

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.М. КИРОВА»

---

ИЗВЕСТИЯ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ  
АКАДЕМИИ

Выпуск 207

*Издаются с 1886 года*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2014

Редакционная коллегия

Главный редактор

**А.В. Селиховкин**, д-р биол. наук, проф., СПбГЛТУ

Отв. редактор

**Л.В. Уткин**, д-р техн. наук, проф., СПбГЛТУ

**В.А. Александров**, д-р технических наук, проф., СПбГЛТУ,

**А.С. Алексеев**, д-р геогр. наук, проф., СПбГЛТУ,

**Н. Белгасем**, проф., Высшая школа бумажной и полиграфической промышленности (Франция),

**А.В. Васильев**, д-р хим. наук, проф., СПбГЛТУ,

**Н. Вебер**, проф., Дрезденский технический университет (Германия),

**И.В. Григорьев**, д-р техн. наук, проф., СПбГЛТУ,

**Х. Деглиз**, проф., Международная академия наук о древесине (Франция),

**И.П. Дейнеко**, д-р хим. наук, проф. СПбГТУРП,

**А.В. Жигунов**, д-р с.-х. наук, проф., СПбГЛТУ,

**М. Е. Игнатьева**, проф., Шведского университета сельскохозяйственных наук (Швеция),

**Т. Карьялайнен**, проф. Финский исследовательский институт лесного хозяйства (Финляндия),

**Д.Л. Мусолин**, канд. биол. наук, доц., СПбГЛТУ,

**В.И. Онегин**, д-р техн. наук, проф., СПбГЛТУ,

**В.А. Петрицкий**, д-р филос. наук, проф., СПбГЛТУ,

**В.Н. Петров**, д-р экон. наук, проф., СПбГЛТУ,

**О. Саллнас**, проф., Шведского университета сельскохозяйственных наук (Швеция),

**В.Г. Санаев**, д-р техн. наук, проф., МГУЛ,

**А.Н. Чубинский**, д-р техн. наук, проф., СПбГЛТУ,

**М.В. Маненко**, канд. техн. наук, СПбГЛТУ, технический секретарь.

*Адрес редакции:* 194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5.

*Тел.:* (812)670-92-69, *факс:* (812)670-93-90. *E-mail:* lautner@mail.ru. *Сайт организации:* www.ftacademy.ru.

*Сайт издания:* izvestia.ftacademy.ru

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия Российской Федерации.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-23613 от 10.03.2006 г.

УДК 630

**Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии:** Вып. 207.  
СПб.: СПбГЛТУ, 2014. – 308 с. – ISBN 978-5-9239-0697-4, ISSN 2079-4304.

В очередном выпуске «Известий СПбЛТА» представлены статьи, написанные по результатам докладов, представленных на VII Чтениях памяти О.А. Катаева «Вредители и болезни древесных растений России» (СПбГЛТУ, 2013 г.) – результаты текущих исследований по вопросам лесной энтомологии, фитопатологии и защиты леса. Сборник предназначен для работников лесного комплекса, преподавателей, аспирантов, студентов и выпускников лесотехнических, сельскохозяйственных и общебиологических вузов, сотрудников НИИ лесного профиля.

Темплан 2014 г. Изд. № 213  
ISBN 978-5-9239-0697-4  
ISSN 2079-4304

© Санкт-Петербургский государственный  
лесотехнический университет им. С.М. Кирова  
(СПбГЛТУ), 2014

Ministry of Education and Science of the Russian Federation

State Budget Institution of Higher Professional Education  
«SAINT PETERSBURG STATE FOREST TECHNICAL UNIVERSITY  
NAMED AFTER S.M. KIROV»

---

IZVESTIA  
SANKT-PETERBURGSKOJ  
LESOTEHNICESKOJ  
AKADEMII

Issue 207

*Published since 1886*

SAINT PETERSBURG  
2014

**В.В. Черпаков**

**НАСЕКОМЫЕ-КСИЛОФАГИ –  
ПЕРЕНОСЧИКИ И СИМБИОНТЫ  
ПАТОГЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД**

**Введение.** Перенос, распространение и внедрение фитопатогенов древесных пород насекомыми – распространенное явление в патологии леса. Явление малоизученное в силу сложившихся традиционных направлений лесопатологии, представляющих самостоятельные науки и научные дисциплины. Это всегда отражалось на диагностике: специалист видит свой объект, приписывая ему все патологические изменения пораженного растения. При оценке воздействий ксилофагов хорошо видны взрослые насекомые, их преимагинальные стадии, следы повреждений, но «отсутствуют» патогены, из-за их невидимости невооруженным глазом – бактерии, вирусы, споры грибов или ювенильные стадии нематод. Методы исследований, отработанные для отдельных агентов патогенеза, слабо совместимы, либо вовсе не стыкуются, что неизбежно требует разработки новой методологии лесопатологической диагностики.

