



HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

14 / 2019

HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

14 / 2019

ISSN 1994-3849

Эл № ФС 77-33059 от 11.09.2008

Главный редактор

А. А. Прохоров

Редакционный совет

П. Вайс Джексон
Лей Ши
Йонг-Шик Ким
Т. С. Мамедов
В. Н. Решетников

Редакционная коллегия

Г. С. Антипина
Е. М. Арнаутова
А. В. Бобров
Ю. К. Виноградова
Е. В. Голосова
Е. Ф. Марковская
Ю. В. Наумцев
Е. В. Спиридович
К. Г. Ткаченко
А. И. Шмаков

Редакция

Е. А. Платонова
С. М. Кузьменкова
К. О. Романова
А. Г. Марахтанов

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Анохина, 20, каб. 408.

E-mail: hortbot@gmail.com

<http://hb.karelia.ru>

© 2001 - 2019 А. А. Прохоров

На обложке:

Ботанический сад Соловецкого историко-архитектурного музея-заповедника. Врата. Фото
Михаила Щеглова.

Разработка и техническая поддержка

Отдел объединенной редакции научных журналов ПетрГУ, РЦ НИТ ПетрГУ,
Ботанический сад ПетрГУ

Петрозаводск

2019

Усыхание древесных пород и распространение видов рода *Phytophthora* и рода *Pythium* в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН: мониторинг 2018 года

| | |
|--|---|
| ФИРСОВ Геннадий Афанасьевич | Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, ул. Профессора Попова д. 2, Санкт-Петербург, 197376, Россия gennady_firsov@mail.ru |
| ЯРМИШКО Василий Трофимович | Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, ул. Профессора Попова д. 2, Санкт-Петербург, 197376, Россия yarmishko@binran.ru |
| ВОЛЧАНСКАЯ Александра Владимировна | Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, ул. Попова, 2, Санкт-Петербург, 197376, Россия botsad_spb@mail.ru |
| ВАРФОЛОМЕЕВА Елизавета Андреевна | Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, ул. Профессора Попова д. 2, Санкт-Петербург, 197376, Россия varfolomeeva.elizaveta@list.ru |
| МАЛЫШЕВА Екатерина Фёдоровна | Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, ул. Профессора Попова, д. 2, Санкт-Петербург, 197376, Россия ef.malysheva@gmail.com |
| МАЛЫШЕВА Вера Фёдоровна | Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, ул. Профессора Попова, д.2, Санкт-Петербург, 197376, Россия ef.malysheva@gmail.com |

Ключевые слова:
интродукция растений,
древесные растения,
молекулярная
идентификация,
Ботанический сад Петра
Великого, Санкт-Петербург,
биологические особенности,
биологическая защита,
Phytophthora, *Pythium*

Аннотация: За период исследований 2011-2018 гг. в парке-дендрарии Ботанического сада Петра Великого Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН (БИН РАН) выявлено 6 видов фитопфтор и один вид рода питиум. За два последних вегетационных сезона 2017 и 2018 гг. наиболее сильные признаки усыхания зарегистрированы у 91 экземпляров древесных растений (53 % - кустарники, 45 % - деревья, и по 1 виду – лианы и полукустарники), относящихся к 73 видам 39 родов 21 семейства. Возраст поражаемых растений колеблется от 14 до 200 лет, преобладают растения возраста 60-100 лет. Подтверждено присутствие и воздействие на растения двух видов фитопфтор: *Phytophthora cactorum* (Lebert et Cohn) J. Schröt. и *P. plurivora* T. Jung et T. I. Burgess, оба вида обнаруживались и ранее, но под другими видами деревьев. *Pythium ultimum* Trow – найдён в почве под *Tilia cordata*, также относится к активным корневым патогенам, здесь отмечен впервые. Очевидно, что древесные растения показывают разную устойчивость к патогенам.

Получена: 04 декабря 2018 года

Подписана к печати: 13 декабря 2019 года

Введение

Настоящее исследование является продолжением начатого в 2011 г. изучения причин усыхания древесных растений на территории Ботанического сада Петра Великого Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН (БИН РАН) на Аптекарском острове в Санкт-Петербурге (Веденяпина и др., 2014 а, б; 2015; Фирсов и др., 2014, 2016 а, б, в). Оно посвящено выявлению видов родов *Phytophthora* и *Pythium* в почве парка-дендрария.

