

УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР К ФИТОПАТОГЕННЫМ БАКТЕРИЯМ *PSEUDOMONAS SYRINGAE* PV. *SYRINGAE**

В. Ю. ЛАГОНЕНКО¹, А. Л. ЛАГОНЕНКО², И. Г. ПОЛУБЯТКО¹, О. А. ЯКИМОВИЧ¹,
Н. П. МАКСИМОВА³, М. С. КАСТРИЦКАЯ¹

¹РУП «Институт плодородия»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: lagonenkoval@gmail.com

²ООО «Альгимед Техно»,
Логойский тракт, 1/22, г. Минск, 223000, Беларусь

³Белорусский государственный университет,
пр. Независимости, 4, г. Минск, 223000, Беларусь

АННОТАЦИЯ

Анализ устойчивости сортов вишни, черешни и груши к бактериальному раку проведен с использованием метода искусственного заражения незрелых плодов. Из 6 проанализированных сортов вишни выделено 2 группы устойчивости; наибольшей устойчивостью обладал сорт Уйфехертой фюртош, наименьшей – Тургеневка. Из 10 исследованных сортов черешни выделено 3 группы устойчивости; наиболее устойчивым оказался сорт Любава Донецкая, наиболее поражаемым – Гасцинец. Из 14 сортов груши выделено 4 группы устойчивости; наиболее резистентным оказался сорт Вилия, а сильнее всего поражался сорт Кудесница. Иммуных к бактериальному раку сортов среди исследованных культур не обнаружено. Симптомы заболевания в результате искусственного заражения плодов яблони (сортов Белорусское сладкое, Коваленковское и Надзейны) не развивались.

Ключевые слова: бактериальный рак, вишня, черешня, груша, яблоня, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, устойчивость, искусственное заражение.

ВВЕДЕНИЕ

Бактериальный рак, вызываемый фитопатогенными бактериями *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, наносит значительный ущерб плодородию по всему миру [1, 2]. Благодаря многочисленным факторам вирулентности возбудитель заболевания обладает широчайшим кругом растений-хозяев, включая однолетние и многолетние, однодольные и двудольные, травянистые и древесные растения [3–5]. Бактериальный рак представляет собой ежегодную и рутинную проблему, однако при благоприятных для развития патогена условиях вспышки заболевания могут приводить к снижению урожайности до 80 % и более, а также потере 75 % деревьев, особенно в молодых садах [1, 2, 6]. Такими условиями, как правило, являются низкие температуры и высокая влажность в период цветения, когда эпифитная фаза зимующего в спящих почках патогена развивается на визуально здоровых цветках и листьях [2, 7–9]. Заражению бактериями *P. s.* pv. *syringae* в значительной степени подвержены такие хозяйственно ценные плодовые культуры, как груша, вишня, черешня, абрикос, персик [1, 2, 9, 10], а также, по некоторым данным, яблоня [7, 10–13].

Контроль над бактериальным раком затрудняется низкой эффективностью доступных средств защиты растений против его возбудителя, а также их токсичностью [5]. Следует также отметить, что со временем, при регулярной обработке медьсодержащими препаратами, традиционно применяющимися в борьбе с бактериозами, появляются устойчивые к соединениям меди популяции *P. s.* pv. *syringae*, что также сказывается на эффективности контроля [8, 9]. Таким образом, поиск, выведение и выращивание устойчивых к бактериальному раку сортов плодовых культур является одним из наиболее практических в экономическом и экологическом плане способов контроля заболевания [8, 10, 14, 15].

*Работа выполнена в рамках проекта БРФФИ № Б19МС-001 от 02.05.2019 г. «Выделение и микробиологическая оценка штаммов фитопатогенных бактерий *Pseudomonas syringae*, скрининг устойчивости сортов плодовых культур к бактериальному раку».

Исследования указывают на различную степень восприимчивости сортов плодовых культур к бактериальному раку. По данным С. Moragrega et al., в результате искусственного заражения 33 европейских сортов груши было показано, что все они являются восприимчивыми к бактериальному раку, однако в меньшей степени поражаются сорта Hardenpont, Rogue Red, Maxine, а также подвой Winter Nelis, в большей – Conference, Pregoystar, Super Comice [9].