Роль насекомых-переносчиков инфекции иногда является решающим фактором фитопатогенеза, конечным результатом которого становится синергетический эффект их совместного воздействия. В патологии растений обычно рассматривают механический перенос инфекции, т. е. насекомые выполняют функцию вектора, «транспортного средства», доставляя споры грибов или бактерии в соответствующие органы и ткани древесных растений. Цель исследования – изучение взаимоотношений фитопатогенных грибов (ФПГ) и фитопатогенных бактерий (ФПБ) между собой и с дендрофильными насекомыми в ксилемно-камбиальных слоях древесных растений.

**Материалы и методы.** Полевые исследования включали рекогносцировочные (маршрутные) и детальные (с закладкой пробных площадей, рубкой модельных деревьев, анатомированием исследуемых частей, органов и тканей растений) лесопатологические обследования. В полевой диагностике применялись методы лесопатологического мониторинга [1], методы сопоставлений, исключений, наблюдений. Проводилась изоляция патогенов из живых и пораженных тканей, из ходов насекомых, их имагинальных и личиночных стадий на питательные среды. В качестве компромиссной среды, приемлемой для одновременного роста грибов и бактерий, использовался картофельно-глюкозный агар (КГА) с нейтральным значением рН. В лабо-

раторных исследованиях применялись микробиологические методы изучения чистых культур грибов и бактерий, в том числе культурально-морфологических, биохимических свойств, экспериментальные методы изучения патогенных свойств изолятов и реизолятов [2, 3]. Исследования проводились в лесных экосистемах региона Западный Кавказ (северный и южный макросклоны Главного Кавказского хребта (ГКХ) – Северный Кавказ (северный макросклон ГКХ) на эксплуатируемых и заповедных территориях.

**Результаты и обсуждение.** В патологии леса эволюционно сформировались сложные биологические системы трофических связей и взаимодействий, обусловленных индивидуальной биологией видов организмов разных царств и классов на разных таксономических уровнях. Рассматриваются ксилотрофные ассоциации экологической группы стволовых насекомых с возбудителями болезней лесных пород.

**Рогохвосты (Hymenoptera: Siricidae)**, как переносчики инфекционного начала, демонстрируют эволюционно адаптированную сложную систему взаимодействий организмов разных царств и классов. На хвойных наиболее распространены большой хвойный рогохвост (*Urocerus gigas* L.), синий (*Sirex juvencus* L.), фиолетовый (*S. noctilio* F.) и другие. Виды *Urocerus*, *Sirex* распространяют оидии сапротрофных грибов рода *Amylostereum* (*Amylostereaceae*), вызывающих белую гниль с разрушением лигнина древесины различных видов хвойных. Евразийские космополиты – *A. areolatum* (Fr.), *A. chailletii* (Pers.: Fr.) Void.) – играют незначительную роль в патогенезе, поскольку не способны самостоятельно колонизировать живые деревья. Рогохвосты находятся в симбиотических отношениях с грибами *Amylostereum*, являясь одновременно ксилофагами и мицетофагами, так как личинки питаются гифами мицелия. Одноклеточные и многоклеточные артроспоры депонируются и сохраняются в межсегментарных мешочках самок (микангиях), расположенных у основания яйцеклада. Оплодотворенные самки, вводят через яйцеклад не только яйца, но и споры *Amylostereum*. Такая форма позволяет грибу существовать, минуя стадию полового размножения и повышает эффективность колонизации. Считается, что гриб, размягчая древесину, делает ее более предпочтительной пищей. Связь *A. areolatum* установлена для *U. gigas*, *S. juvencus*, *S. noctilio*, других видов рогохвостов. В 1995 г. была обнаружена нематода (*Beddingia siricidicola*), которая питается колониями *A. areolatum*, а также заражает личинки видов *Sirex* [4].

Мутуалистическая ассоциация *Sirex* spp. с *Amylostereum* spp. – только часть причины патологического процесса. Анализ симптоматики показывает недостаточную ее изученность. *A. areolatum* типичный сапрофит; он растет медленно в местах откладки яиц и личиночных ходах. Для роста гриба необходимы ослабленные или омертвевшие ткани, что обеспечивается предварительным поражением их ФПБ. Приписываемые ассоциации

