании новой специализированной формы гриба, получившей позднее название *Ph. fragariae* Hickman var. *rubi* Wilcox Duncan.

В 1980–1990 годы появились публикации об обнаружении нового заболевания малины в ряде регионов земного шара. По данным ЕОКЗР (1998), гриб *Ph. fragariae* var. *rubi* зарегистрирован в разных странах четырех частей света: в Европе – Австрия, Германия, Нидерланды, Норвегия, Словения, Соединенное Королевство, Франция; в Северной Америке – Канада (Британская Колумбия), США (Вашингтон, Нью-Йорк, Огайо); в Южной Америке – Чили; в Океании – Австралия.

Изучение корневых гнилей красной малины в 1991–1996 гг. во Всероссийском селекционно-технологическом институте садоводства и питомниководства (ВСТИСП) позволило выявить и идентифицировать состав видов рода *Phytophthora*, ассоциирующихся с данным заболеванием, при этом *Ph. fragariae* var. *rubi* был признан основным патогеном культуры (Головин, 1997). Возбудитель болезни включен в перечень карантинных организмов, ограниченно распространенных на территории Российской Федерации.

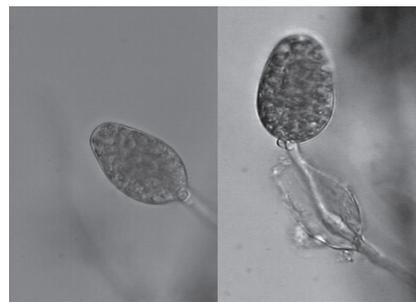
Согласно информации, поступающей из разных стран, фитофторозная корневая гниль отличается высокой степенью вредоносности. Во Франции до настоящего времени

она считается болезнью № 1 на малине. Существенный экономический ущерб в отдельные годы болезнь причиняет в Германии, Соединенном Королевстве, Швейцарии и других странах. При сильном развитии инфекции в течение двух-трех вегетационных сезонов без проведения защитных и профилактических мероприятий насаждения малины могут полностью погибнуть.

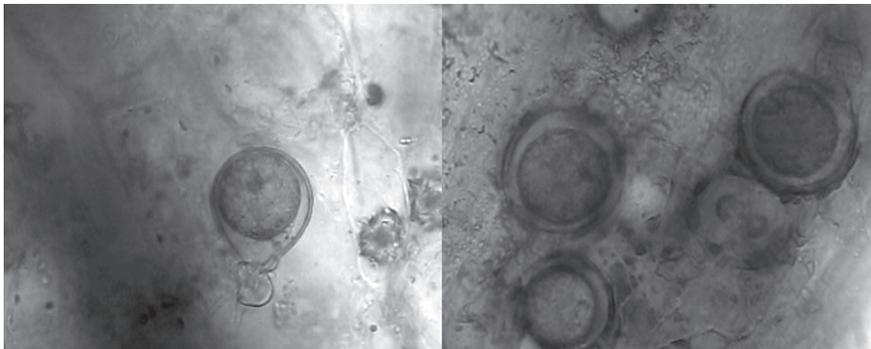
Гриб *Phytophthora fragariae* относится к классу Oomycetes, порядку Peronosporales. Это узкоспециализированный паразит, основным растением-хозяином которого является малина *Rubus idaeus*. Известны случаи заражения растений, являющихся гибридами малины с другими видами растений из рода *Rubus*.

Паразитирующий мицелий патогена развивается в тканях растений, вызывая их загнивание. На мицелии формируются спорангиеносцы (конидиеносцы), которые выходят на поверхность пораженных тканей, а на них образуются зооспорангии. Зооспорангии *Ph. fragariae* обратногрушевидной формы, реже овальные или эллипсоидальные, без папиллы (сосочка) на вершине и без ножки, длиной 32–90 (средняя 60), шириной 22–52 (средняя 38) мм (рис. 1).

Высвободившиеся из них зооспоры, двигаясь в воде, заражают корни малины, в которых развивается мицелий, а позже на нем образуются спорангиеносцы и зооспорангии нового поколения. Впоследствии в тканях корней малины на мицелии закладываются половые клетки – оогоний и антеридий (рис. 2). Обра-



1. Зооспорангии гриба *Phytophthora fragariae*



2. Спороношение гриба *Phytophthora fragariae*: слева – оогоний и антеридий; справа – ооспора в приманочном листе малины

зовавшиеся в результате полового процесса ооспоры имеют сферическую форму, их диаметр 22–44 (33) мкм. После сгнивания пораженных корней ооспоры остаются в почве, где сохраняются в жизнеспособном состоянии до 4 лет, а по данным отдельных исследователей, значительно большее время.