По данным S. K. Whitesides и R. A. Spotts (США, Орегон), из 8 исследованных сортов груши ни один не проявил полной устойчивости к бактериальному раку. Отдельно авторами указано, что значительно чаще бактериальный рак развивался на сортах с зелеными плодами, чем с красными. К менее восприимчивым сортам авторами отнесены Beurré d'Anjou (с красными плодами), Gebhart Red d'Anjou, Columbia Red d'Anjou, к наиболее восприимчивым – Douenné du Comice, Beurré d'Anjou (с зелеными плодами) и Beurré Bosc. Промежуточные значения развития заболевания показаны для сортов Forelle, Max Red Bartlett, Bartlett [16].

Серия экспериментов, проведенных Т. Thomidis и Е. Exadaktylou (Греция) с использованием 30 генотипов вишни, показала высокую степень восприимчивости и отсутствие иммунных к бактериальному раку линий [14].

Эксперименты, осуществленные R. Pičić et al. с использованием 19 сортов черешни, произрастающих в Сербии и соседних странах, показали, что все исследованные сорта поражаются бактериальным раком, проявляя различную степень устойчивости: сорта черешни Katalin, Linda, Summit, New Star и Bigarreau Burlat отнесены авторами к высоковосприимчивым, сорта Drogan's Yellow, Carmen, Noir de Meched – к восприимчивым, а сорт Rita – к слабовосприимчивым. В этом же исследовании авторами сделаны заключения об устойчивости некоторых сортов вишни к бактериальному раку: сорт Érdi bôtermô оценен как восприимчивый, а сорта Španska и Újfehértói fűrtös – как слабовосприимчивые [17].

Исследования широко распространенных на северо-западе Тихоокеанского побережья США сортов черешни также показало вариации устойчивости. По оценке R. A. Spotts et al., наиболее устойчивыми к бактериальному раку оказались сорта Rainier и Regina, тогда как менее устойчивыми – Sweetheart и Bing (на последний приходится большая площадь посевов черешни в регионе). В этом же исследовании авторы продемонстрировали значительное влияние подвоев на восприимчивость сортов к бактериальному раку: гибель инокулированных бактериями *P. s. pv. syringae* деревьев на подвое Mazzard составляла около 30 %, а на подвое Gisela 6 возрастала до 70 % (и до 90 % для сорта Bing) [15].

По данным Л. Н. Григорцевич, Ю. М. Полещука, А. И. Блинцова (2004), оценка устойчивости актуальных на то время сортов к бактериальному раку, проводившаяся в Беларуси с использованием районированных и находящихся на сортоиспытании сортов, показала разную степень развития заболевания как для семечковых, так и для косточковых плодовых культур. Отмечено, что из семечковых плодовых культур в условиях Беларуси наименее подвержены заболеванию яблоневые насаждения. Среди исследованных сортов яблони не было выделено сильновосприимчивых, к средневосприимчивым отнесены сорта Несравненное и Бабушкино, а к относительно устойчивым – Белорусский синап и Серинка. Среди исследованных сортов груши к относительно устойчивым отнесены сорта груши Дюшес местный и Бере зимняя Мичурина, к сильновосприимчивым – Ильинка, Сапезанка и Марианна. В результате исследования устойчивости черешни были выделены средневосприимчивые сорта (Северная, Muskатная, Денисена желтая, Золотая лошицкая) и сильновосприимчивый (Заслоновская). Иммунных и слабopоражаемых сортов выявлено не было. Среди сортов вишни были выделены слабовосприимчивые (Сеянец № 1, Смена, Новодворская), средневосприимчивые (Владимирская улучшенная, Гриот московский, Багряная, Гриот остгеймский, Владимирская) и сильновосприимчивые (Кистевая и Любская). Также отмечено, что иммунных и относительно устойчивых сортов выявлено не было [10].