Существуют сведения, что паразитическая активность видов родов *Phytophthora* и *Pythium* может в большой степени определяться внешними факторами среды. Изменение климатических факторов, главным образом температуры и влажности, в сторону создания неблагоприятных для растений условий (слишком жаркое лето или обилие осадков, приводящее к недостатку кислорода в почве) приводит к ослаблению защитной системы растений и активизации патогенов, которые могут вызвать гниль корней, плодов или стеблей.

На сегодняшний день не существует абсолютно устойчивых к фитофторе видов или сортов растений. Устойчивость определяется многими факторами, главными из которых являются наличие микоризного симбиоза, состояние почвы и почвенного покрова. Неправильный уход за растениями и неграмотные садовые мероприятия могут усугублять ситуацию. Уборка листьев, которая ежегодно проводится весной и осенью в садах и парках Санкт-Петербурга, в том числе и парке-дендрарии БИН РАН, оголяет верхний слой почвы и механически разрушает гумусовый горизонт, повреждая при этом поверхностные корни растений, что может приводить к плачевным последствиям – обнажённые поверхностные микоризованные корни растений подвергаются иссушению, что убивает микоризу и истощает биологическую активность верхнего слоя почвы. Без гумусового горизонта почва высыхает и образуется поверхностная корка, препятствующая равномерному водопоглощению. Образуются микроскопления воды, которые стимулируют спорангиальное развитие, выброс зооспор и распространение фитофторы. Таким образом, происходит уничтожение естественных антагонистов почвенных патогенов – микоризных грибов.

Микоризы могут обеспечивать хорошую биологическую защиту против *Phytophthora* spp., что было экспериментально показано в различных климатических условиях и на различных растениях (Marais, Kotze, 1976; Guillemin et al., 1994).

Распространение инфекции при неблагоприятных условиях может быть очень быстрым и охватывать довольно большие территории. *Phytophthora* и *Pythium* вызывают сходные симптомы болезни и вместе присутствуют в почве, участвуя в комплексной картине патогена.

Данная работа посвящена оценке состояния деревьев и кустарников парка-дендрария БИН РАН в вегетационный период 2018 г., с обобщением результатов предыдущих лет исследований. Другой важной задачей было продолжение мониторинга почвы под потенциально инфицированными растениями, начатого в 2011 г. с целью выявления видов рода *Phytophthora* как возможной причины гибели и усыхания растений, и получение новых данных о видовом разнообразии патогенов.

Объекты и методы исследований

Материалом для исследования служили древесные растения Ботанического сада,

произрастающие в парке-дендрарии БИН РАН. Распределение древесных растений по биоморфам и группам роста принято по С. Я. Соколову и О. А. Связевой (1965): Д – дерево, К – кустарник, Л – лиана, ПК – полукустарник. Д1: дерево выше 25 м выс., Д2: 15-25 м, Д3: 10-15 м, Д4: ниже 10 м; К1: выше 3 м выс., К2: 2-3 м, К3: 1-2 м, К4: ниже 1 м.

В конце мая 2018 г. проводилось обследование участков наиболее сильной деградации деревьев и кустарников на территории парка-дендрария. Особое внимание было уделено деревьям и кустарникам, находящимся на промежуточных или финальных стадиях усыхания – с частичной суховершинной кроной при наличии живых ветвей, с признаками стволовой и корневой гнили, а также полностью сухие растения без признаков вегетации.

Анализ почвенной среды на присутствие патогенов осуществлялся с помощью отбора почвенных проб под усыхающими растениями и дополнительного метода приманок. Отбор проводился в проекции кроны растения, близ ствола у корневой шейки, открытым способом на глубине 15-20 см. Перед взятием пробы самый верхний неразложившийся слой подстилки удалялся.

Всего отобрано 16 проб под следующими растениями 7 родов 7 семейств:

- 1) *Rhododendron ledebourii* Pojark. (*Ericaceae*) (участок 65);
- 2) *Larix sibirica* Ledeb. (*Pinaceae*) (участок 32);
- 3) *Tilia cordata* Mill. (*Tiliaceae*) (участок 24);
- 4) *Rhamnus cathartica* L. (*Rhamnaceae*) (участок 18);
- 5) *Sorbus rufo-ferruginea* (C. K. Schneid.) C. K. Schneid. (*Rosaceae*) (участок 10);
- 6) *Acer barbinerve* Maxim. (*Aceraceae*) (участок 19);
- 7) *Duschekia alnobetula* (Ehrh.) Pouzar (*Betulaceae*) (участок 85);
- 8) *Acer tegmentosum* Maxim. (*Aceraceae*) (участок 126).