Прорастание ооспор начинается при температуре почвы 5 °С, а наиболее активно проходит при 10–15 °С. Вторым необходимым условием является достаточное насыщение почвы водой, необходимой для прорастания ооспор и движения зооспор. Вполне вероятно, что третьим фактором могут быть корневые выделения растения-хозяина, которые стимулируют прорастание спор.

Заражение корней малины происходит при температуре от 2 до 25 °С, а температурный оптимум находится в пределах от 10 до 17 °С. Возникшие очаги инфекции распространяются в направлении движения воды по участку, обычно вдоль рядов малины.

Пики заражения растений приходятся на годы с умеренными температурами и обильными осадками, особенно в осенний и весенний периоды. Снижение интенсивности развития патогена наблюдается в годы с весенней засухой и жарким летом, а в отдельные годы – и при умеренных летних температурах, но при дефиците осадков в весенний и летний периоды. По наблюдениям специалистов, фитофтороз разви-

вается наиболее активно на тяжелых, плохо аэрируемых почвах, в местах застаивания воды. Имели место отдельные случаи интенсивного развития болезни на легких почвах, когда участки в течение длительного времени затапливались водой.

В Нечерноземной зоне распространение и развитие патогена в настоящее время сдерживается тем, что промышленные насаждения малины занимают незначительные площади, а также особенностью агротехники культуры. При междурядных обработках плантаций из-за выноса верхнего слоя почвы культиватором рядки приподнимаются, и образовавшиеся гряды служат барьером при распространении зооспор гриба с дождевой и талой водой, а метод посадки растений на грядах считается одним из эффективных способов ограничения миграции инфекции (Montgomery, Kennedy, 1982).

Человек тоже способствует распространению инфекции за пределы очага болезни, так как патоген переносится с почвой на рабочих органах орудий, механизмов и инструментов, на подошвах обуви и упаковочном материале. Однако основным способом передачи инфекции является перенос с посадочным материалом.

Симптомы заболевания и особенности идентификации патогена. Первые симптомы фитофтороза могут быть обнаружены на корнях малины еще поздней осенью, на

надземных частях растений они проявляются, как правило, лишь весной. При этом характер поражения разных органов не идентичен, особенно на репродуктивных (плодоносящих) побегах и корневых отпрысках. На репродуктивных побегах весной наблюдается задержка распускания почек или неравномерное распускание, вследствие чего боковые побеги не образуются или идет их беспорядочное образование. На некоторых из них даже формируются соцветия, однако листья вскоре желтеют или краснеют и засыхают до или после сбора урожая. В основании побега ткань коры и древесины приобретает красновато-коричневую, коричневатую-серую и коричневатую-черную окраску, распространяющуюся от корневой шейки на высоту до 10–30 см. На хорошо развитых, умеренно пораженных побегах могут образовываться ягоды, но они плохо вызревают и остаются мелкими.

На корневых отпрысках болезнь проявляется на протяжении всей вегетации. В результате поражения они могут остаться короткими, недоразвитыми, немногочисленными, а при сильном поражении вообще не формируются. Наиболее четко симптомы видны после сбора ягод. Листья закручиваются, краснеют, на них появляются красно-коричневые краевые некрозы, прогрессирующие между жилками. Листья полностью засыхают начиная от основания, а после полного усыхания листовая верхушка побега загибается, как крюк пастушьей палки. Побег погибает, его не одревесневшая ткань сморщивается и становится коричневой, листья остаются висющими.

Корневая система пораженных растений сгнившая, с немногочисленными белыми питающими корнями (рис. 3); на отдельных из них видны очаговые поражения в виде коричневых вдавленных пятен (рис. 4). В пораженных загнивших корнях и в основании стебля формируются ооспоры, локализующиеся в районе стебля. Они сферические, коричневатожелтоватого цвета. В отдельных случаях из растений малины, поражен-



3. Корневая система малины: слева – пораженная фитопфторозом, справа – здорового растения

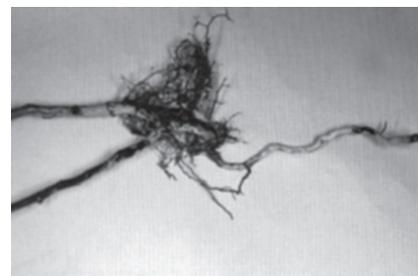
ной фитопфторозом, выделяется несколько видов из рода *Phytophthora*, что в значительной степени затрудняет идентификацию возбудителя. Чтобы облегчить работу по определению патогенов, в таблице приведены основные характеристики четырех видов данного рода. *Ph. fragariae* var. *rubi* отличается от других видов более крупным размером ооспор и зооспорангиев, а также отдельными конструктивными деталями зооспорангия (отсутствие папиллы и ножки).