увядание свежего зеленого прироста, пожелтение и побурение хвои – симптомы, возникающие при внезапном поражении трахеид ксилемы сосудисто-паренхиматозными бактериозами (рис. 1) [5], но не сапрофитными грибами или рогахвостами, имеющими одно- или двухлетнюю генерацию. Наше утверждение также подтверждается американским источником: *S. noctilio*, ставший в США с 2004 г. инвазивным видом, заражает дерево путем инъекции инокулята *A. areolatum* и фитотоксичной слизи в живую сосну при отложении яиц [4]. Первые исследователи этого явления также отмечали, что симптомы увядания вызывает слизь, а не гриб [4], однако впоследствии возобладала версия смешанной инфекции – гриб и слизь ослабляют и убивают дерево [6]. «Фитотоксичная слизь» – это типичная бактериальная слизь пока не изученного видового состава. Механизм воздействия на растения бактериальных слизей хорошо изучен [7] и связан с симпатоматикой увядания: размножение бактериальных клеток и закупорка сосудов; продуцирование бактериями ферментов стимулирующих тиллозис и выделение слизи; выделение бактериями токсинов, поражающих сосуды и вызывающих увядание. Очевидно, в микангиях рогахвостов скапливается также и бактериальная слизь, которая попадая в зону камбия и трахеид, сразу вызывает их бактериальное заражение, развивающееся в течение нескольких часов после инокуляции. Полагаем, что ФПБ являются частью мутуалистической ассоциации *Sirex* spp. – *Amylostereum* spp.

Наши исследования в Кавказском биосферном заповеднике показали, что рогахвост-аргонавт (*Urocerus argonautarum* Semenov) очень охотно осуществляет кладку яиц в свежооткрытую древесину (обломки ветвей, затески (рис. 2) кавказской пихты (*Abies nordmanniana* (Steven) Spach). Насекомые



**Рис. 1.** Бактериальные заражения камбия и трахеид сосны в зоне кладки яиц рогахвоста фиолетового (*Sirex noctilio*).  
Фото: D. Naugen, Bugwood.org.



**Рис. 2.** Рогахвост-аргонавт (*Urocerus argonautarum*). Самка делает кладку яиц в зону патологического ядра бактериальной водянки кавказской пихты.  
Фото автора

улавливают терпены свежей древесины на больших расстояниях. Известно, что ослабленные деревья производят большее количество летучих веществ [4]. Уже в течение первых 20 мин происходит массовый налет самок рогохвоста на открытую древесину. Самка делает укол яйцекладом в ее глубинные слои, в зону патологического ядра бактериальной водянки, которая является хроническим зачатком болезни в сердцевинной и центральной части ствола [8]. Такое поведение и предпочтение аргонавта мы отмечали многократно. Явление «патотропизма» *U. argonautarum* может быть использовано в практике лесозащиты. В дальнейшем бактериальное заражение ксилемы сопровождается личиночные ходы: личинки распространяют бактериоз в ксилемно-камбиальном слое. Можно предположить, что бактерии являются составной частью жизненного цикла рогохвостов, сохраняясь в тканях хозяина и способствуя переработке древесины. В пораженной древесине нередко отмечались не вылетевшие отмершие экземпляры имаго, что возможно объясняется воздействием продуктов метаболизма в процессе взаимодействия бактерий с тканями древесины.

**Короеды (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)** являют собой классический пример переносчиков и симбионтов многих грибных инфекций. Общеизвестно, что возбудителей голландской болезни – *Ophiostoma ulmi* Buisman, *Ophiostoma novo-ulmi* Brasier – распространяют заболонники (*Scolytus*) – большой ильмовый (*S. scolytus* F.), струйчатый (*S. multistriatus* Marsham), пигмей (*S. pygmaeus* F.) и другие. Жуки переносят как конидии, так и аскоспоры, распространяя гриб в своих ходах. Многолетние исследования автора [9, 10] этиологии голландской болезни на видах ильмовых (*Ulmus* spp.) выявляли каждый раз совместную бактериально-грибную инфекцию с выделением на средах несовершенной стадии (*Graphium ulmi* M.B. Schwarz) либо чисто бактериальные поражения – бактериальной водянкой (*Erwinia multivora* Scz.-Parf.) и бактериальным ожогом (*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al. (var. *ligniphila*), совместно или порознь. Детально проанализировано более 150 растущих зеленых или в начальной стадии поражения модельных деревьев разного возраста с раскряжевкой стволов. Морфо-анатомический анализ показал: более 90 % из них имели мокрое ядро бактериальной водянки; 60 % – кольца «графиозных» закупорок сосудов (100 % совместно с водянкой). Микоз в «чистом виде» в патогенезе ильмовых всегда отсутствовал. 90–100 % насаждений ильмовых имеют порослевое происхождение и внутреннее бактериально-грибное заражение от материнского насаждения низового или корневого характера. Одновременно изучали следы поселения и дополнительного питания заболонников в развилках побегов. На слабопораженных, еще зеленых деревьях заболонники поселяются обычно под тонкой корой, реже под толстой. В таких деревьях ходы прокладываются в зоне луба, почти не затрагивая камбий и не отпечатываясь на поверхности заболони. Однако, при таком характере поселений,

