

Литература

1. Баранчиков Ю.Н., Демидко Д.А., Лаптев А.В., Петько В.М. Динамика отмирания деревьев пихты сибирской в очаге уссурийского полиграфа // Вестник Московского университета леса. Лесной Вестник, 2014. Том 18, № 6. С.132-138.
2. Керчев И.А. Экология уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в западносибирском регионе инвазии: автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.02.08. Томск: Томский государственный университет, 2013. 23 с.
3. Пашенова Н.В., Баранчиков Ю.Н. К идентификации *Grosmannia aoshimae* – специфичного грибного ассоцианта уссурийского полиграфа. // Вестник Московского университета леса. Лесной Вестник, 2013. № 6. С. 106–112.
4. Серая Л.Г., Пашенова Н.В., Мухина Л.Н., Дымович А.В., Адександрова М.С., Баранчиков Ю.Н. Повреждаемость видов рода *Abies* Mill. в коллекции Главного ботанического сада РАН уссурийским полиграфом *Polygraphus proximus* Bland. и его грибными ассоциантами // Лесные биогеоценозы бореальной зоны: география, структура, функции, динамика: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 70-летию создания Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, 16–19 сентября 2014 г. / ред. коллегия: Ю.Н. Баранчиков [и др.]; Сиб. отделение Рос. акад. наук, Ин-т леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. С. 652–655.
5. Ohtaka N., Masuya H., Yamaoka Y., Kaneko S. Two new *Ophiostoma* species lacking conidial states isolated from bark beetles and bark beetle-infested *Abies* species in Japan // Can. J. Bot., 2006. V.84. P.282–293.
6. Schoch, C.L., Seifert, K.A., Huhndorf, S., Robert, V., Spouge, J.L., Levesque, C.A., & Chen, W. (2012). Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for Fungi. // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2012. V.109(16). P.6241–6246.
7. Wingfield M.J., Slippers B., Wingfield B.D. Novel associations between pathogens, insects and tree species threaten world forests // New Zealand Journal of Forestry Science, 2010. 40, Suppl. P.95-103.
8. Zipfel R.D., de Beer Z.W., Jacobs K., Wingfield B.D., Wingfield M.J. Multi-gene phylogenies define *Ceratocystiopsis* and *Grosmannia* distinct from *Ophiostoma* // Studies in mycology, 2006. V. 55. P.75–97.

РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ОПРЕДЕЛИТЕЛЯ ПО ДИАГНОСТИКЕ БОЛЕЗНЕЙ В ЛЕСНОМ ФОНДЕ, ПИТОМНИКАХ И ДЕНДРОПАРКАХ

Беломесяцева Д.Б.¹, Гапиенко О.С.¹, Жданович С.А.¹, Звягинцев В.Б.²,
Марцута С.С.³, Шабашова Т.Г.¹, Ярмолович В.А.²

¹ Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, tinby@inbox.ru;

² Белорусский государственный технологический университет, mycolog@tut.by;

³ ГУ «Беллесозащита», bellesozaschita@tut.by

THE MULTIMEDIA IDENTIFICATION HANDBOOK OF DISEASES IN FORESTS, NURSERIES AND ARBORETUMS

Belomesyatseva D.B., Gapienko O.S., Zdanovich S.A., Zvyagintsev V.B., Martsuta S.S.,
Shabashova T.G., Yarmolovich V.A.

The multimedia identification handbook of diseases in forests, nurseries and arboretums has been developed. It includes the description of 146 fungi and 5 bacteria on forest forming breeds, 56 phytopathogens on ornamental plants. The description of 15 diseases caused by invasive fungi and 1 bacterium is given. Also the information about the pathogens causing wood biodamages is provided. The handbook is supplied with recommendations about observation and protection.