При латентном состоянии инфекции (начало заболевания) или смешанных инфекциях для выявления данного возбудителя и его идентификации необходимо использовать дополнительные методы. В ряде стран апробируются экспресс-методы, обладающие высокой степенью чувствительности (ELISA-, PCR-тесты). Латентная инфекция может быть обнаружена путем выделения патогена на искусственную питательную среду. Наиболее приемлемыми являются агаризованные среды на базе размолотой фасоли или кукурузной муки с обязательным

добавлением фунгицидов и антибиотиков (беномил, гимексазал, пимарин, рифамицин и другие). Путем пересевов гриба, варьированием режимов температур и составов сред можно добиться образования зооспорангиев и даже ооспор. Вся процедура от посева до формирования ооспор длится несколько недель.

Достаточно надежным является еще один биологический метод – приманочный. В целом ряде европейских стран при сертификации посадочного материала в питомниках используют тест, который получил название в честь разработчика – метод Дункан. С его помощью можно не только проводить оценку посадочного материала, но и выявлять наличие инфекции в почве. Однако процедура тестирования длится более 5 недель, включает использование операций с соблюдением режимов температуры, влажности и освещения, и вряд ли возможно ее применение в практике карантина растений.

Во ВСТИСП С.Е. Головиным (1995) разработан модифицированный метод приманок с использованием черешков листьев или самих листьев малины, выращенной в теплице. Для выделения патогена и его последующей идентификации отбирают корни увядших или только что погибших растений малины (средние по размерам корни без корешков), отмывают проточной водой до полного удаления почвы. Затем их нарезают фрагментами длиной 30–40 мм, помещают в чашку Петри, накрывают двумя предметными стеклами и заливают дистиллированной



4. Некрозы на пораженных фитопфторозом корнях малины (темные пятна)

водой так, чтобы стекла были покрыты слоем воды в 2–3 мм. Отмытые проточной водой черешки листьев (приманка) длиной 30–40 мм помещают на затопленные предметные стекла, и чашка накрывается крышкой. При использовании в качестве приманки листьев малины они помещаются на поверхность воды (плавающая приманка). Чашки инкубируют при комнатной температуре (не выше 20 °С) на свету. Если в зараженных корнях находится интересный нас гриб, то вскоре на их поверхности появятся конидии (зооспорангии), и образовавшиеся в них зооспоры инфицируют приманку. Через 4–5 дней на черешках заметны некрозы, и при их распространении на 1/3 поверхности черешка можно приступить к просмотру некротизированных частей под микроскопом. На поверхности пораженной ткани будут видны зооспорангии гриба. Через 5–7 дней после появления некрозов в тканях образуются ооспоры. Продолжительность этой процедуры от момента поступления образцов в лабораторию до образования ооспор 10–12 дней.

Основные характеристики видов рода *Phytophthora*, встречающихся на малине (по данным Головина, 2001)

Параметры	<i>Ph. cactorum</i>	<i>Ph. citricola</i>	<i>Ph. fragariae</i> var. <i>rubi</i>	<i>Ph. nicotianae</i> var. <i>nicotianae</i>
Форма зооспорангия	Сферическая, эллипсоидальная, обратногрушевидная	Обратногрушевидная	Овальная, обратногрушевидная	Сферическая, эллипсоидальная
Верхушка зооспорангия	С папиллой (утолщением)	С небольшим утолщением	Со слабым утолщением	С четкой папиллой
Ножка зооспорангия	Короткая	Длинная, как стебелек	Отсутствует	Иногда присутствует
Размеры зооспорангия	25–50 × 20–35 мкм	21–70 × 15–39 мкм	24–84 × 18–48 мкм	26–67 × 18–48 мкм
Отношение длины зооспорангия к ширине	1,33	1,45	1,51	1,33
Диаметр ооспор	20–26 мкм	18–32 мкм	24–45 мкм	20–30 мкм
Характер роста на средах	Пушистые, ворсистые колонии	Радиальный рост	Очень медленный, с образованием мелких колоний	Радиальный рост мицелия на жидких средах

Сроки и условия проведения обследований и отбора образцов.

Учитывая особенности сезонного развития болезни, целесообразно обследовать насаждения малины в два срока: от фазы цветения до образования завязей (весеннее) и в конце вегетации (осеннее). На маточниках осматривают все растения, на производственных посадках проводят маршрутные обследования путем прохода по диагонали, по двум диагоналям или равномерно по всему участку сообразно с его конфигурацией. В зависимости от площади участка следует осмотреть от 200 до 500 растений. В закрытом грунте обследования посадок малины проводят в период массового прорастания корневых отпрысков.