который давно отмечался энтомологами [11], исключается встреча насекомых с зараженными сосудами ксилемы и внутренними тканями, пораженными бактериальной водянкой и графтиозом. Аналогично, при дополнительном питании жуки, повреждая тонкую кору веточек кроны, не встречаются с инфекцией в ксилемных слоях. В абсолютном большинстве случаев грибные и бактериальные поражения в местах поселения и погрызов коры заболонниками отсутствовали, что подтвердили микробиологические посевы тканей поврежденной коры и древесины. Распространение грибной и бактериальной инфекции, связанное с деятельностью заболонников, отмечалось только на больных деревьях в разных стадиях усыхания и на сухостое. Патогенез голландской болезни не всегда связан с заболонниками, их связь с возбудителями спонтанна и не носит обязательный характер.

Еще одна важная группа ФПГ – паразитные офиостомы, причастные к усыханию дуба, объединяемые сегодня в сборный вид *Ophiosstoma quercus* (Georgiev.) Nannf. (*O. fagacearum*, *O. roboris*, *O. kubanicum*, *O. valachicum*) – распространяются дубовым заболонником *Scolytus intricatus* Ratzeburg и другими видами стволовых насекомых, которые одновременно переносят и возбудителей бактериозов, что отмечалось нами неоднократно.

Короеды менее известны как переносчики ФПБ. В 1989 г. в период проведения комплексной экспедиции Кавказского биосферного заповедника в Дагестане нами был зарегистрирован крупнейший в СССР очаг бактериального ожога лоха узколистного (*Elaeagnus angustifolia* L.) в классическом проявлении типичной симптоматики с экссудатом, ожогом листьев, завязей, некротизацией и трещинами коры, поражением ксилемы и полным отмиранием деревьев за 1–2 месяца (июнь–июль) на площади около 1 тыс. га в Аграханской степи в районе Самурского заказника и Аграханского залива Каспийского моря [9]. Проведены микробиологические посевы, выделен и изучен возбудитель – *Erw. amylovora* var. *ligniphila*, вызывающий генерализованный тип бактериоза сосудисто-паренхиматозного типа. Эпифитотия лоха была уникальной, поскольку иные признаки патологии, в том числе микозы, отсутствовали. Симптоматика свидетельствовала об исключительной силе вредоносности возбудителя. На это не способны никакие другие известные на сегодняшний день патогены. Характер и скорость поражения, распространения и специфичность симптоматики свидетельствовали, что первичное заражение лоха произошло воздушным путем при участии главным образом пчел, основных распространителей бактериального ожога, а также ос, мух и других насекомых-опылителей. Об этом свидетельствовали симптомы: в мае-июне бактериальным ожогом были поражены цветы в пазухах листьев и незрелые завязи.

Впоследствии, при изучении фауны короедов Дагестана, в этом очаге на лохе был зарегистрирован заболонник Ярошевского (*Scolytus jaroschewskyi* Schev.), который авторами упоминается как распространитель



бактериоза лоха [12]. Без сомнения, появление гигантского усыхающего очага лоха, способствовало активной миграции в этот район *S. jaroschewskyi*, который включился в последующую динамику развития очага в 1990–1994 гг.

В отличие от других групп короедов, древесинники рода *Xyleborus* связаны с освоением глубинных слоев ксилемы, что повышает шансы колонизации ее фитопатогенной микрофлорой, способной развиваться в анаэробных условиях трахеид и сосудов ксилемы. В предгорных и горношироколиственных лесах Западного Кавказа широко распространен полифаг лиственных пород – непарный древесинник (*X. dispar* F.). Самка древесинника делает глубокий, до 6–7 см горизонтальный ход перпендикулярно оси ствола дерева и одновременно засеивает в ход грибы рода *Candida*, которым питаются личинки. Гриб входит в состав кишечной микрофлоры самок и, развиваясь в ходах древесинника, окрашивает их в черный цвет, не разрушая, однако древесину. Изучение поселений *X. dispar* на видах дуба (*Quercus* spp.) в Белореченском лесхозе показало, что древесинник заселяет внешне здоровые и неослабленные деревья, каждое входное отверстие окружено мокрым бактериальным потеком с некротизацией коры, камбия, поражением и закупоркой сосудов, которое распространялось в сосудах вверх и вниз от входного отверстия (рис. 3, 4).