Цель исследования – обнаружение устойчивости к бактериальному раку современных сортов таких хозяйственно ценных культур, как груша, яблоня, вишня и черешня, находящихся в коллекции РУП «Институт плодоводства».

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Искусственное заражение незрелых плодов является одним из самых быстрых и наглядных методов исследования устойчивости сортов плодовых к бактериальному раку.

Незрелые плоды вишни, черешни, груши и яблони собирали в селекционном саду РУП «Институт плодоводства». Всего проанализировано 6 сортов вишни (Конфитюр, Милавица, Несвижская, Тургеневка, Уйфехертой фюртош, Rival), 10 сортов черешни (Беліца, Гасцинец, Ипуть, Skeena, Любава Донецкая, Мария, Минчанка, Наслаждение, Сябаровская, Тютчевка), 14 сортов груши (Белорусская поздняя, Бере Александр Люка, Велеса, Вилия, Десертная росошанская, Духмяная, Забава, Завея, Конференция, Кудесница, Купала, Просто Мария, Чижовская, Ясачка) и 3 сорта яблони (Белорусское сладкое, Коваленковское и Надзейны).

Бактериальный штамм *P. s. pv. syringae* 11.9, использованный для инокуляции, выделен нами в 2014 г. в Минском районе из пораженного бактериальным раком растения вишни. Штамм идентифицирован с помощью физиолого-биохимических (тесты LOPAT, способность к гидролизу желатина, тирозиназная активность, утилизация тартрата) и молекулярно-биологических методов (проведена амплификация участка гена экспорта фитотоксина сириномицина *surD*) [18, 19]. Фитопатологически штамм охарактеризован как умеренно вирулентный.

Бактериальную культуру хранили в 20%-ном (v/v) растворе глицерина при -20°C . Суспензию для инокуляции наращивали в жидкой среде LB-Lennox (на 1000 мл воды: триптон – 10 г, NaCl – 5 г, дрожжевой экстракт – 5 г, рН 7,2) при 28°C в течение 24 ч с аэрацией (240 об/мин) и доводили стерильной дистиллированной водой до плотности 10^8 КОЕ/мл ($\text{ОП}_{600} = 0,5$).

Перед инокуляцией поверхность незрелых плодов стерилизовали погружением в 50%-ный этанол на 3 мин. Затем промывали трижды в стерильной дистиллированной воде и выкладывали на фильтровальную бумагу для удаления излишков воды. Чистые плоды груши и яблони выкладывали в пластиковые контейнеры, отдельные для каждого сорта, так, чтобы избежать случайного переворачивания; плоды вишни и черешни выкладывали в чашки Петри. Плоды вишни и черешни прокалывали препаровальной иглой, смоченной в бактериальной суспензии, в двух местах, плоды яблони – в трех, плоды груши – в четырех. Инокулированный материал инкубировали при 24°C в течение 72 ч (для плодов вишни и черешни), 120 ч (для плодов груши) либо 144 ч (для плодов яблони). Учет симптомов заражения проводили ежедневно.

Интенсивность развития заболевания оценивали по 7-балльной шкале: 0 баллов – отсутствие симптомов, 1 балл – зона некроза до 1 мм в диаметре, 2 балла – зона некроза до 2 мм в диаметре, 3 балла – до 3 мм, 4 балла – до 4 мм, 5 баллов – до 5 мм, 6 баллов – более 5 мм [20]. Для каждого сорта вишни и черешни было проведено 20 биологических повторностей, для сортов груши – 40, для яблони – 10. Отрицательным контролем служили плоды, инокулированные стерильной дистиллированной водой. Статистический анализ осуществляли с помощью программы GraphPad Prism 8.4.3 (Tukey's multiple comparisons test). Этиологию симптомов подтверждали согласно постулатам Коха, путем выделения чистой бактериальной культуры из пораженной ткани, повторного заражения плодов и получения аналогичных симптомов [21].