Пробы отобраны по всей территории, как в регулярной, так и пейзажной части парка-дендрария (площадь Сада 22,9 га, на Аптекарском острове недалеко от устья реки Невы, высота 2,5-3 м над уровнем моря, с близким залеганием грунтовых вод).

Постановка эксперимента проводилась в лабораторных условиях на базе Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН в лаборатории систематики и географии грибов. Часть почвы (20 г) из каждого образца помещали в отдельные пластиковые боксы и насыщали дистиллированной водой таким образом, чтобы над поверхностью почвы находилось не менее 2 см воды. Почву хорошо взбалтывали и давали отстояться до полной прозрачности поверхностного слоя воды. По поверхности воды раскладывали приманки – лепестки красной гвоздики. Выход патогена на приманку отслеживали путём визуального наблюдения и микроскопирования приманок. Обесцвечивание лепестков указывало на возможность поражения живых тканей оомицетами.

Все приманки, несущие признаки поражения, были отобраны для дальнейшего молекулярно-генетического анализа с целью видовой идентификации патогенов.

Участки лепестков, на которых достоверно имелся мицелий или зооспорангии, помещались в лизис-буфер (2 % СТАВ) на несколько дней. В анализ было вовлечено 10 проб без повторностей. Изоляция ДНК осуществлялась из материала с помощью NucleoSpin Plant II Kit (Macherey-Nagel, Germany) согласно прилагаемому протоколу. Для амплификации участка COX2 использовались праймеры FMPhy-8b и FMPhy-10b (Martin et al., 2012).

Очистка ПЦР-продуктов проводилась с помощью набора GeneJET PCR Purification Kit (Thermo Fisher Scientific Inc., MA, USA). Секвенирование полученных участков проводилось на автоматическом секвенаторе ABI 3130 (Applied Biosystems, USA) с использованием меченых реактивов BigDye™ Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction Kit (Applied Biosystems) и той же пары праймеров. Главной целью проведения молекулярного анализа была видовая идентификация образца путём сравнения полученной нуклеотидной последовательности COX2-региона (гена цитохромоксидазы) с последовательностью близких видов, имеющимися в общедоступных базах данных.

Все этапы молекулярной работы были выполнены на оборудовании Центра коллективного пользования научным оборудованием “Клеточные и молекулярные технологии изучения растений и грибов” Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН (ЦКП БИН РАН).

Основная часть

Обесцвечивание лепестков гвоздики началось на 4-й день эксперимента в двух пробах (№5 и №8). Световое микроскопирование подтвердило наличие патогена в лепестках гвоздики. Были обнаружены многочисленные зооспорангии. Через неделю патогены были обнаружены во всех пробах, за исключением двух (№ 1 и № 4). Эксперимент был остановлен на 10-й день.

Все места поражения лепестков гвоздики (некрозные пятна) тщательно микроскопировали. Во всех случаях был обнаружен обильный интраматрикулярный мицелий и скопления структур бесполого спороношения оомицетов – зооспорангии и зооспоры. Изоляты различались по форме и размерам зооспорангиев.

Результатом проведенных исследований является достоверное выявление в парке-дендрарии БИН корневых патогенов – видов родов *Phytophthora* и *Pythium* из группы грибоподобных оомицетов, которые предположительно являются иницирующими биотическими факторами, способными активно поражать древесные растения, вызывая корневую гниль, вплоть до полного усыхания.

Обнаружено два вида *Phytophthora* (*P. cactorum* и *P. plurivora*) и один вид *Pythium* (*P. ultimum*) на шести видах растений:

Вид *Phytophthora cactorum* (Lebert et Cohn) J. Schröt. – обнаружен в почве под *Sorbus rufo-ferruginea* и *Acer tegmentosum*. Сегодня этот вид известен как возбудитель фитофторозов травянистых и древесных растений из 154 родов и 54 семейств (Waterhouse, Waterson, 1966; Erwin, Ribeiro, 1996) в основном в умеренной климатической зоне. На территории Ботанического сада БИН этот вид обнаруживался неоднократно, но под другими видами деревьев.

