

УДК 582.28: 633.877.3

Д. Б. БЕЛОМЕСЯЦЕВА¹, О. С. ГАПИЕНКО¹, С. А. ЖДАНОВИЧ¹,
В. Б. ЗВЯГИНЦЕВ², В. А. ЯРМОЛОВИЧ², С. С. МАРЦУТА³,
Т. Г. ШАБАШОВА¹

**ДИАГНОСТИКА БОЛЕЗНЕЙ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ЛЕСНЫХ
НАСАЖДЕНИЯХ, ПИТОМНИКАХ И ДЕНДРОПАРКАХ
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

¹ ГНУ «Институт экспериментальной ботаники
им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси», Минск

² Белорусский государственный технологический университет, Минск

³ ГУ «Беллесазащита», Минск

Введение. В ряду биотических факторов, оказывающих негативное воздействие на лесные экосистемы, выделяются болезни леса. Лесопатологическое состояние лесов Беларуси формируется под воздействием глобальных явлений в лесных сообществах Европы при интенсификации лесопользования: изменение климата, учащение экстремальных погодных отклонений, инвазии возбудителей инфекционных заболеваний, эпифитотии болезней древесных пород. Периодическое воздействие отдельных негативных факторов или их комплексов проявляется в снижении биологической устойчивости на отдельных участках лесных насаждений или породных формаций в целом. Наиболее сложная лесопатологическая обстановка сложилась в лесах ясеневой, сосновой и еловой формаций. В течение последнего десятилетия крупные очаги болезней наблюдались также в дубовых и березовых насаждениях. На конец 2013 года площадь очагов болезней леса составила 177,2 тыс. га, или 1,8% покрытой лесом площади [5].

В настоящее время повсеместно наблюдается активизация патогенной микобиоты, в том числе происходит трансформация части условно-патогенных видов грибов в категорию патогенных, что представляет особую опасность для сеянцев в питомниках. Одновременно наблюдается и противоположный процесс, когда ряд видов, вызывавших масштабные эпифитотии в предыдущие годы, в значительной мере утратили свою вредоносность. Вместе с тем, постоянно происходит проникновение новых видов и штаммов патогенных грибов на территорию Беларуси из сопредельных стран. Этот процесс связан, главным образом, с климатическими изменениями – в лесах нашей страны стали отмечаться виды грибов, ранее характерные для южных территорий Украины и Польши. Повсеместно наблюдается усиление развития почвенных грибов – возбудителей корневых гнилей. Они становятся доминирующими видами, резко угнетающими развитие полезной микрофлоры.

В этой связи специалистам по лесозащите необходим современный ресурс, позволяющий максимально быстро определять этиологию любой болезни лесных древесных пород для более эффективного проведения профилактических и защитных мероприятий. Данной цели будет служить разработанный в ходе выполнения задания ГНТП «Леса Беларуси – продуктивность, устойчивость, эффективное использование» мультимедийный определитель для диагностики возбудителей болезней древесных пород в лесном фонде, питомниках и дендропарках.

Материалы (объекты) и методы исследования. Разработка определителя проводилась в 2010-2014 гг. 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».

Для получения необходимых материалов использовались маршрутные обследования и стационарные наблюдения, при которых проводился отбор проб пораженных органов древесных растений.

Сбор материала, камеральная обработка и идентификация видового состава фитопатогенной микобиоты осуществлялись по общепринятым в микологии методам. [4, 8].

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

Рекомендации по надзору за наиболее вредоносными и инвазивными болезнями в лесных породах и мерам защиты от них разработаны на основе изучения биологии грибных возбудителей заболеваний, существующих подходов к лесозащитным мероприятиям, итогов регистрационных испытаний средств защиты лесного фонда, проведенных ГУ «Беллесозащита» и результатов научных исследований.

Программное обеспечение подготовлено ООО «Интелико Системс».