В настоящее время леса Беларуси испытывают значительное воздействие неблагоприятных антропогенных факторов и экстремальных метеорологических проявлений, таких как: засухи, чередование длинных и коротких зим, зим с большим и малым количеством снега, резкие морозы. Деревья испытывают постоянный стресс, поэтому повсеместно наблюдается активизация патогенной микобиоты, в том числе происходит переход части условно-патогенных видов грибов в категорию патогенных, что представляет особую опасность для сеянцев в питомниках. Одновременно наблюдается и противоположно направленный процесс, когда ряд видов, которые вызывали мас-

штабные эпифитотии в 1970-80-х годах в значительной мере утратили свою вредоносность. Практически постоянно происходит проникновение новых видов и штаммов патогенных грибов на территорию Беларуси из сопредельных стран.

В последние десятилетия произошли изменения в технологии возделывания семян, в способах закладки лесных культур, что сказалось на видовом составе и динамике развития возбудителей болезней.

В связи с этим, специалистам по лесозащите необходим современный ресурс, позволяющий максимально быстро определить этиологию любой болезни леса для более эффективного проведения профилактических и защитных мероприятий. Данной цели служит, в том числе и разработанный совместно коллективами лаборатории микологии ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича» НАН Беларуси, кафедры лесозащиты и древесиноведения Белорусского государственного технологического университета и ГУ по защите и мониторингу леса «Беллесозащита» мультимедийный определитель для экспресс-диагностики возбудителей болезней древесных пород в лесном фонде, питомниках и дендропарках.

Материалы и методы.

При создании определителя использовался материал, отобранный на протяжении последних 10 лет в различных типах леса по всем областям Республики Беларусь.

Сбор материала, камеральная обработка и идентификация видового состава фитопатогенных грибов проводились по общепринятым в микологии методам.

Исходными данными для составления карт распространенности болезней лесного фонда являлись обобщенные результаты лесопатологического мониторинга (общий, рекогносцировочный, детальный надзор, текущие лесопатологические обследования), проводимого юридическими лицами, ведущими лесное хозяйство, а также результаты лесопатологических обследований насаждений основных лесобразующих пород и лесных культур.

Рекомендации по надзору и мерам защиты за наиболее вредоносными и инвазивными видами болезней в лесном фонде разработаны на основе биологии возбудителей заболеваний, существующих подходов к лесозащитным мероприятиям, результатов регистрационных испытаний средств защиты лесного фонда, проводимых ГУ «Беллесозащита» и результатов научных исследований.

Структура определителя и описания симптомов ряда болезней частично базируются на работах Н.И. Федорова.

Программное обеспечение разработано ООО «Интелико Системс».

Результаты и обсуждение. В результате проведенных лабораторией микологии ИЭБ НАНБ, кафедрой лесозащиты и древесиноведения БГТУ и ГУ «Беллесозащита» исследований был пересмотрен видовой состав, распространенность в Беларуси и вредоносность 146 видов грибов и 5 видов бактерий, развивающихся на лесобразующих породах, 56 видов патогенных организмов в дендропарках и дендрариях.

Выявлено 15 болезней лесных и декоративных культур, вызванных инвазивными фитопатогенными грибами. Также зафиксированы случаи развития бактериоза, вызванного инвазивным видом бактерии.

Анализ зарубежных данных показал наличие еще 23 видов патогенов, представляющих потенциальную угрозу для фитосанитарного состояния лесных насаждений, питомников и дендропарков нашей страны.

На основе выявления основных особенностей развития фитопатологической ситуации в лесном фонде, питомниках и дендропарках, разработан максимально полный и удобный для использования специалистами-лесопатологами мультимедийный определитель для экспресс-диагностики возбудителей болезней лесобразующих пород, обеспечивающий повышение точности диагностики заболеваний и определения организмов- фитопатогенов в процессе лесопатологического обследования и эффективности защитных мероприятий в лесном фонде.

Электронный ресурс предоставляет эффективную систему поиска, визуальное восприятие, простоту передачи на расстоянии, дешевизну носителей (DVD) и доступность.