Искусственное заражение отдельных листьев яблони проводили нанесением $10\ \mu\text{l}$ бактериальной суспензии (10^8 КОЕ/мл ($\text{ОП}_{600} = 0,5$)) по центру листа на надрезанную скальпелем центральную жилку. Предварительную стерилизацию листьев проводили описанным выше методом. Листья выкладывали в чашки Петри на смоченную стерильной дистиллированной водой фильтровальную бумагу и инкубировали в течение 5 сут. В качестве отрицательного контроля использовали листья, инокулированные стерильной дистиллированной водой. Учет симптомов проводили через 5 сут.

Искусственное заражение цветков яблони проводили путем их погружения в бактериальную суспензию (10^8 КОЕ/мл ($\text{ОП}_{600} = 0,5$)). После инокуляции цветки выкладывали в чашки Петри на влажную фильтровальную бумагу и инкубировали в течение 5 сут. В качестве отрицательного контроля использовали цветки, которые погружали в стерильную дистиллированную воду. Учет симптомов проводили через 5 сут.

Для искусственного заражения стеблей использовали двухлетние ветви яблони, срезанные в феврале. Ветви ставили в прозрачные емкости с водой, которую на протяжении эксперимента регулярно меняли. Место инокуляции обрабатывали 70%-ным этанолом в течение 30 сек. Верхний слой коры срезали стерильным скальпелем и помещали на рану вату, смоченную суспензией бактериальных клеток (10^8 КОЕ/мл ($ОП_{600} = 0,5$)), после чего оборачивали место инокуляции пластырем. Учет симптомов проводили через 21 сут.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ устойчивости сортов вишни. В некоторых случаях симптомы заражения наблюдались уже спустя 24 ч после инокуляции. Так, например, к концу первых суток на плодах сортов Конфитюр и Rival зоны некроза соответствовали 1 и 2 баллам, а на плодах сортов Уйфехертой фюртош, Милавица, Несвижская зона некроза ограничивалась точкой инокуляции либо отсутствовала.

К концу третьих суток поражение наблюдалось на всех образцах, но особенно прогрессировало на плодах сортов Тургеневка и Конфитюр, достигая значения в 4–5 баллов. Симптомы заболевания представляли собой углубленные, черные или черно-коричневые влажные некротические пятна с бактериальным экссудатом либо без него (рис. 1).



Рис. 1. Развитие симптомов бактериального рака вишни через 72 ч после искусственного заражения относительно устойчивого сорта Уйфехертой фюртош (слева сверху) и неустойчивого сорта Конфитюр (слева снизу) штаммом *P. s. pv. syringae* 11.9; контроль – инокуляция стерильной дистиллированной водой (справа)

Статистический анализ результатов эксперимента показал значительные различия в устойчивости сортов и позволил выделить 2 группы. К относительно устойчивым был отнесен сорт Уйфехертой фюртош, показавший наименьшую степень развития заболевания (табл. 1). Среди неустойчивых сортов наибольшая степень поражения наблюдалась на плодах сортов Тургеневка, Конфитюр и Милавица. Иммуных к бактериальному раку среди исследованных сортов обнаружено не было.

Таблица 1. Устойчивость сортов вишни к возбудителю бактериального рака

Сорт	Среднее значение интенсивности развития заболевания	Класс устойчивости
Уйфехертой фюртош	0,80±0,28	Относительно устойчивый
Милавица	2,35±0,32	Неустойчивый
Несвижская	1,9±0,16	Неустойчивый
Rival	2,0±0,23	Неустойчивый
Тургеневка	2,55±0,18	Неустойчивый
Конфитюр	2,50±0,27	Неустойчивый

Анализ устойчивости сортов черешни. К концу первых суток после инокуляции симптомы заражения наблюдались на плодах всех исследуемых сортов черешни, однако были очевидны различия в их интенсивности. Наименьшее поражение в 0–1 балл наблюдалось у сортов Любава Донецкая и Наслаждение, тогда как зоны некроза на плодах Skeena, Сьюбаровская и Гасцинец достигали значения в 2–3 балла.