Результаты и их обсуждение. На основе проведенных исследований были подвергнуты ревизии видовой состав, сведения о распространении в Беларуси и вредоносность широкого спектра – 146 видов грибов и 5 видов бактерий, отмеченных на лесообразующих породах, а также 112 видов патогенных организмов в дендропарках и дендрариях [1, 3, 6].

В питомниках выявлено 11 опасных заболеваний, вызываемых 3 видами аскомицетов в телеоморфной стадии (мучнистая роса – 1 вид, шютте – 2 вида), 5 видами аскомицетов в анаморфной стадии, 2 базидиомицетами (ржавчина – 1 вид и анаморфа – 1 вид) и 1 видом оомицетов. Потенциально опасными могут быть болезни, вызываемые 5 представителями анаморфной стадии аскомицетов, оомицетом и фитопатогенной бактерией. К умеренно

опасным относится 17 болезней, 9 из которых вызывают аскомицеты в телеоморфной стадии, 2 — в анаморфной, 5 базидиальных грибов (4 вида — ржавчина) и бактерия. Малоопасные заболевания вызываются 3 видами телеоморф аскомицетов и одной анаморфой, а также одним афиллофороидным грибом. Всего в питомниках выявлено и изучено 42 возбудителя заболеваний всходов, сеянцев и саженцев древесных пород.

В лесных культурах выявлено 7 типов опасных заболеваний, вызываемых 4 аскомицетами (мучнистая роса — 1 и шютте 3), и 4 видами базидиомицетов (ржавчина и возбудители гнилей); 4 потенциально опасных заболевания, вызываемые 5 видами анаморфных микромицетов; 19 умеренно опасных заболеваний, вызываемых 12 видами аскомицетов (в т. ч. 2 возбудителя мучнистой росы) и 7 видами анаморфных грибов, а также 5 видами базидиомицетов (из них 4 возбудителя ржавчины); 8 типов мало опасных заболеваний, преимущественно пятнистости, вызываемые 3 видами аскомицетов в телеоморфной и 3 видами в анаморфной стадиях, а также 2 вида ржавчины и гниль, вызываемая афиллофороидным грибом. Всего в молодых лесных культурах выявлено и изучено 46 видов наиболее часто встречающихся возбудителей.

В средневозрастных, приспевающих, спелых и перестойных древостоях установлено 13 опасных заболеваний, вызываемых преимущественно афиллофороидными макромицетами, возбудителями гнилей стволов и корневой системы, а также 3 ржавчинными и 3 сумчатыми микромицетами; к потенциально опасным отнесено 3 вида заболеваний, вызываемых комплексом бактерий и аскомицетов; умеренно опасны 15 заболеваний, вызываемых преимущественно афиллофороидными и агарикоидными возбудителями гнилей (11 видов), 2 видами бактерий, 1 ржавчинным грибом и 2 аскомицетами в телеоморфной и анаморфной стадиях; к мало опасным отнесено 10 заболеваний, вызываемых представителями 2 родов аскомицетов, 3 видами анаморфных грибов, комплексами бактерий и микромицетов, афиллофороидным грибом и сосудистым паразитом (омела).

Проведенные исследования лесных пород позволили установить, что на территории Беларуси имеются очаги развития 15 инвазивных фитопатогенных грибов и один очаг бактериоза. Наибольшее распространение имеет *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. Однако здесь его вредоносность ниже, чем в странах Западной Европы.

Анализ зарубежных данных показал, что имеются еще 23 вида патогенов, представляющих потенциальную угрозу для фитосанитарного состояния лесных древостоев, питомников и дендропарков нашей страны [2, 7].

При фитопатологическом обследовании древесных растений в дендрариях и дендропарках лесхозов Беларуси выявлено их поражение 95 болезнями, вызываемыми 112 различными грибными и бактериальными возбудителями. Таксономический состав возбудителей болезней следующий: аскомицеты в телиостадии — 42 вида, базидиомицеты — 14 видов, анаморфные

грибы – 54 (14 с гифальным типом спороношения и 40 целомицетов) и 1 вид относится к оомицетам, также было выявлено бактериальное поражение.