Phytophthora plurivora T. Jung et T. I. Burgess – обнаружен в почве под *Sorbus rufo-ferruginea*, *Larix sibirica*, *Acer barbinerve*, *Duschekia viridis* (деревьями как хвойными, так и лиственными, представителями 4-х родов из 4-х разных семейств). Этот вид фитофторы описан сравнительно недавно. Однако уже показано его широкое распространение в лесных экосистемах, лесопосадках и питомниках (Jung, Burgess, 2009). В Европе паразитирует на многих видах древесных растений из родов *Abies*, *Alnus*, *Acer*, *Aesculus*, *Carpinus*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Quercus*, *Rhododendron*, *Syringa*, *Tilia*, *Tsuga* и др., вызывая симптомы изреживания кроны, уменьшения листовой пластинки, рака коры и отмирания мелких корней. Таким образом, это наиболее опасный патоген в лесных сообществах. На территории парка-дендрария БИН РАН этот вид обнаруживался неоднократно, но под другими древесными породами.

Pythium ultimum Trow – обнаружен в почве под *Tilia cordata*. Относится к активному корневному патогену, паразитирует более чем на 100 видах различных растений (травянистых и древесных), встречается в различных районах мира (Romero, 2007; Jiménez, 2008). Отмечен в почве парка-дендрария БИН РАН впервые.

Примечательно, что в почвенной пробе, отобранной под деревом рябины рыже-ржавой (*Sorbus rufo-ferruginea*) обнаружилось присутствие сразу двух видов фитофтор (*P. plurivora* и *P. cactorum*) в активном состоянии. И состояние дерева (возраст 67 лет) в последние годы заметно ухудшается. Если в 2009 г. эта рябина отмечена как перспективный сорт, то в 2013 г. зафиксированы язвы в нижней части ствола, в 2016 г. – усыхание более половины кроны, в настоящее время полностью засох один из двух стволов.

В течение вегетационных сезонов 2017-2018 гг. проведено поэкземплярное обследование всех деревьев и кустарников парка-дендрария БИН РАН. В таблицу 1 включены виды, заметно усыхающие в 2017 и 2018 годах. Указывается возраст, жизненная форма (дерево, кустарник, лиана) и размеры на осень 2018 г. (высота, м; диаметр ствола на высоте груди (1,3 м) и проекция кроны, м). Наиболее сильные признаки усыхания были зарегистрированы у 91 экземпляра древесных растений (табл. 1).

Таблица 1. Деревья и кустарники парка-дендрария Ботанического сада Петра Великого БИН РАН с наиболее выраженными признаками усыхания в 2017 и 2018 гг.

Table 1. Trees and shrubs of the arboretum of the Peter the Great Botanical Garden of the BIN RAS with the most pronounced signs of drying out in 2017 and 2018.

| Название растений | Участок | Возраст, лет | Характеристика |
|--|---------|--------------|--|
| Pinophyta | | | |
| <i>Larix decidua</i> Mill. (<i>Pinaceae</i>) | 140/47 | ~120 | 2008: много сухих ветвей после аномально тёплой зимы 2006/07 г. 2010: усыхание 50 % кроны. 2012: усыхание 60 % кроны. 2014: усыхание до 80 % кроны. 2016: усыхание до 90 % кроны, найдена фитогора сирени. 2018: сухие ветви частично вырезаны. Дерево: выс. 15,5 м, диам. 54 см, крона 11,3 x 14,8. |
| <i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carr. (<i>Pinaceae</i>) | 23/32 | ~87 | 2017: засохли нижние ветви. 2018: усыхание 40 % кроны. Зонтиковидная форма кроны, под кронами соседних высоких деревьев, угнетена. Дерево: выс. 10,5 м, диам. 29 см, крона 8,0 x 9,7 м. |
| <i>Larix sibirica</i> Ledeb. (<i>Pinaceae</i>) | 14/9 | ~200 | 2013: усыхание 35 % кроны. 2014: усыхание 40 % кроны, немного усилилось. 2018: усыхание 50 % кроны, крона заметно редет. Дерево: выс. 27,5 м, диам. 68 см, крона 10,9 x 9,0 м. |
| | 32/1 | ~200 | 2013: усыхание 50 % кроны. 2014: усыхание 60 % кроны. 2015: усыхание 70 % кроны. 2016-2017: усыхание до 90 % кроны. Май 2018 г.: найдена фитогора <i>Phytophthora plurivora</i> . Дерево: выс. 28,8 м, диам. 61 см, крона 8,0 x 7,5 м. |