**Рис. 3.** Бактериальное поражение ксилемы в участке вскрытого входа непарного древесинника (*Xyleborus dispar*) на ветке дуба. Фото автора



**Рис. 4.** Пленка бактериального потека из входного отверстия *X. dispar* на стволе дуба. Бактериальное заражение сосудов со стороны входного отверстия. Фото автора



**Рис. 5.** Бактериальное поражение ксилемы и камбия в участке вскрытого входа непарного древесинника (*X. dispar*) на стволе граба восточного. Фото автора



**Рис. 6.** Трещина ствола и потек бактериальной водянки (*Erwinia multivora*) на стволе граба восточного в очаге поселения *X. dispar*. Фото автора

Аналогичный характер бактериального заражения в зоне входного отверстия *X. dispar* нами был изучен и на грабе восточном (*Carpinus orientalis* Mill.) в Анапском лесхозе (рис. 5, 6). Изоляты микрофлоры из пораженной древесины были представлены в 80 % чистыми блестящими, белого цвета колониями бактерий рода *Erwinia*, в 20 % – совместно с желтопигментными колониями сапрофита *Erwinia herbicola* (*Enterobacter agglomerans*). Грибная микрофлора в посевах отсутствовала, поражения оказались чисто бактериальным, что подтверждало перенос ФПБ *X. dispar*.

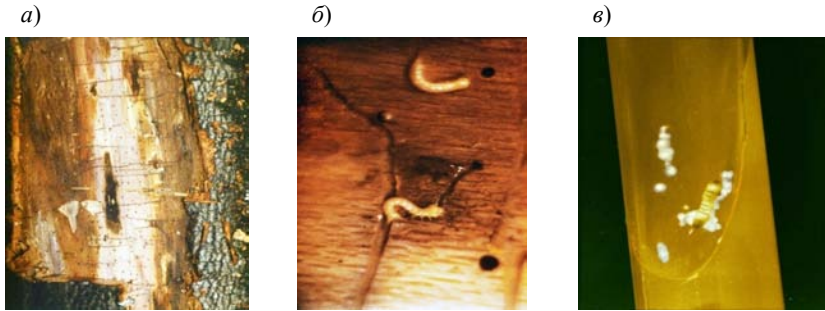
**Златки (Coleoptera: Buprestidae)** – стволовыесилофаги, распространяющие патогенную микрофлору хвойных и лиственных пород. Заражения древесины обычно начинаются в зоне личиночных ходов и концентрируются вокруг кукольных колыбелек. Самки откладывают в щели коры яйца, на которых находятся фитопатогенные бактерии. Отродившиеся личинки заносят с собой и бактериальную инфекцию, которая поражает древесину с опережением хода личинки. Когда личинки начинают прокладывать ход в пораженных тканях (рис. 9), часто происходит их отравление продуктами метаболизма бактерий.

Отмечался бактериальный лизис личинок, ход не завершался кукольной колыбелькой. Очевидно, гибель насекомых происходит в результате отравления меланином, являющимся результатом окисления тирозина клеток по-

средством фермента тирозиназы, продуцируемого бактериями. Нарушение синтеза меланина в организмах вызывает различные патологии. Меланин, входящий в состав кутикулы, образует биохимическую защитную систему насекомого, однако, как показали исследования, сверхактивность любой из таких систем «может привести к гибели насекомого» [13]. В данном случае речь идет о нарушении процесса меланогенеза, что влечет меланизацию гемолимфы и гибель особи [14]. По-видимому, меланин вызывает также и темно-бурую окраску пораженной древесины. Гибель личинок отмечалась на видах дуба (*Quercus* spp.) при поселении узкотелых златок (*Agrilus*) – зеленой (*A. viridis* L.) и двупятнистой (*A. biguttatus* F.), и на буке восточном (*Fagus orientalis* Lipsky) при поселении *A. viridis*, где от заражения погибали также имаго. Одним из продуктов распада тирозина являются фенолы, которые также могут иметь отношение к гибели насекомых и окрашиванию тканей.

**Воздействия других групп ксилофагов.** Личиночные ходы многих ксилофагов в древесине живых деревьев почти всегда сопровождаются бактериально-грибными поражениями древесины и луба, что подтверждает естественное присутствие фитопатогенной микрофлоры на поверхности личинок и в их желудочно-кишечном тракте. Такое взаимодействие организмов изучалось нами также на буке восточном (*F. orientalis*) при его поражении эрвиниозами и колонизации листовным сверлильщиком – *Hylecoetus dermestoides* L. (Lymexylidae). Распространение бактериальной инфекции подтверждали изоляцией патогенов из коры, древесины и личинок на питательные среды с последующим сравнительным изучением изолятов и проверкой их фитопатогенных свойств. С поверхности личинок *H. dermestoides* была получена бактериальная культура патогена (рис. 7), бактерии проявили вирулентные свойства при искусственных заражениях бука. Самки *H. dermestoides* при откладке яиц одновременно засевают споры симбиотического сапротрофа – гриба *Endomyces hylecoete* Neger., мицелием которого в ходах питаются личинки. Сапрофитный гриб и выделенные из бука бактерии при совместном произрастании *in vitro* не проявляли антагонизма. *Hylecoetus dermestoides* заселяет не только бревна, валеж и сухостой, но также больные и ослабленные деревья, распространяя фитопатогены и поддерживая уровень инфекционного фона в дровостоях.