Через 72 ч инкубации симптомы заражения заметно прогрессировали, однако плоды сорта Любава по-прежнему демонстрировали самое низкое значение интенсивности развития заболевания (в 3–4 балла), тогда как на плодах сорта Наслаждение зоны некротических повреждений достигали 5–6 баллов.

Симптомы заболевания, как и на плодах вишни, представляли собой черные либо черно-коричневые пятна, образующие углубления. При сильном поражении часто выступали единичные либо множественные капли бактериального экссудата (рис. 2).



Рис. 2. Развитие симптомов бактериального рака черешни через 72 ч после искусственного заражения относительно устойчивого сорта Skeena (слева сверху) и неустойчивого сорта Гасцинец (слева снизу) штаммом *P. s. pv. syringae* 11.9; контроль – инокуляция стерильной дистиллированной водой (справа)

Проведенный статистический анализ позволил выделить 3 группы устойчивости исследованных сортов (табл. 2). К относительно устойчивым были отнесены сорта Skeena, Беліца, а также сорт Любава Донецкая, показавшие наименьшее значение интенсивности развития заболевания. К группе неустойчивых к бактериальному раку сортов отнесены Ипать, Наслаждение, Тютчевка, Минчанка и сорт Гасцинец. Промежуточная интенсивность развития некроза на плодах сортов Сьюбаровская и Мария позволили отнести их в группу слабоустойчивых. Иммуных к бактериальному раку среди исследованных сортов черешни обнаружено не было.

Таблица 2. Устойчивость сортов черешни к возбудителю бактериального рака

Сорт	Среднее значение интенсивности развития заболевания	Класс устойчивости
Skeena	3,45±0,19	Относительно устойчивый
Беліца	3,8±0,24	Относительно устойчивый
Любава Донецкая	2,9±0,21	Относительно устойчивый
Сьюбаровская	4,6±0,17	Слабоустойчивый
Мария	4,5±0,15	Слабоустойчивый
Ипать	4,9±0,18	Неустойчивый
Наслаждение	5,5±0,19	Неустойчивый
Тютчевка	5,3±0,23	Неустойчивый
Минчанка	5,4±0,19	Неустойчивый
Гасцинец	5,7±0,15	Неустойчивый

Анализ устойчивости сортов груши. Симптомы заражения на незрелых плодах груши появились на третьи сутки. Они отличались по интенсивности развития в зависимости от сорта и представляли собой чаще ровные, кольцевые мягкие черные пятна, углубленные к центру. Выделение экссудата из пораженной ткани наблюдалось только у плодов сорта Десертная росошанская. Наименьший диаметр некротических зон регистрировался на плодах сорта Вилия и не превышал значения в 1 балл. В наибольшей степени на третьи сутки заражение проявилось на плодах сорта Ясачка, Завея и Белорусская поздняя – некротические повреждения достигали значения в 4 балла.

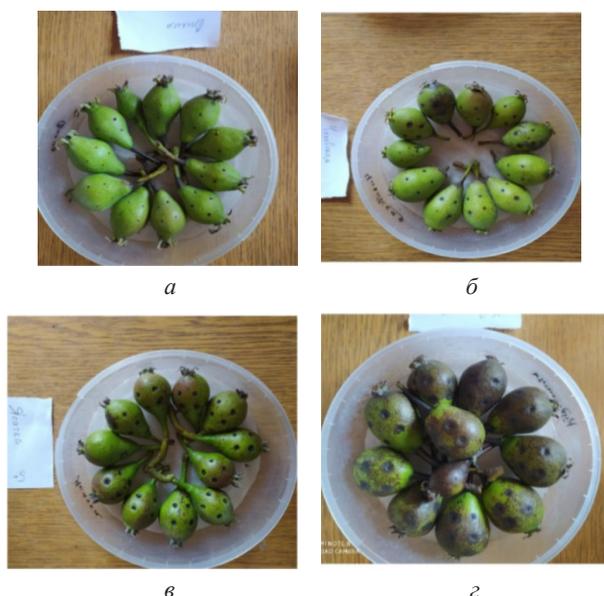


Рис. 3. Развитие симптомов бактериального рака груши через 120 ч после искусственного заражения высокоустойчивого сорта Вилия (а), относительно устойчивого сорта Чижовская (б), слабоустойчивого сорта Ясачка (в) и высоковосприимчивого сорта Кудесница (г) штаммом *P. s. pv. syringae* 11.9

