

Литература

Вакин А.Т. Фитопатологическое состояние дубрав Теллермановского леса. / Труды Ин-та леса АН СССР. 1954. Т.16. С. 50–109.

Чеботарев П.А., Чеботарева В.В. Формирование искусственных дубовых древостоев в регионах лесостепной зоны Европейской части России // Флора и растительность Центрального Черноземья. Материалы научной конференции. Курский государственный университет, 2014. С. 174–179.

Санитарные правила в лесах РФ. М. 1998. 18 с.

Сортиментные и товарные таблицы. Москва. 1987. 128 с.

Стороженко В.Г., Коткова В.М., Чеботарёв П.А. Динамика трансформации коренных дубрав и дереворазрушающие базидиальные грибы Теллермановского леса // М. Лесной вестник. МГУЛ. 2014. С. 77–85.

ОСОБЕННОСТИ ВРЕДНОСТИ БАКТЕРИОЗОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В СВЯЗИ СО СПЕЦИАЛИЗАЦИЕЙ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ

Черпаков В.В.

Академия Маркетинга и социально-информационных технологий (ИМСИТ), г. Краснодар,
v-cherpakoff@mail.ru

FEATURES OF SEVERITY OF BACTERIAL DISEASES OF WOODY PLANTS IN CONNECTION WITH THE SPECIALIZATION OF PATHOGENS

Cherpakov V.V.

The specific features of biology of phytopathogenic bacteria and factors influencing on the different aspects of harmfulness in pathological processes are investigational. Considered histotropic, organotropic and phylogenetic specialization of phytopathogenic bacteria of woody plants, bacteria causes of variability and possibility of expansion of specialization.

Вредоносность возбудителей бактериальных болезней древесных растений обусловлена множеством факторов биогенного, абиогенного и антропогенного происхождения, которые прямо и косвенно влияют на взаимодействия в системе хозяин – патоген – сопутствующие организмы – среда. Вредоносность – многоаспектное понятие, отражающее разные подходы, при проведении оценки воздействия бактериозов на растение и последствий этого воздействия. Фитопатогенные бактерии поражающие древесные растения, в силу специфичности своей биологии, и, соответственно специфичности патогенеза, сильно отличаются по характеру воздействия от поражений грибами и повреждений насекомыми. Вредоносность, как результат воздействия бактериоза на древесные растения, отражает степень специализации возбудителя или величину негативного воздействия на растение-хозяина на разных иерархических эколого-биологических уровнях взаимодействия и вред на разных уровнях хозяйственно-экономических оценок ущерба от болезни. В данной статье рассматриваются естественные, природообусловленные механизмы вредоносности бактериозов, но не хозяйственно-экономические её стороны. Ключевые факторы вредоносности фитопатогенных бактерий, это агрессивность и патогенность возбудителя, конгениальность возбудителя и растения-хозяина. Агрессивность, патогенность и конгениальность определяются многими морфологическими, физиолого-биохимическими и молекулярно-генетическими свойствами бактерий, их хозяев – древесных растений и различными факторами среды. Обычно они эволюционно обусловлены и контролируются фактором времени.

Рассмотрим основные специфические особенности фитопатогенных бактерий древесных растений определяющие наиболее важные пути специализации этих патогенов. Все фитопатогенные бактерии, поражающие древесные растения, являются факультативными паразитами. облигатные паразиты среди них неизвестны. Это означает, что при оценке возникновения инфекционного процесса следует исходить из возможного, постоянного наличия инфекционного начала в окружающей среде. Бактерии-возбудители присутствуют в ранее заражённых растениях, почве, в остатках растений, атмосферном воздухе, воде, в ассоциациях эпифитной микрофлоры, в эпифитной и эндофитной микрофлоре растений, в т. ч. не являющихся установленным хозяином патогена, животных, человеку, в любой биологической и небиологической продукции дея-

тельности человека. У многих фитопатогенных бактерий, кроме того, известны латентные стадии развития, позволяющие им выживать в экстремальных условиях среды.