Исследованиями также был затронут вопрос о видовом составе биоде-структоров древесины. Всего идентифицировано 39 различных видов грибов (преимущественно базидиомицетов), вызывающих разрушение заготовлен-ных лесоматериалов и деревянных конструкций.

Полученные обширные материалы использованы нами для создания но-вого и эффективного инструмента экспресс-диагностики грибных пораже-ний – мультимедийного определителя на электронном носителе (DVD).

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

Отсюда следует, что разработанная система отчасти заменяет эксперта в области фитопатологии и позволяет идентифицировать возбудителя болез-ни древесной породы и выбрать целесообразный компонент из системы за-щитных мероприятий. Данная система дает возможность диагностировать заболевание, определить возбудителя и выйти на профилактические, агро-технические 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.

Ниже приведен алгоритм построения одного из блоков системы, «Болез-ни в лесных питомниках, культурах и насаждениях», на примере диагностики мучнистой росы дуба (рис. 1).

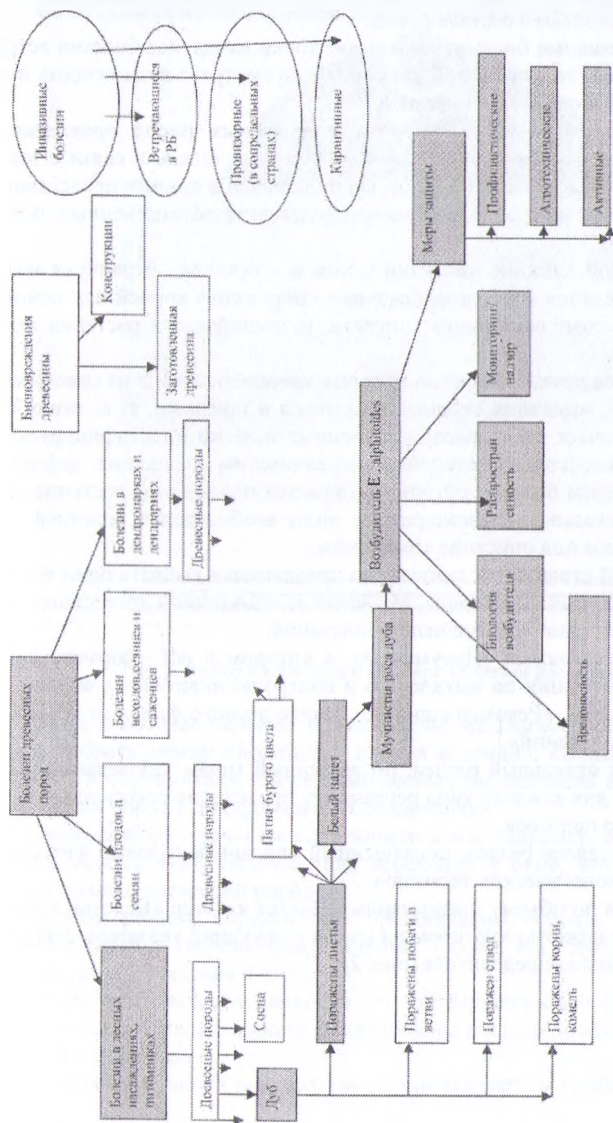


Рис. 1. Построение блока определителя для диагностики мучнистой росы дуба.

Ветвь определителя, относящаяся к болезням в дендропарках и дендрариях, строится нами по схеме, аналогичной ветви «Болезни в лесных насаждениях», разница только в составе пород.

Ветвь «Инвазивные болезни» имеет две точки входа, все болезни встроены в другие ветви, но со ссылкой, а также предусмотрена возможность просмотра конкретно инвазивных болезней.