В очаге усыхающего дуба Майкопской нагорной дубравы выявлена приуроченность червоточин древооточца пахучего *Cossus cossus* L. (Lepidoptera: Cossidae) к внутренним ранам бактериальной водянки под корой. Вместе с древесиной гусеницы *C. cossus* пожирали сгустки белой бактериальной слизи, продуцируемой *Erw. multivora* (рис. 8). Возбудитель был изолирован из слизи, пораженной ксилемы, и из тела гусениц после их поверхностной стерилизации. Полученные штаммы не имели отличий и проявляли патогенные свойства при искусственном заражении дуба. ФПБ не только механически переносились и проходили через желудочно-кишечный тракт



**Рис. 7.** Лиственничное сверлило (*Hylecoetus dermestoides*) на буке восточном – переносчик и симбионт фитопатогенных бактерий: а) личиночные ходы в зоне бактериального некроза коры и заболони; б) личинки на поверхности пораженной заболони; в) выделение чистой бактериальной культуры ФПБ с поверхности живой личинки *in vitro* на КГА. Фото автора



**Рис. 8.** Гусеница *Cossus cossus* питающаяся бактериальными наплывами в некрозно-язвенной ране дуба, пораженного бактериальной водянкой. Фото автора



**Рис. 9.** Ходы златок, проложенные в зоне бактериального некроза луба на растущем дубе, пораженном бактериальным ожогом. Фото автора

в процессе питания, но и сохранялись внутри тела насекомого. Проникновение ФПБ могло происходить также через дыхальца, анальные отверстия и кутикулу. *Erwinia multivora* вырабатывает пектолитические ферменты, способствующие разложению срединной пластинки и распаду древесных волокон [15], что становится полезным качеством, если ФПБ являются компонентом комплекса кишечной микрофлоры. Подобное явление для

гусениц *C. cossus* отмечал П.И. Мариковский: «симбиотические бактерии и грибки найдены и в кишечнике гусеницы бабочки-древоточца *Cossus*. Здесь они разлагают древесину на целлюлозу, глюкозу и глюкуроновую кислоту» [16]. Выявленный факт бактериофагии и симбиоза с ФПБ для гусениц *C. cossus* не является исключительным. Бактериофагия насекомых – явление известное [17, 18], но малоизученное.

Исследуя поселения стволовых насекомых, отмечали также бактериальные заражения, которые распространялись по сосудам усыхающих деревьев разных лесных пород: от ходов цилиндрического плоскохода *Platypus cylindrus* F. (Curculionidae: Platypodinae), ольхового скрытнохоботника *Cryptorhynchus lapathi* L. (Curculionidae: Cryptorhynchinae), усачей (Cerambycidae), мух-ксилофагов в личиночной стадии (Diptera: Syrphidae).

**Обобщение и заключение.** Рассмотренные взаимодействия ксилофагов с ксилемной микрофлорой – малая толика фактов, демонстрирующая взаимосвязанность организмов в патологических процессах. Выявленные взаимоотношения не представляют окончательный состав взаимодействующих организмов в данных ассоциациях. В зоне поражений и повреждений, и в тканях ксилемы без симптомов нами также изолированы ассоциативные сапрофиты – *Erw. herbicola*, *Clostridium* spp., *Bacillus* spp., которые выделяются также из кишечного тракта многих видов насекомых [19]. На питательных средах эти виды не проявляли антагонизма как между собой, так и по отношению к выделяемым ксилемным ФПГ (*Ophiostoma*, *Ceratocystis*, их анаморфы – *Graphium*) и ФПБ (*Erwinia* spp.). Антагонизм по отношению к ФПБ проявляли грибы *Trichoderma* spp., выделенные из пораженных тканей.

Роль отдельных взаимодействий организмов в ксилотрофных ассоциациях не до конца ясна. Например, у *C. cossus* бактериальные массы используются как источник энергии и бактерии участвуют в ферментации древесины в составе микрофлоры кишечника – признаки взаимопользных или, как минимум, комменсальных отношений для насекомого и бактерии. Факты же проявления у ФПБ, переносимых рогохвостами и златками, одновременно фитопатогенных и энтомопатогенных свойств – явление более сложное, не совпадающее с традиционными схемами взаимодействий организмов.