Среди патогенных бактерий древесных растений неизвестны виды не связанные с насекомыми-векторами, осуществляющими экзогенный и эндогенный перенос бактерий, что способствует более успешному внедрению бактерий в растение и усилению вредоносности. Это относится и к другим группам организмов переносчиков бактерий – грибам, нематодам, клещам, птицам, млекопитающим. Нередко бактерии находятся в разных формах симбиотических взаимоотношений с переносчиками. При совпадении вида растения-хозяина, и, особенно питающих тканей и органов, у бактерий и переносчиков-фитофагов развиваются сопряженные поражения, вредоносность усиливается синергетическим эффектом совместного воздействия. Кроме того, биохимическая «притирка» в освоении тканей питательного субстрата позволяет развиваться сопряженным инфекциям бактерий и грибов, что также усиливает вредоносность патологических процессов с участием бактерий.

Агрессивность фитопатогенных бактерий древесных пород, обуславливающая инфицирование растения, контролируется в основном ферментами, токсинами, гормонами, вырабатываемыми бактериями в благоприятных условиях внешней среды и субстрата, нередко при содействии сопутствующих организмов. Патологический процесс, это уже взаимодействие главным образом популяции бактерии и растения-хозяина. Конгениальность, есть результат совместного взаимодействия бактерий и хозяина на морфологическом, физиолого-биохимическом и молекулярно-генетическом уровнях, отражает морфо-физиологические изменения растения, физиолого-биохимические и генетические изменения бактерий. Результаты таких взаимодействий могут быть различны: поражение и гибель клеток, тканей органов, частей растения или всего растения; изменения различных функций растения; появление на растениях новообразований, вздутий, опухолей, наростов на стволах, ветвях, корнях изменяющих их функции и разрушающих или не разрушающих их; возникновение клубеньковых образований на корнях, не приводящих к гибели корня и растения; переход бактерий в латентную стадию после отмирания растения или формирование сапрофитной популяции бактерий, изменение биохимических, генетических свойств бактерий, т.е. их фенотипа и генотипа и др.

Наиболее важными аспектами вредоносности фитопатогенных бактерий древесных растений является их специализация – гистотропная, органотропная и филогенетическая.

Наивысшей степенью биологической вредоносности обладают бактерии поражающие невосстанавливающиеся ткани и органы древесных растений – камбий, флоэму, прикамбиальную ксилему, сосуды последних работающих колец, корневые системы, что всегда приводит к гибели растения или его части. Параллельно, в зависимости от вида возбудителя, одни и те же бактерии могут поражать вегетативные и генеративные побеги и органы – цветы, завязи, плоды орехоплодных видов, шишки, семена, а также всходы и сеянцы. Подобная широкая специализация присуща бактериям вызывающим генерализованные бактериозы с сосудисто-паренхиматозным типом поражения. Бактериозы вызывающие пятнистости и другие поражения листовой пластинки листопадных деревьев, могут не вызывать усыхания деревьев, их негативное действие отражается только на приросте, деревья легко восстанавливают пораженную листву ежегодно и, такие бактериозы могут быть отнесены к категории слабовредоносных. При аналогичных поражениях хвои, которая, за исключением лиственницы, у видов хвойных многолетняя, бактериозы приводят растения к гибели часто в первый год поражения – хвоя после поражения не заменяется и такая категория бактериозов для хвойных становится по степени вредоносности в один ряд с генерализованными. Важным фактором биологической вредоносности у фитопатогенных бактерий является возможность передавать инфекцию потомству в онтогенезе через семена. Существует множество промежуточных форм поражений, что свидетельствует о большой вариабельности биологических свойств бактерий.

Генеративные органы – цветы, почки, завязи, плоды, в т. ч. жёлуди, орехи, шишки, могут поражаться не только при поверхностном внешнем заражении, но и через сосудистую систему изнутри дерева при его поражении сосудисто-паренхиматозными бактериозами. Всё многообразие типов поражений обусловлено физиолого-биохимическими свойствами бактерий. Различные типы поражений может вызывать один и тот же вид бактерий и наоборот – разные виды могут вызывать один и тот же тип поражения. У фитопатогенных бактерий древесных пока не выявлена корреляция в гистотропной и органотропной специализации, как внутривидовая так и межви-