Неинфекционные болезни различных древесных пород проявляются идентичными признаками и имеют одинаковую этиологию, в связи с этим, блок неинфекционные болезни полностью подключен к одному представителю хвойных пород (сосна) и к одному представителю лиственных пород (дуб).

В структурной единице «Болезни всходов и сеянцев» первичная идентификация заболевания ведется по группам – поражение корней или основания стебелька, ассимиляционного аппарата, наземной части растения в целом.

Структурная единица «Болезни плодов и семян» основана на совокупностях заболеваний, имеющих сходные симптомы и признаки, т. е. типах болезней. Она включает такие распространенные и легко идентифицируемые типы болезней, как плесневение, гниль, ржавчина, мумификация, деформация. В пределах типа болезни обычно выбирается поражаемое растение, для которого затем указываются конкретные виды возбудителей болезней, согласно подходящим под описание симптомам.

На начальной странице пользователю предлагается выбрать один из кластеров «Болезни древесных пород», «Болезни заготовленной древесины» или перейти к рассмотрению инвазивных заболеваний.

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 ответственному 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).

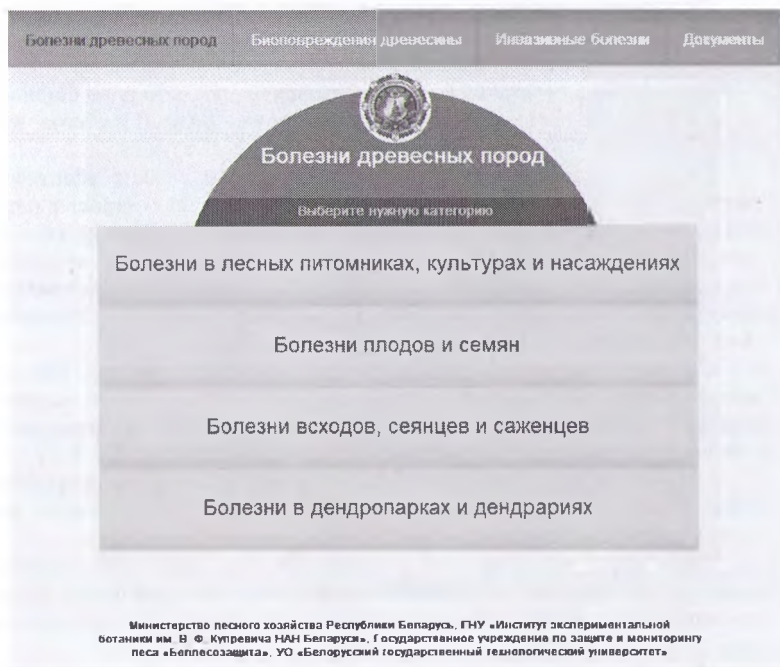


Рис. 2. Выбор подраздела в кластере «Болезни древесных пород»

Окно, в которое перешел пользователь, предлагает сделать следующий шаг и выбрать между «Болезнями плодов и семян», «Болезнями сеянцев и саженцев в питомниках», «Болезнями лесных насаждений» и «Болезнями декоративных пород в дендропарках и дендрариях».

После выбора в качестве следующего шага, например, раздела «Болезни лесных насаждений», пользователь переходит в окно, которое предлагает определиться с древесной породой.

В этом разделе определителя представлены породы, наиболее часто встречающиеся в лесном фонде страны (сосна, ель, дуб, береза, тополь и осина, липа, ольха, ива и т. д.).

Более редко встречающиеся, в т.ч. 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.

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

При выборе пользователем одного из вариантов, открывается следующее окно, в котором представлено описание симптомов заболевания, из него можно перейти далее в раздел микроскопических признаков (рис. 3).

При открытии подраздела «Визуальный осмотр» открывается раздел «Мониторинг и надзор» и далее раздел «Защитные мероприятия».