Разработка проектных решений интерактивного определителя. В процессе создания мультимедийного определителя по диагностике наиболее распространенных болезней в лесном

фонде, питомниках и дендропарках (на электронном носителе) были выполнены следующие работы.

1. Сбор и анализ первичных требований к системе.
2. Разработка проектных решений по системе в целом и ее компонентам.
3. Разработка пользовательской части системы.
4. Разработка административной части системы.
5. Компоновка и запись на электронный носитель.

Для построения данного определителя используется интеллектуальная информационная система, позволяющая пользователю самостоятельно находить решения по заданным условиям, в режиме диалога с системой.

Таким образом, система отчасти заменяет эксперта в области фитопатологии и дает возможность прийти к решению вопроса идентификации возбудителя болезни древесной породы и выбрать необходимый компонент из системы защитных мероприятий. Позволяет диагностировать заболевание, определить возбудителя и выйти на профилактические, агротехнические и защитные мероприятия, рекомендованные к применению для каждого конкретного случая.

Система имеет следующую структуру:

- Интерфейс пользователя;
- Пользователь;
- Интеллектуальный редактор базы знаний;
- Рабочая (оперативная) память;
- База данных;
- Механизм вывода;
- Подсистема объяснений.

Пользовательский интерфейс построен по принципу гиперссылок.

На начальной странице пользователю предлагается выбрать один из кластеров «Болезни древесных пород», «Биоповреждения древесины» или перейти к рассмотрению инвазивных заболеваний (рис. 1).

Также имеется раздел «Документы», в котором в pdf-формате представлены «Рекомендации по выявлению и контролю инвазивных видов возбудителей болезней», «Рекомендации по защите лесного фонда от наиболее вредоносных заболеваний».

Представлен отдельный раздел, посвященный типам заболеваний и соответствующему для каждого типа регламенту проведения рекогносцировочного и детального надзоров.

Также представлен раздел, посвященный описаниям базовых фитопатологических и микологических терминов.

Наибольшим по объему информации является кластер «Болезни древесных пород». При нажатии курсором на соответствующий указатель, открывается следующее окно определителя (рис. 2).



Рисунок 1 – Начальная страница интерактивного мультимедийного определителя



Рисунок 2 – Выбор подраздела в кластере «Болезни древесных пород»

Более редко встречающиеся, в т.ч. встречающиеся преимущественно в зеленых насаждениях и декоративные породы представлены в кластере «Болезни в дендропарках и дендрариях».

В заголовке дается руководство для пользователя «выберете древесную породу».

Пользователь выбирает древесную породу и кликает мышкой, например, по клавише «Дуб», после чего попадает в следующее окно, где ему предлагается выбрать пораженный орган и определить характер поражения.

Окно выбора пораженного органа предлагает пользователю остановиться на следующих вариантах: «Болезни листьев», «Болезни побегов, ветвей и стволов», «Стволовые гнили», «Корневые и комлевые гнили».

В случае, если имеются основания предполагать влияние абиотических факторов и вызванное ими угнетенное состояние растения (характер поражения не позволяет отнести его к вышеперечисленным категориям), то пользователь обращается к разделам «Болезни, вызываемые неблагоприятными метеорологическими условиями», «Болезни, вызываемые неблагоприятными почвенными факторами», «Болезни, вызываемые влиянием поллютантов», «Болезни, связанные с нарушением агротехники».

Пользователь выбирает один из предложенных вариантов. Предположим, выбран вариант «Стволовые гнили». Пользователь кликает мышкой по соответствующей строчке и попадает в окно, в котором представлены известные для нашей республики виды стволовых гнилей дуба. Окно выглядит следующим образом: слева идут фотографии поражения, которые позволяют сориентироваться в дальнейшем выборе. Каждая фотография увеличивается на весь экран при наведении на нее курсора. Аналогично открываются «Болезни побегов, ветвей и стволов» и т. д.