довая. Некоторые виды бактерий имеют одинаковую органотропную специализацию, но их гистотропная специализация различна. Всё многообразие типов поражений и различия в формах специализации обусловлены физиолого-биохимическими свойствами бактерий. Мы можем выделить несколько важных видоспецифических биологических свойств, которые являются факторами патогенности и регулируют гистотропную специализацию. Все виды бактерий древесных растений являются аэробами. Но только факультативные анаэробы могут длительное время жить и размножаться в древесине (*Erwinia amylovora*) и, особенно в глубинных её слоях (*Erwinia multivora*). Облигатным аэробам всегда свойственны поверхностные поражения и участие в эпифитных микробных комплексах (различные патовары *Pseudomonas syringae*). Активное сбраживание бактериями углеводов с выделением газа позволяет бактериозу производить механический разрыв самых вязких и плотных тканей древесины таких видов древесных пород как дуб, вяз, ясень, каштан и др. (*Erwinia multivora*). Основные типы поражений наиболее вредоносных бактериозов – закупорка сосудов бактериальными массами, слизью и камедью, тиллозис сосудов, поражение ксилемной и флоэмной паренхимы и камбия токсинами. Выработка бактериями пектолитических ферментов (*Erwinia multivora*) вызывает разжижение срединной пластинки межклеточного пространства с мацерацией тканей, некротизацию и загнивание тканей коры, мокрые гнили корней, мокрые гнилевые процессы различных тканей и органов, плодов и семян. Синтез бактериями протеолитических, целлюлолитических и пектолитических ферментов приводит к разрушению клеточных стенок древесной паренхимы и паренхимы коры.

Филогенетическая специализация фитопатогенных бактерий, отражающая конгениальность и адаптацию бактерий к своему хозяину, формирует два типа бактериальных возбудителей – монофагов и полифагов. Монофагия – наиболее консервативный и архаичный тип взаимоотношений. Бактерия-монофаг (вид или его вариотип) узко адаптирована и поражает только один вид (или отдельные представители рода) растения-хозяина (*Pseudomonas syringae* pv. *mori*, *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*, *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*, *Brenneria quercina*, *Brenneria salicis*). Полифагия, при которой бактерия (вид или его вариотип) поражает несколько (два и более) видов растений-хозяев, отражает эволюцию патогенеза и развитие широких адаптационных возможностей возбудителя (*Xylella fastidiosa*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Erwinia amylovora*, *Erwinia multivora*). Полифагия фитопатогенных бактерий понимается и трактуется по-разному. По степени сложности, это способность одного вида фитопатогенной бактерии поражать: разные виды древесных одного рода, виды разных родов, семейств, классов (двудольные, однодольные), отделов (лиственные и хвойные), растительных жизненных форм (не только древесные, но и травянистые), царств (грибы). Наконец, среди полифагов встречаются фитопатогенные бактерии-суперполифаги, проявляющие зоопатогенные свойства и поражающие животные организмы – насекомых, теплокровных животных, а также человека (*Enterobacter cloacae* и др.).

Все виды специализации организмов в органическом мире обусловлены достаточно длительной эволюцией и действием эволюционных факторов, что актуально и в среде фитопатогенных микроорганизмов – грибов и бактерий. Особую роль в формировании специализации играет мутационный процесс. В силу примитивности биологического строения бактерий, в сравнении с другими организмами, огромной скорости размножения, мутации и отбор формируют новые расы, вариации бактерий, изменяя и расширяя круг поражаемых организмов, формируя толерантные к разным условиям среды формы, тем самым расширяя специализацию к питательному субстрату, растительным и животным хозяевам.