| | | | |
|---|--------|------|---|
| | 55/2 | ~200 | 2013: усыхание 30 % кроны. 2015: усыхание 35 % кроны, крона изреживается. 2018: усыхание более 40 % кроны. Дерево: выс. 27,5 м, диам. 71 см, крона 15,2 x 9,0 м. |
| | 55/54 | ~140 | 2008: отмечено усыхание, наклон ствола до 20°. 2013: усыхание 25 % кроны, трутовик Швейница в корнях, наклон 25°, крона 11,3 x 14,0 м. |
| | 128/24 | ~200 | 2013: отмечено усыхание. 2016: усыхание 25 % кроны. 2018: усыхание 35 % кроны, потеря декоративности, распространение хермеса. Дерево: выс. 22,0 м, диам. 70 см, крона 12,7 x 12,0 м. |
| <i>Picea mariana</i> (Mill.) Britton et al. (<i>Pinaceae</i>) | 57/35 | 63 | 2009: отмечено хорошее состояние. 2016: отмечена редкая крона. 2018: внезапно засохло одно дерево из трёх, сухой. Дерево: выс. 12,0 м, диам. 13 см, крона 2,8 x 2,7 м. |
| <i>Pinus sibirica</i> Du Tour (<i>Pinaceae</i>) | 36/30 | ~110 | 2013: заметно усыхание; хвоя короткая, крона изреживается, прирост минимальный. 2014: усыхание более 25 % кроны. 2015: усыхание 40 % кроны, найдена фитофтора сирени. 2016: усыхание 60 % кроны. 2017: усыхание 70 % кроны. 2018: почти сухой, более 80 % кроны, засохла верхушка. Дерево: выс. 15,0 м, диам. 38 см, крона 6,0 x 5,2 м. |
| Magnoliophyta | | | |
| <i>Acer barbinerve</i> Maxim. (<i>Aceraceae</i>) | 19/50 | 62 | 2014: засох один из трёх стволов. 2016: куст развалился, корневая гниль. 2017: усыхание 20 % кроны. 2018: усыхание 30 % кроны. Найдена фитофтора, май 2018: <i>Phytophthora plurivora</i> . Куст. (куртина из двух экз.): выс. 9,0 м, диам. 11 см, крона 11,0 x 9,0 м. |
| | 24/80 | ~50 | 2009: после тёплых зим засохла большая ветвь. 2012: заметно усыхание. 2014: усыхание 50 % кроны. 2015: усыхание 60 % кроны. 2018: усыхание усилилось. Дерево: выс. 8,0 м, диам. 19 см, крона 8,0 x 9,3 м. |
| <i>Acer miyabei</i> Maxim. | 19/65 | 83 | 2008: продолжается усыхание. 2009: гниль у корневой шейки, треть кроны сухая. 2014: усыхание 40 % кроны. 2015: усыхание 50 % кроны. 2016: усыхание 60 % кроны. 2017: усыхание 70 % кроны, измельчение листьев, гниль ствола, сильный наклон ствола до 50°. Дерево упало в ветреную погоду в июне 2018 г. |
| <i>Acer mono</i> Maxim. | 24/49 | ~87 | 2009: отмечен как перспективный ассортимент. 2018: засохла верхушка и 40 % кроны. Дерево: выс. 8,0 м, диам. 11 см, крона 5,0 x 5,2 м. |
| <i>Acer opalus</i> Mill. | 94/129 | 30 | 2018: внезапное усыхание живых скелетных ветвей, 40 % кроны. Куст.: выс. 6,5 м, диам. 9 см, крона 5,0 x 6,1 м. |