При поступлении партий посадочного материала из-за рубежа осмотр растений осуществляется согласно требованиям ГОСТ 12430–66: в партии до 500 штук – весь посадочный материал; от 501 до 3000 – каждый пятый экземпляр; от 3001 до 10000 – каждый двадцатый экземпляр; свыше 10000 штук – каждый сотый экземпляр.

Для лабораторного анализа отбирают образец из увядших или только что погибших растений в корневой системе, причем выборка растений должна представлять однородную популяцию культуры (один сорт, год посадки). Пораженные растения помещают в полиэтиленовый пакет, снабжают этикеткой и выносят с территории с соблюдением мер предосторожности. Каждый образец должен содержать не менее 10 растений. Он помещается в секрет-пакет и незамедлительно доставляется в лабораторию. Если экспресс-доставка невозможна, необходимо хранить образец в холодильнике, не допуская заморозки, высыхания почвы, а также развития плесневых грибов. Специалисты территориальных органов Россельхознадзора и Всероссийского центра карантина растений, проводившие контрольные обследования, завершают эту работу оформлением двух актов: обследования и отбора образцов.

При проведении лабораторной экспертизы сначала тщательно осматривают все растение, затем препарировать корни с целью обнаружения ооспор. Для выявления патогена в свежем материале может быть использован приманочный метод, описанный выше. При возможности проводят экспертизу с использованием более сложных методов (приманочный, питательные среды, ELISA-, PCR-тесты и др.).

Карантинные мероприятия и меры борьбы с фитофторозом. Во всех странах, где фитофтороз зарегистрирован и причиняет ощутимый вред, проводится обязательное инспектирование питомников национальными службами защиты растений. Учитывая особую опасность болезни, схемы сертификации должны предусматривать нулевую толерантность в отношении этого патогена. Весь ввозимый в Российскую Федерацию посадочный материал малины должен быть свободен от возбудителя фитофторозной корневой гнили.

Запрещается ввоз в страну почвы, а также посадочного материала с почвой. Допускается ввоз растений с отмытой корневой системой или выращенных в субстрате, не содержащем почву.

Весь импортируемый материал малины подвергается лабораторной проверке с использованием традиционных (визуальный осмотр, микроскопирование, влажная камера) и более сложных методов (приманочный, питательные среды, ELISA-, PCR-тесты и др.).

Высаженный импортный, а также отечественный материал подлежит полевой проверке в сроки и методами, указанными выше. Отобранные при обследованиях образцы проходят лабораторную экспертизу в референтных центрах и филиалах Всероссийского центра карантина растений.

При первичном обнаружении патогена в растительном материале исследуемые образцы направляются во Всероссийский центр карантина растений, а при подтверждении ди-

агноза незамедлительно ставятся в известность Управление фитосанитарного надзора Россельхознадзора и территориальное управление Россельхознадзора по месту обнаружения карантинного организма. Руководитель территориального управления делает представление о наложении карантина, и совместно со специалистами отдела надзора в области карантина растений и ВНИИКР разрабатывается план мероприятий по локализации и ликвидации очага инфекции (заболевания).

В случае невозможности уничтожения насаждений (ценный селекционно-генетический материал и пр.) на участке, помимо карантинных мероприятий, проводится химическая обработка фунгицидами. В зарубежных странах для защиты малины от фитофтороза разрешено несколько препаратов, наиболее эффективными из них являются комплексные, содержащие металаксил и оксадиксил (манкоцеб + металаксил, металаксил + фолпет, манкоцеб + оксадиксил, оксадиксил + фолпет и др.). Обычно их применяют путем ленточного опрыскивания рядков малины шириной 40–50 см с захватом оснований стеблей (0,5 % концентрации) с расходом рабочей жидкости 4 л на 1 погонный метр. В отдельных случаях используют гранулированные препараты путем ленточного внесения. Обработка фунгицидами проводится в два срока: в начале вегетации культуры и осенью, в начале сентября. При стабилизации фитосанитарной ситуации в очаге по истечении двух лет можно ограничиться одной осенней обработкой. С целью профилактики корни малины перед посадкой обрабатывают одним из перечисленных фунгицидов.

В России перечисленные препараты на малине не зарегистрированы, отсутствуют и устойчивые к фитофторозу отечественные сорта. Это может привести к неконтролируемому распространению опасной болезни.

Примечание. Рис. 1, 2 – С.Е. Головина; 3, 4 – из книги Illustrations of Quarantine Pests for Europe. OEPP/EPPO, 1996