Специализация фитопатогенных бактерий древесных растений – динамичный процесс, у многих видов расширяется круг поражаемых растений и других организмов, что подтверждается также молекулярно-генетическими исследованиями. Сапротрофная сущность и факультативный паразитизм фитопатогенных бактерий, позволяет им развиваться в остатках растений – опаде, порубочных остатках, круглом лесе, пиломатериалах и обапале, пнях, остатках корней, в лесной подстилке, в почве, в ирригационных и поверхностных водах, в капельно-жидкой и кристаллической влаге атмосферного воздуха, в плодах, семенах, желудях, орехах, шишках, пыльце и др., при наличии необходимых условий существования. Трофические изменения в характере питания фитопатогенных бактерий – основная движущая сила их эволюции. Подобная универсализация жизни фитопатогенных бактерий древесных не свойственна никаким дру-

гим известным патогенам древесных пород. Она объясняется возможностями широкой фенотипической и генотипической изменчивости бактерий и обеспечивается мутациями и сверхвысокой скоростью их размножения – бинарное деление и удвоение клеток происходит каждые 20-25 минут. Накопление инфекционной массы идёт в геометрической прогрессии. На это не способны никакие иные патогены древесных растений. Такая скорость размножения способствует отбору и быстрому закреплению необходимых новых адаптационных признаков у бактерий, сжимая фактор времени в сотни тысяч и миллионы раз. Таким образом, у бактерий древесных пород могут происходить процессы ускоренной микроэволюции, которые формируют новые фенотипы, биотипы и вариации вида (серовары, фаговары, хемовары, биовары, патовары), подвиды, а возможно и новые виды. Понятие вида в филогенезе бактерий пока не имеет чёткого определения. Высокая изменчивость возбудителей обеспечивается также генными мутациями. В результате гомологичных рекомбинаций генов нередко возникают формы с более широким набором растений-хозяев, с более высокой степенью патогенности или наоборот, с более низкой.

На этом фоне ещё не совсем ясны механизмы узкоспецифичной монофагии некоторых фитопатогенных бактерий древесных пород. В исследованиях механизмов специализации фитопатогенных бактерий в последнее время появились новые тенденции, подтверждающие на генно-молекулярном уровне возможности широкой полиморфности этих организмов.

Литература

1. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология. – М.: Академия, 2003. – 464 с.
2. Семенова И. Г., Соколова Э.С. Фитопатология. – М.: Академия, 2003. – 480 с.
3. Черпаков В.В., Щербин-Парфененко А.Л. Возбудители эрвиниозов лесных пород в экологической системе "хозяин - паразит". Фитонциды. Бактериальные болезни растений. Ч.II. – Киев: Наукова думка, 1990. – С.100-101.
4. Черпаков В.В. Бактериальные болезни лесных пород в патологии леса // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, Выпуск 200. СПб.: ЛТА, 2012. С. 292–303.
5. Bacterial blight pathogen: Topics by World Wide Science.org

ДРЕВЕСНАЯ ПРОДУКЦИЯ И ФИТОМАССА СОСНЫ В ОЧАГАХ КОРНЕВОЙ ГУБКИ Чураков Б.П., Маслов В.Д., Митрофанова Н.А.

Ульяновский государственный университет, churakovbp@yandex.ru

WOOD PRODUCTS AND PINE PHYTOMASS IN THE HEARTH OF HETEROBASIDIUM ANNOSUM Churakov B.P., Maslov V.D., Mitrofanova N.A.

The effect of the root sponge for wood products in areas of pine disease. The distribution of trees by category status in various centers of the root sponges in various site conditions. Defined stock of wood in the control areas and in areas of the root sponges for each category of states depending on site conditions.

Корневая губка *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. является одним из самых вредоносных и наиболее распространенных в мире грибов и поражает многие хвойные и лиственные древесные породы, но лиственные породы страдают от корневой губки меньше, чем хвойные. Особенно часто и сильно корневой губкой повреждаются ель, сосна, пихта и лиственница. Некоторые отечественные [1, 2, 3] и зарубежные [4, 5, 6] исследователи считают, что речь идет о различных штаммах этого гриба.

Поражение древостоев корневой губкой носит очаговый характер. В последние годы количество и площади очагов повсеместно увеличиваются. В Российской Федерации, по данным Бабуриной А.Г. [7], площадь очагов корневой губки в сосновых древостоях составляет 195 тысяч га, в Республике Беларусь к началу 2011 г. выявлено 121 078 га очагов заболевания [8] в Польше корневой губкой поражены сосновые насаждения на площади 10 тыс. га, что составляет 2,22% лесопокрытой площади страны [9].