| | | | |
|--|--------|------|--|
| <i>Acer pensylvanicum</i> L. | 130/71 | ~20 | Посадка 2010 г. 2017: отмечено усыхание. 2018: засохли две скелетные ветви, 25 % кроны. Дерево: выс. 5,7 м, диам. 7 см, крона 3,7 x 3,0 м. |
| <i>Acer platanoides</i> L. | 92/31 | ~100 | 2015: усыхание 20 % кроны. 2018: сушь заметно усилилась, 30 % кроны. Дерево: выс. 28,0 м, диам. 58 см, крона 10,0 x 11,0 м. |
| | 55/56 | ~100 | 2008: на треть сухой. 2012: сильное усыхание. 2013: усыхание 70 % кроны. 2017: усыхание 80 % кроны. 2018: отслоение коры, корневая гниль, усыхание продолжается. Сломан один из двух стволов. Наклон ствола 25°. Дерево: выс. 18,0 м, диам. 43 см, крона 6,7 x 6,9 м. |
| <i>Acer saccharinum</i> L. | 92/39 | ~120 | 2010: почти засохла верхняя часть кроны. 2015: усыхание 30 % кроны. 2018: усыхание усилилось, 40 % кроны, засохла верхушка. Дерево: выс. 24,0 м, диам. 72 см, крона 16,5 x 12,0 м. |
| <i>Acer tegmentosum</i> Maxim. | 126/8 | 39 | 2015: заметное усыхание. 2017: корневая гниль, отслоение коры. 2018: усыхание 50 %, скелетные ветви и центральная часть кроны. Дерево: выс. 10,5 м (живая часть 7,2 м), диам. 28 см, крона 8,0 x 5,3 м. Найдена фитофтора, май 2018 г. |
| <i>Acer ukurunduense</i> Trautv. et C. A. Mey. | 30/8 | ~60 | 2013: отмечено усыхание. 2016: усыхание 30 % кроны. 2017: усыхание 40 % кроны, гниль ствола. Дерево упало 1 июля 2018 г. в порывистый ветер (корневая гниль и разрушение древесины). |
| <i>Alnus hirsuta</i> (Spach) Turcz. ex Rupr. (<i>Betulaceae</i>) | 3/62 | ~40 | 2013-2014: посадка 1987 г., великолепный экземпляр-солитер, в хорошем состоянии, выглядит лучше местной ольхи серой. 2015: стала заметно сохнуть от фитофторы. 2017: усыхание более 30 %. К июню 2018 г.: усыхание 50 % кроны. Измельчение листьев, изреживание кроны, плодовые тела грибов на стволе. Дерево: выс. 16,4 м, диам. 34, 28, 24, 20 см (4 ствола), крона 14,7 x 13,5 м. |
| <i>Armeniaca mandshurica</i> (Maxim.) Skvorts. (<i>Rosaceae</i>) | 130/63 | 22 | Посадка 2006 г. Внезапно засох летом 2017 г. (в августе 99 % кроны, в октябре – сухостой). Удалён. Невысокое дерево. |
| <i>Berberis integerrima</i> Bunge (<i>Berberidaceae</i>) | 37/25 | 31 | 2008: много сухих побегов. 2018: усыхание более 50 % кроны. Куст.: выс. 3,00 м, диам. 1 см, крона 2,1 x 2,0 м. |
| <i>Berberis koreana</i> Palib. | 126/50 | 22 | 2018: быстрое усыхание, 35 % кроны. Куст.: выс. 2,13 м, диам. 1 см, крона 1,7 x 2,0 м. |
| <i>Berberis thunbergii</i> DC. 'Aurea' | 131/8 | ~40 | 2015: усыхание 20 % кроны. 2018: усыхание 35 % кроны, измельчение листьев, изреживание кроны. Куст.: выс. 1,40 м, крона 3,3 x 2,7 м (куртина). |
| <i>Betula nana</i> L. (<i>Betulaceae</i>) | 99/33 | ~14 | Посадка 2011 г. Внезапно погибла в 2018 г., выпревание, гниль корней. Удалена. |