Далее перед пользователем открываются окна программы, в которых представлена конечная информация о симптомах, биологии патогенного организма, рекогносцировочном и детальном надзоре, рекомендуемым мерам защиты (рис. 3).

Отдельно открывается окно с описанием и рисунком микроскопических признаков возбудителя (рис. 4).

Рассмотрим вариант действий, в случае, когда пользователь сталкивается с похожими по симптоматике поражениями.

Например, имеется пятнистость листьев дуба. Пользователь заходит в раздел «Пятнистости листьев». Далее он видит 2 характерных для дуба варианта пятнистостей, и может посмотреть оба на фотографиях, прежде чем остановится на одном из них и перейти в следующее окно. При переходе в каждое открывается фотография и описание как различия в симптомах, так и микроскопических структур патогена.

Визуальный осмотр



На пораженных ветвях и стволе появляются вдавленные удлиненные пятна. Ветви пораженных деревьев отмирают, крона изреживается. В местах расположения пятен выделяется экссудат, содержащий большое количество бактериальных клеток. При снятии коры на пораженных участках обнаруживаются мокрые бурые пятна отмершего луба и камбия. В этих местах прекращается отложение новых слоев древесины. Древесина, как правило, не подвергается воздействию бактерий.

Микроскопирование



Распространенность

Вредность и биология

Мониторинг и надзор

Рекогносцировочный:
 Осуществляют в конце весны и начале осени по наличию потеков бактериальной жидкости (экссудата) на стволах пораженных деревьев с установлением распространенности болезни и площади очага.

Детальный:
 Осуществляют путем закладки постоянных пробных площадей с ежегодным сплошным пересчетом деревьев и распределением их по категориям состояния. Отмечается процент пораженных деревьев и степень усыхания кроны. Возможен анализ 2–3 модельных деревьев с их последующей окоркой для установления площади поражения боковой поверхности ствола бактериальными пятнами.

Визуальный осмотр



Это подвижные перитрихальные палочки, размером 0,7—0,1 x 0,9—0,5 мкм, спор и капсул не образуют, расположены одиночно, парами и короткими цепочками, грамтрицательные, неспороустойчивые, азотобактерные или факультативные анаэробы. На мясо-пептонном агаре колонии круглые, маленькие, с ровными краями, иногда опалесцирующие, маслянистой консистенции. На мясо-пептонном бульоне образуют небольшую зернистую пленку, при этом бульон мутнеет.

Микроскопирование

Распространенность

Вредность и биология

Мониторинг и надзор

Меры защиты

Профилактические:
 Создание или формирование смешанных насаждений;
 - замена дубрав порослевого происхождения семенными древостоями.
 - предохранение деревьев от механических повреждений во время проведения различных лесохозяйственных мероприятий (при рубке деревьев, трелевке и вывозке лесоматериалов).
 - регулирование численности диких копытных животных в соответствии с допустимыми нормами, ограничение, а в отдельных случаях полное прекращение выпаса скота в дубравах.

Рисунок 4 – Окно «Бактериальная водянка дуба», с открытыми подразделами «Визуальный осмотр» и «Мониторинг и надзор»

Рисунок 5 – Окно «Бактериальная водянка дуба», с открытыми подразделами «Микроскопирование» и «Меры защиты»

Полнота изложения информации представленной в мультимедийном определителе наиболее распространенных возбудителей болезней древесных пород в лесном фонде, питомниках и дендропарках достаточна для практического применения ее специалистами лесного хозяйства на этапах диагностики заболевания, идентификации патогена и принятия решения по мерам реакци-

рования. Своевременное и качественное проведение представленных мероприятий позволит реализовать потенциал естественной продуктивности лесных насаждений, повысить устойчивости растений к патогенным организмам и минимизировать наносимый ими ущерб.

РАЗВИТИЕ МУЧНИСТОЙ РОСЫ НА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЯХ ЗБС МГУ
Благовещенская Е.Ю.