Например, для мучнистой росы дуба этот раздел будет включать следующую информацию:

«Защитные мероприятия»

«Профилактические»:

- закладка посевных и школьных отделений дуба черешчатого на расстоянии не ближе 100 м от молодняков и поросли дуба;
- применение фосфорно-калийных удобрений для ускорения формирования листьев и одревеснения побегов;
- сгребание и сжигание опавших листьев в питомниках в осенний период;
- в посевах второго года выращивания и старше тщательная культивация почвы для заделки клейстотеций (плодовых тел) возбудителя;
- создание смешанных культур дуба;
- своевременное проведение защитных мероприятий против листогрызущих вредителей.

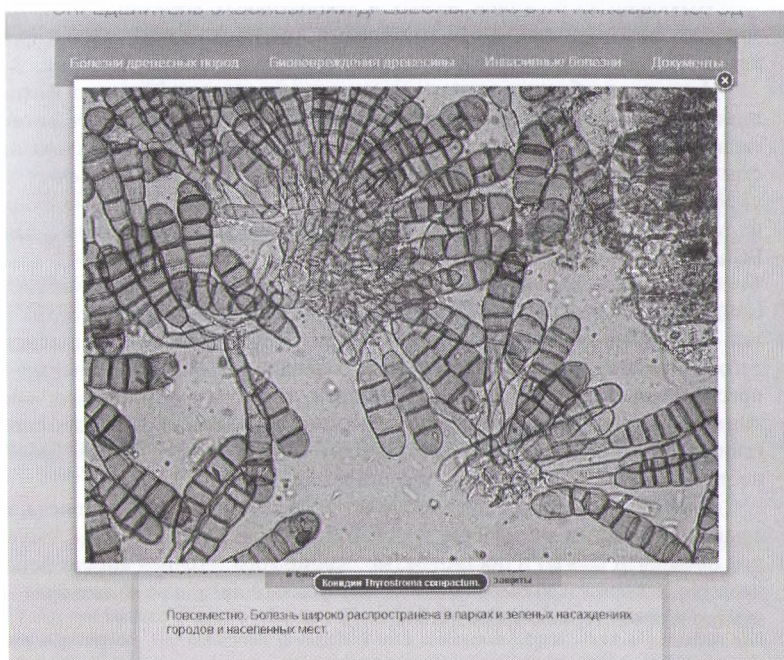


Рис. 3. Представление микрофотографий

«Обработка средствами защиты растений»:

Для профилактики мучнистой росы дуба проводится предпосевное протравливание желудей системными фунгицидами: Винцит Форте и Кинто Дуо. Защитные обработки проводятся при появлении первых белых пятен на листьях (середина июня). Кратность обработок в зависимости от препарата составляет от 1 до 3. Интервал между обработками – 2 – 3 недели. Последняя обработка должна быть проведена не позднее начала августа. Для защитных обработок лиственных пород (включая дуб черешчатый) от мучнистой росы применяются системные фунгициды: Титул Дуо, Альто Супер, Фоликур БТ, Замир Топ, Менара, Раёк, Беллис, Абсолют, Колосаль Про, Азимут.

Заключение. В результате проведенных лабораторией микологии ИЭБ НАН Беларуси, Государственным учреждением «Беллесозащита» и кафедрой лесозащиты и древесиноведения БГТУ исследований на территории Беларуси были пересмотрены видовой состав, распространенность и вредоносность 146 видов грибов и 5 видов бактерий, развивающихся на лесообразующих породах, а также 112 видов патогенных организмов в дендропарках и дендрариях.

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

Анализ зарубежных данных показал наличие еще 23 видов фитопатогенных организмов, представляющих потенциальную угрозу для фитосанитарного состояния лесных насаждений, питомников и дендропарков нашей страны. Установлено, что наибольшее число потенциально опасных видов имеет североамериканское происхождение (около 50%). Они могут попасть на территорию республики из вторичных центров распространения в странах ЕС и России.