Статистический анализ проводили с учетом результатов развития заболевания на пятые сутки после инокуляции, так как плоды некоторых сортов (Кудесница, Просто Мария и Конференция) начинали темнеть, что затрудняло возможность корректного измерения диаметра зон некроза. Анализ результатов заражения исследованных сортов позволил выделить 4 группы устойчивости (табл. 3).

Таблица 3. Устойчивость сортов груши к возбудителю бактериального рака

Сорт	Среднее значение интенсивности развития заболевания	Класс устойчивости
Вилия	0,8±0,11	Высокоустойчивый
Чижовская	2,7±0,19	Относительно устойчивый
Забава	2,0±0,15	Относительно устойчивый
Бере Александр Люка	2,8±0,17	Относительно устойчивый
Десертная росошанская	2,8±0,23	Относительно устойчивый
Велеса	2,1±0,2	Относительно устойчивый
Купала	2,6±0,14	Относительно устойчивый
Просто Мария	2,8±0,21	Относительно устойчивый
Конференция	2,7±0,18	Относительно устойчивый
Духмяная	3,4±0,11	Слабоустойчивый
Ясачка	3,7±0,13	Слабоустойчивый
Белорусская поздняя	3,4±0,18	Слабоустойчивый
Завея	3,7±0,13	Слабоустойчивый
Кудесница	5,7±0,10	Высоковосприимчивый

Из всех исследованных сортов к высокоустойчивым был отнесен 1 сорт – Вилия: диаметр зон некротических повреждений практически не изменялся в период с третьей по пятые сутки после инокуляции и либо ограничивался точкой инокуляции, либо не превышал значения в 1 балл (рис. 3). К группе относительно устойчивых были отнесены 8 сортов: Чижовская, Забава, Бере Александр Люка, Десертная росошанская, Велеса, Купала, Просто Мария и Конференция. В этой группе диаметр зон некроза на плодах исследуемых сортов варьировал в основном в диапазоне от 1 до 3 баллов, изредка достигая значения в 4 балла. В группу слабоустойчивых вошли сорта Духмяная, Ясачка, Белорусская поздняя и Завея, на плодах которых развитие некротических зон оценивали в 3–5 баллов. Наибольшее развитие получили симптомы на плодах сорта Кудесница, где диаметр некроза практически во всех зонах инокуляции достигал 6 баллов. На основании этого сорт был отнесен к высоковосприимчивым. Контрольные образцы симптомов не проявляли.

Иммунных к *P. s. pv. syringae* среди исследованных сортов найдено не было.

Анализ устойчивости сортов яблони. Некоторые литературные источники указывают на способность патовара *syringae* инициировать развитие бактериального рака яблони как на естественном инфекционном фоне, так и в лабораторных условиях [7, 10–13], тогда как согласно другим источникам этот патовар не вызывает данное заболевания яблони [22].

Для определения восприимчивости яблони к бактериальному раку были проведены эксперименты по искусственному заражению незрелых плодов, отдельных листьев, цветков, а также стеблей яблони сортов Белорусское сладкое, Коваленковское и Надзейны. Искусственное заражение плодов и листьев проводили в 10 повторностях, стеблей – в 20, цветков – в 5.