На распространение стволовыми вредителями *E. multivora* указывал еще А.Л. Щербин-Парфененко, который также отмечал факт гибели личинок златок [15]. Энтомопатогенные свойства ФПБ древесных пород изучали Р.И. Гвоздяк и Л.М. Яковлева [20]. Выявление энтомопатогенных свойств ФПБ – возбудителей эрвиниозов, изучение продуктов жизнедеятельности бактерий и их влияния на стволовых вредителей может открыть один из возможных и достаточно эффективных способов борьбы с ними. Имеются исследования, подтверждающие не только энтомопатогенные

свойства ФПБ, но и представляющие в качестве их хозяев и резервуаров теплокровных животных, грибы и даже человека [21, 22], что подтверждает эврибионтность и сверхширокую полифагию ФПБ.

Помимо килофагов в переносе инфекции активно участвуют насекомые всех экологических групп – хвое-листогрызущие, опылители, вредители корней, плодов и семян, первичные и вторичные насекомые с колюще-сосущим ротовым аппаратом и другие. Экологическая роль переносчиков разрушает классический треугольник болезни, принятый в фитопатологии: «хозяин – возбудитель – среда», превращая его в сложный многоугольник. Взаимоотношения организмов гораздо многообразнее. Они не вписываются в упрощенную схему «переносчик – инфекционный патоген – растение-хозяин» в связи с участием симбионтов растений-хозяев (ассоциативных сапротрофных агентов патогенеза), а также в принятые в экологии системы взаимодействий организмов. Из этого следует исходить в современной этиологии патологического процесса древесных пород. Необходимы разработка новой идеологии и методологии лесопатологической диагностики.

### Библиографический список

1. Методы мониторинга вредителей и болезней леса. Справочник, Т. 3. М.: ВНИИЛМ, 2004. 200 с.
2. Бельтюкова К.И., Матышевская М.С., Куликовская М.Д., Сидоренко С.С. Методы исследования возбудителей бактериальных болезней растений. Киев: Наукова думка, 1986. 316 с.
3. Билай В.И., Гвоздяк Р.И., Скрипаль И.Г., Краев В.Г., Элланская И.А. Зирка Т.И., Мурач В.А. Микроорганизмы – возбудители болезней растений. Киев: Наукова думка, 1988. 552 с.
4. Invasive Fungi. *Sirex* wasp fungus – *Amylostereum areolatum*. URL: from /sbmlweb/fungi/index.cfm (accessed November 30, 2013).
5. Forestry Images. May 04, 2010. PM. URL: www.forestry images.org
6. *Amylostereum* Rot. *Amylostereum areolatum*. URL: http://threatsummary.forestthreats.org
7. Попкова К.В. Общая фитопатология. М.: Агропромиздат, 1989. 399 с.
8. Черпаков В.В. Бактериальная водянка: поражаемые виды хвойных пород России // Актуальные проблемы лесного комплекса. Брянск. 2012. Вып. 33. С. 111–115.
9. Черпаков В.В. Проблемы устойчивости горных лесов в системе охраняемых природных территорий Кавказа // Вестник Краснодарского регионального отделения Русского географического общества. Краснодар: 2004. Вып. 3. С. 107–126.
10. Черпаков В.В. Инфекционные патологии лесных пород как фактор исчезновения видов в проблеме сохранения биологического разнообразия // Пятые Семеновские чтения: Наследие П.П. Семенова-Тянь-Шанского и современная наука: Материалы международной научно-практической конференции. Липецк: 2012. С. 312–320.
11. Храпцов Н.Н., Падий Н.Н. Стволовые вредители леса и борьба с ними. М.: Лесн. пром-сть, 1965. 159 с.

12. Петров А.В., Кузьмичев Е.П. Усыхание лоха на Западном побережье Каспия под влиянием заболонника Ярошевского и патогенной микрофлоры // Лесоведение. 1994. № 3. С. 48–53.

13. Глузов В.В., Слепнева И.А. Оборону держат насекомые. URL: kinetics.nsc.ru

14. Глузов В.В., Слепнева И.А., Дубовский И.М. Генерация активированных кислородных метаболитов при формировании иммунного ответа у членистоногих // Труды Зоологического института РАН, Том 313, № 3, 2009. С. 297–307.

15. Щербин-Парфененко А.Л. Бактериальные заболевания лесных пород. М.: Гослесбумиздат, 1963. 148 с.

16. Мариковский П.И. Чем питаются насекомые. Алма-Ата: Наука Каз. ССР, 1977. 256 с.

17. Стекольников А.А. Пищевые режимы и пищевая специализация насекомых // Тыщенко В.П. (ред.) Руководство по энтомологической практике: учеб. пособие. Л.: Изд-во Ленингр. ун.-та, 1983. С. 15–23.