На основе выявления основных особенностей развития фитопатологической ситуации в лесных сообществах, питомниках и дендропарках, разработан максимально полный и удобный для использования специалистами-лесопатологами интерактивный мультимедийный определитель для экспресс-диагностики возбудителей болезней лесообразующих пород, обеспечивающий повышение точности диагностики заболеваний и определения организмов-фитопатогенов при лесопатологическом обследовании и эффективности защитных мероприятий в лесном хозяйстве.

Электронный ресурс предоставляет эффективную систему поиска, визуальное восприятие, отличается простотой передачи на расстоянии, дешевой носителей (DVD) и доступностью. Кроме того, уточнен список болезней древесных пород и вызывающих их патогенных организмов, включая инвазивные и провизорные виды грибов.

Литература

1. Атлас болезней лесных пород Беларуси / О. С. Гапиенко [и др.]; Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. Минск : Ред. журн. «Лесное и охотничье хозяйство», 2011. 160 с.
2. Беломесяцева Д. Б., Гапиенко О. С., Звягинцев В. Б., Жданович С. А. // Ботаника (исследования): Сборник научных трудов. Минск : Институт радиологии, 2013. Вып. 42. С. 87–98.
3. Беломесяцева Д. Б., Гапиенко О. С., Жданович С. А., Шабашова Т. Г., Звягинцев В. Б., Марцута С. С. // Ботаника (исследования): Сборник научных трудов. Минск : Институт радиологии, 2014. Вып. 43. С. 154–164.
4. Билай В. И. Методы экспериментальной микологии. Киев. Наук. думка, 1982. 551 с.
5. Лесопатологическая ситуация в лесах Беларуси (ГУ Беллесозащита) // Лесное и охотничье хозяйство. 2014. № 3. С. 18–30.
6. Федоров, Н. И. Лесная фитопатология. Минск: БГТУ, 2004. 462 с.
7. Jones R. K. Diseases of Woody Ornamentals and Trees in Nurseries. Amer. Phytopathological Society, 2001. 516 p.
8. Kirk P. M. et al. Ainsworth and Bisby's dictionary of the fungi. CAB International, 2008. 771 p.

Д. Б. БЕЛОМЕСЯЦЕВА, О. С. ГАПИЕНКО, С. А. ЖДАНОВИЧ, В. Б. ЗВЯГИНЦЕВ,
В. А. ЯРМОЛОВИЧ, С. С. МАРЦУТА, Т. Г. ШАБАШОВА
**ДИАГНОСТИКА БОЛЕЗНЕЙ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ЛЕСНЫХ
НАСАЖДЕНИЯХ, ПИТОМНИКАХ И ДЕНДРОПАРКАХ
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

Резюме

Разработан мультимедийный определитель возбудителей болезней в лесных насаждениях, питомниках и дендропарках. Определитель включает описание 146 грибов и 5 бактерий на лесообразующих породах, 56 фитопатогенов декоративных растений. Дано описание 15 болезней, вызванных инвазивными грибами и бактериями. Также представлена подробная информация о возбудителях биоповреждений древесины. Справочник снабжен рекомендациями по надзору и проведению защитных мероприятий.

D. B. BELOMESYATSEVA, O. S. GAPIENKO, V. B. ZVYAGINTSEV,
S. A. ZDANOVICH, V. A. YARMOLOVICH, S. S. MARTSUTA, T. G. SHABASHOVA
**DIAGNOSIS OF DISEASES OF TREE SPECIES IN FOREST PLANTATIONS,
NURSERIES AND ARBORETUM IN THE TERRITORY OF BELARUS**

Summary

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 phytopathogenes on ornamental plants. The description of 15 diseases caused by invasive fungi and bacteria is given. Also the information about the pathogens causing wood bio-damages is provided. The handbook is supplied with recommendations about observation and protection.

Поступила в редакцию 16.11.2015 г.