Биологический факультет МГУ имени В.В. Ломоносова, kathryn@yandex.ru

DEVELOPMENT OF POWDERY MILDEW ON TREES AND SHRUBS OF ZBS
Blagoveshchenskaya E.Yu.

17 species of Erysiphales are detected on trees and shrubs of Skadovsky Zvenigorod Biological Station. Seasonal dynamic of powdery mildew varies greatly in different years. The most favorable year for this disease was 2014.

Мучнистая роса – это заболевание, вызываемое грибами порядка *Erysiphales* (*Ascomycota*, *Pezizomycotina*, *Leotiomycetes*), которое может наносить существенный вред растению-хозяину. Многие представители этой группы являются важными патогенами культурных растений. От этого заболевания серьезно страдают многие лесообразующие породы, такие, например, как дуб и клен. Особенно это касается молодых растений. На территории Звенигородской биологической станции имени С.Н. Скадовского (ЗБС МГУ) за последние четыре года обнаружено 42 вида мучнисторосяных грибов (Благовещенская, 2015), среди которых 17 отмечены на деревьях и кустарниках (табл.).

Таблица. Мучнисторосяные грибы древесных растений ЗБС МГУ

№	Вид гриба	Растение-хозяин	2012 г.	2013 г.	2014 г.
1	<i>Erysiphe adunca</i> var. <i>adunca</i> (Wallr.) Fr.	<i>Populus tremulae</i> , <i>Salix</i> spp.	+	+	+
2	<i>Erysiphe alphitoides</i> (Griffon et Maubl.) U. Braun et S. Takam.	<i>Quercus robur</i>	+	+	+
3	<i>Erysiphe berberidis</i> DC.	<i>Berberis vulgaris</i>	+	+	+
4	<i>Erysiphe lonicerae</i> DC.	<i>Lonicera xylosteum</i>		+	
5	<i>Erysiphe ornata</i> (U. Braun) U. Braun et S. Takam.	<i>Betula pubescens</i>		+	+
6	<i>Erysiphe palczewskii</i> (Jacz.) U. Braun et S. Takam.	<i>Caragana arborescens</i>	+	+	+
7	<i>Erysiphe penicillata</i> (Wallr.) Link	<i>Alnus incana</i>			+
8	<i>Erysiphe vanbruntiana</i> var. <i>vanbruntiana</i> (W.R. Gerard) U. Braun et S. Takam.	<i>Sambucus racemosa</i>	+	+	+
9	<i>Microsphaera divaricata</i> (Wallr.) Ljv.	<i>Frangula alnus</i>	+	+	+
10	<i>Microsphaera gorlenkoi</i> F.T. Chien	<i>Daphne mezereum</i>	+	+	
11	<i>Phyllactinia guttata</i> (Wallr.) Ljv.	<i>Betula pendula</i> , <i>B. pubescens</i>	+	+	
12	<i>Podosphaera clandestina</i> var. <i>aucupariae</i> (Erikss.) U. Braun	<i>Sorbus aucuparia</i>	+	+	+
13	<i>Podosphaera mors-uvae</i> (Schwein.) U. Braun et S. Takam.	<i>Ribes nigrum</i>			+
14	<i>Podosphaera pannosa</i> (Wallr.) de Bary	<i>Rosa canina</i>			+
15	<i>Podosphaera tridactyla</i> (Wallr.) De Bary	<i>Prunus padus</i>			+
16	<i>Sawadea bicornis</i> (Wallr.) Homma	<i>Acer platanoides</i>	+	+	+
17	<i>Sawadea tulasnei</i> (Fuckel) Homma	<i>Acer platanoides</i>	+	+	+

Развитие мучнистой росы на древесных растениях существенно отличается год от года. Если некоторые виды стабильно отмечаются на всей территории, как, например, *Erysiphe alphitoides* на дубе черешчатом, то другие наблюдаются эпизодически. Так, в 2013 г. было отмечено массовое поражение берез двумя видами грибов – *Phyllactinia guttata* и *Erysiphe ornata*, причем на одном и