18. Первичная бактериофагия. Опубликовано 27.08.2013. URL: <http://vtychki.ru>

19. Полтев В.И., Гриценко И.Н., Егорова А.И., Кальвиш Т.К., Туркевич Л.Л., Ушакова И.В. Микрофлора насекомых. Новосибирск: Наука, 1969. 272 с.

20. Гвоздяк Р.И., Яковлева Л.М. Бактериальные болезни лесных древесных пород. Киев: Наукова думка, 1979. 244 с.

21. Ривкус Ю.З., Блюммер А.Г. Патогенные бактерии, общие для человека и животных. URL: <http://tele-conf.ru/aktualnyie-voprosyi-mikrobiologii> (дата обращения: 03.06.2011).

22. Humann J.L., Wildung M., Cheng C.-H., Lee T., Stewart J.E., Drew C., Triplett E.W., Main D., Schroeder B.K. Complete genome of the onion pathogen *Enterobacter cloacae* EcWSU1. Standards in Genomic Sciences, 2011, no. 5, pp. 279–286.

---

**Черпаков В.В.** Насекомые-ксилофаги – переносчики и симбионты патогенной микрофлоры древесных пород // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2014. Вып. 207. С. 71–83.

*Результаты полевых и лабораторных исследований, междисциплинарного характера, посвящены взаимодействию насекомых-ксилофагов и патогенной микрофлоры в патологических процессах, приводящих к гибели лесные породы. Ксилофаги отрядов Coleoptera: Curculionidae (Scolytinae, Platypodinae, Scolytorhynchinae), Lyntexylidae, Viprestidae; Hymenoptera: Siricidae; Lepidoptera: Cossidae и другие являются переносчиками и симбионтами фитопатогенных грибов и бактерий. Возбудители эрвиниозов (*Erwinia*), не проявляя антагонизма к грибным патогенам, сопровождают ксилофагов, поражая камбий, ксилему, вызывают гибель растений, проявляют энтомопатогенные свойства (для *Urocera* spp., *Agrius* spp.). Бактериальные массы служат пищей ксилофагов (бактериофагия у *Cossus cossus*). Необходима разработка новой философии и методологии лесопатологической диагностики.*

**Ключевые слова:** насекомые, грибы, бактерии, патология, бактериозы, древесина.

**Черпаков В.В.** Xylophagous insects as vectors and symbionts of tree species' pathogenic microflora. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoj Akademii*, 2014, is. 207, pp. 71–83 (in Russian with English summary).

*Interdisciplinary field and laboratory research was done to study interaction of xylophagous insects and pathogenic microorganisms in pathological processes that lead to death of forest trees. The xylophages of coleopteran families Curculionidae (Scolytinae, Platypodinae, Cryptorhynchinae), Lymexylidae, Buprestidae; hymenopteran family Siricidae; lepidopteran family Cossidae, and others are vectors and symbionts of pathogenic fungi and bacteria. The agents of erwiniosis (Erwinia) accompany xylophages without showing antagonism to fungal pathogens damaging cambium and xylem causing death of plants and showing entomopathogenic properties (Urocera spp., Agrilus spp.). Bacterial mass is the food for xylophages (Cossus cossus bacteriophagy). It is necessary to develop a new philosophy and methodology of forest pathology diagnosis.*

**Key words:** insects, fungi, bacteria, pathology, bacterial diseases, wood.

---

**ЧЕРПАКОВ Владимир Владимирович**, канд. биол. наук, доц., Академия маркетинга и социально-информационных технологий. SPIN-код: 75093284. 350010, ул. Зиповская, д. 5, г. Краснодар, Россия. E-mail: [cherpakov@rambler.ru](mailto:cherpakov@rambler.ru)

**CHERPAKOV Vladimir V.**, PhD (Biology), Associate Professor, The Krasnodar Academy of Marketing. SPIN code: 75093284. 350010. Zipovskaya str. 5. Krasnodar. Russia. E-mail: [cherpakov@rambler.ru](mailto:cherpakov@rambler.ru)



Научное издание

ИЗВЕСТИЯ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ  
АКАДЕМИИ

Выпуск 207

*Издаются с 1886 года*

Редакторы выпуска *Д.Л. Мусолин, Ю.Н. Баранчиков и В.И. Пономарев*

*Компьютерная верстка Е.А. Корнуковой*

---

Подписано в печать с оригинал-макета 10.06.14. Формат 60×84 1/16. Печать цифровая.

Уч.-изд. л. 19,25. Печ. л. 19,25. Тираж 500 экз. Заказ № \_\_. С \_\_.

---

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет  
имени С.М. Кирова

Издательско-полиграфический отдел СПбГЛТУ  
194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5