Рис. 4. Результат искусственного заражения различных органов яблони штаммом *P. s. pv. syringae* 11.9 (а, б – отрицательный контроль справа; в, г – отрицательный контроль сверху)

Учет результатов незрелых плодов проводили на шестые сутки после заражения, листьев и цветов – на пятые сутки, стеблей – на двадцать первые. Симптомы заболевания не было зарегистрировано ни в одной из повторностей. Зоны инокуляции бактериальной суспензией не имели отличий с местами инокуляции стерильной дистиллированной водой (рис. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ данных искусственного заражения незрелых плодов вишни бактериями *P. s. pv. syringae* позволил разделить исследуемые сорта на 2 группы устойчивости – относительно устойчивые (Уйфехертой фюртош) и неустойчивые (Милавица, Несвижская, Rival, Тургеневка, Конфитюр). Проанализированные сорта черешни разделили на 3 класса устойчивости – относительно устойчивые (Skeena, Беліца, Любава Донецкая), слабоустойчивые (Сюбаровская, Мария) и неустойчивые (Ипуть, Наслаждение, Тютчевка, Минчанка, Гасцинец). В результате анализа заражения

плодов груши получено 4 группы устойчивости: высокоустойчивые (Вилия), относительно устойчивые (Чижевская, Забава, Бере Александр Люка, Десертная росошанская, Велеса, Купала, Просто Мария и Конференция), слабоустойчивые (Ясачка, Духмяная, Белорусская поздняя, Завея) и высоковосприимчивые (Кудесница).

Среди проанализированных сортов груши, черешни и вишни иммунных к бактериям *P. s. pv. syringae* не обнаружено.

При искусственном заражении незрелых плодов, листьев, цветков и стеблей яблони сортов Белорусское сладкое, Коваленковское и Надзейны симптомы заболевания не развивались.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Characterisation of the pathogenicity of strains of *Pseudomonas syringae* towards cherry and plum / M. T. Hulin [et al.] // Plant Pathol. – 2018. – Vol. 67, № 5. – P. 1177–1193. – DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/ppa.12834>.
2. Bultreys, A. Bacterial cankers caused by *Pseudomonas syringae* on stone fruit species with special emphasis on the pathovars *syringae* and *morsprunorum* race 1 and race 2 / A. Bultreys, M. Kaluzna // J. of Plant Pathol. – 2010. – Vol. 92, 1 suppl. – P. 1.21–1.33.
3. Comparative genomics and pathogenicity potential of members of the *Pseudomonas syringae* species complex on *Prunus* spp. / M. Ruinelli [et al.] // BMC Genomic. – 2019. – Vol. 20, article number 172. – DOI: <https://doi.org/10.1186/s12864-019-5555-y>.
4. Comparative genomics of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* strains B301D and HS191 and insights into intrapathovar traits associated with plant pathogenesis / A. Ravindran [et al.] // Microbiologyopen. – 2015. – V. 4, № 4. – P. 553–573.
5. Pathogenicity and aggressiveness in populations of *Pseudomonas syringae* from Belgian orchards / V. Gilbert [et al.] // Europ. J of Plant Pathol. – 2010. – Vol. 126. – P. 263–277.
6. Genomic and pathogenic properties of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* strains isolated from apricot in East Azerbaijan province, Iran / Y. Vasebi [et al.] // Biocatalysis and Agr. Biotechnol. – 2019. – Vol. 19. – P. 1–10. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101167>.
7. First report of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* causing bacterial blister bark on apple in Norway / J. I. S. Perminow [et al.] // Plant Disease. – 2018. – Vol. 102, № 8. – P. 1653–1654. – DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-17-1712-PDN>.
8. Susceptibility of Cherries to Bacterial Canker (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*) in Field and Laboratory / S. Farhadfar [et al.] // Intern. J. of Agr. and Forestry. – 2016. – Vol. 6, № 1. – P. 20–27.
9. Susceptibility of European pear cultivars to *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* using immature fruit and detached leaf assays / C. Moragrega [et al.] // Europ. J. of Plant Pathol. – 2003. – Vol. 109. – P. 319–326.
10. Григорцевич, Л. Н. Основы плодоводства : учеб. пособие / Л. Н. Григорцевич, Ю. М. Полещук, А. И. Блинцов. – Минск : БГТУ, 2004. – 90 с.
11. *Pseudomonas syringae* causing bacterial canker on apple trees in Brazil / L. Araujo [et al.] // Plant protection. – 2020. – Vol. 79, № 4. – P. 467–473.
12. First report of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* associated with bacterial blossom blast on apple (*Malus pumila*) in the United States / K. Gasic [et al.] // Plant Disease. – 2018. – Vol. 102, № 9. – P. 1848.
13. Копиця, В. Н. Раковые заболевания скелетных частей яблони в Беларуси / В. Н. Копиця // Изв. Акад. аграр. наук Респ. Беларусь. – 1997. – № 4. – С. 58–62.
14. Thomidis, T. Susceptibility of 30 cherry (*Prunus avium*) genotypes to the bacterium *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* / T. Thomidis, E. Exadaktylou // New Zealand J. of Crop and Horticultural Sci. – 2008. – Vol. 36. – P. 215–220.
15. Bacterial Canker of Sweet Cherry in Oregon – Infection of Horticultural and Natural Wounds, and Resistance of Cultivar and Rootstock Combinations / R. A. Spotts [et al.] // Plant Disease. – 2010. – Vol. 94. – P. 345–350.
16. Whitesides, S. K. Susceptibility of Pear Cultivars to Blossom Blast Caused by *Pseudomonas syringae* / S. K. Whitesides, R. A. Spotts // HortSci. – 1991. – Vol. 26, № 7. – P. 880–882.
17. Evaluation of cherry cultivar susceptibility to bacterial canker and leaf spot disease / R. Ilić [et al.] // J. of Phytopathol. – 2018. – Vol. 166. – P. 799–808.
18. Желдакова, Р. А. Фитопатогенные микроорганизмы : учеб.-метод. комплекс / Р. А. Желдакова, В. Е. Мямин. – Минск : БГУ, 2006. – 116 с.
19. Sorensen, K. N. PCR detection of cyclic lipodepsinonapeptide-producing *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* and similarity of strains / K. N. Sorensen, K. H. Kim, J. Y. Takemoto // Appl. and Environmental Microbiol. – 1998. – Vol. 64, № 1. – P. 226–230.
20. Kaluzna, M. Virulence of *Pseudomonas syringae* pathovars and races originating from stone fruit trees / M. Kaluzna, P. Sobiczewski // Phytopathol. – 2009. – Vol. 54. – P. 71–79.
21. Попкова, К. В. Общая фитопатология : учеб. для вузов / К. В. Попкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Дрофа, 2005. – 445 с.
22. Kerkoud, M. Rapid diagnosis of *Pseudomonas syringae* pv. *papulans*, the causal agent of blister spot of apple, by polymerase chain reaction using specifically designed hrpL gene primers / M. Kerkoud, C. Manceau, J. P. Paulin // Phytopathol. – 2002. – Vol. 92, № 10. – P. 1077–1083.

**RESISTANCE OF FRUIT CROPS VARIETIES TO PHYTOPATHOGENIC
BACTERIA *PSEUDOMONAS SYRINGAE* PV. *SYRINGAE***

V. Y. LAGONENKO, A. L. LAGONENKO, I. G. POLUBYATKO, O. A. YAKIMOVICH,
N. P. MAKSIMOVA, M. S. KASTRITSKAYA

Summary

The resistance of cherry, sweet cherry and pear varieties to bacterial canker was analyzed by using the method of artificial contamination of unripe fruits. Two resistance groups were highlighted among the six analyzed cherry varieties: Uyfehertosh Fürthosh variety exercised the highest degree of resistance and Turgenevka exercised the lowest degree. Three groups of resistance were identified among the ten studied varieties of sweet cherries; the cultivar Lyubava Donetskaya turned out to be the most resistant, Gascinet proved to be the most affected. Four groups of resistance were distinguished among analyzed 14 pear varieties. The most resistant was Vilia variety and Kudesnitsa variety turned out to be the most affected. None of the examined crops varieties appears to be immune to bacterial canker. After artificial contamination of apples fruits (Belorusskoe sladkoe, Kovalenkovskoe and Nadzejny varieties) symptoms of the disease did not appear.

Keywords: bacterial canker, cherry, sweet cherry, pear, apple, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, resistance, artificial contamination.

Поступила в редакцию 12.04.2022