| | | | |
|--|---------|------|---|
| <i>Cerasus vulgaris</i> Mill. 'Plena' (Rosaceae) | 131/6 | ~87 | 2017: усыхание 30 % кроны. 2018: внезапное полное усыхание, сухостой, удалена (диам. у корневой шейки 28 см). |
| <i>Corylus cornuta</i> Marsh. (Betulaceae) | 131/50 | ~100 | 2009: заметное усыхание. 2017: изреживание кроны. 2018: усыхание 30 % кроны. Куст.: выс. 5,20 м, диам. 6 см, крона 8,7 x 9,1 м. |
| | 131/51 | ~100 | 2009: заметное усыхание. 2017: изреживание кроны. 2018: усыхание 30 % кроны. Куст.: выс. 5,15 м, диам. 5 см, крона 6,7 x 5,5 м. |
| <i>Crataegus horrida</i> Medik. (Rosaceae) | 107/4 | ~110 | 2015: засохла скелетная ветвь. 2018: усыхание 70 % кроны у одного экземпляра из пяти. Дерево: выс. 5,25 м (в наклоне), диам. 11 см, крона 7,0 x 5,8 м. |
| <i>Crataegus nigra</i> Waldst. et Kit. | 60/21 | ~57 | 2016: дерево с зонтиковидной кроной, в хорошем состоянии. 2018: неожиданно и внезапно засохла, сухостой. Дерево: выс. 2,50 м, диам. 8 см, крона 4,6 x 3,8 м. |
| <i>Daphne mezereum</i> L. (Thymelaeaceae) | 116/29a | 29 | 2017: усыхание 30 % кроны у одного из трёх кустов в куртине. 2018: резкое усыхание 80 % кроны (третий куст без усыхания). Куст.: выс. 1,60 м, диам. 1 см, крона 2,0 x 1,5 м. |
| | 116/29б | 29 | 2018: усыхание 70 % кроны (третий куст в куртине без усыхания). Куст.: выс. 1,80 м, диам. 1 см, крона 2,0 x 1,6 м. |
| <i>Deutzia glabrata</i> Kom. (Hydrangeaceae) | 94/181 | 20 | Посадка 2009 г., к 2017 г. почти полное усыхание, 95 % кроны. 2018: сухостой, удалена. Куст.: выс. 1,95 м, диам. 1 см, крона 1,5 x 1,4 м. |
| <i>Duschekia alnobetula</i> (Ehrh.) Pouzar (Betulaceae) | 83/30 | 19 | Посадка 2010 г., к 2015 г. усыхание 50 % кроны. 2016: усыхание 70 % кроны. 2017: полное усыхание. 2018: сухостой; найдена фитопфтора: <i>Phytophthora plurivora</i> . Удалена. |
| <i>Exochorda giraldii</i> Hesse (Rosaceae) | 123/21 | 26 | 2016: усыхания не отмечено. 2018: быстрое усыхание, 25 % кроны, гибель скелетных ветвей. Куст. (5 основных стволиков): выс. 5,20 м, диам. 6 см, крона 4,5 x 4,7 м. |
| <i>Exochorda serratifolia</i> S. Moore | 107/27 | 41 | 2016: усыхание 25 % кроны. 2018: усыхание 35 % кроны, засыхание зелёных ветвей, измельчение листьев. Куст.: выс. 4,26 м, диам. 6 см, крона 3,0 x 3,1 м. |
| <i>Euonymus verrucosus</i> Scop. (Celastraceae) | 118/20 | ~77 | 2016: усыхания не отмечено. 2018: резкое усыхание, 25 % кроны, засохла верхушка, измельчение листьев, потеря декоративности. Куст.: выс. 2,20 м, диам. 3 см, крона 3,7 x 2,8 м. |
| <i>Forestiera neo-mexicana</i> A. Gray (Oleaceae) | 105/17 | 29 | 2016: усыхания не отмечено. 2018: внезапно засохла в первой половине июня, сухостой. Куст.: выс. 1,70 м, диам. 1 см, крона 2,4 x 2,3 м. |

| | | | |
|---|---------|-----|--|
| <i>Hydrangea bretschneideri</i> Dipp. (<i>Hydrangeaceae</i>) | 132/110 | ~62 | 2009: в угнетённом состоянии, отмечена сушь. 2014: усыхание 30 % кроны, корневая гниль. 2015: усыхание 40 % кроны, некроз и измельчение листьев. 2016: усыхание более 50 % кроны. 2018: усыхание более 60 % кроны. Куст.: выс. 5,10 м, диам. 7 см, крона 3,2 x 2,9 м. |
| | 140/23 | ~67 | 2013: наполовину сухая. Удалена летом 2018 г. как сухостой при удалении пней в парке. Куст. |
| <i>Hypericum androsaemum</i> L. (<i>Hypericaceae</i>) | 130/71 | 19 | Посадка 2009. 2010: в хорошем состоянии, на питомнике давал самосев. 2014: почти сопреп у корневой шейки. 2016: усыхание 80 % кроны. Засох окончательно в 2018 г. ПК: 0,30 м выс. |
| <i>Juglans mandshurica</i> Maxim. (<i>Juglandaceae</i>) | 16/17 | ~87 | Сильное усыхание после аномально тёплой зимы 2006/07 г. 2010: без обмерзания, но после зимы 2006/07 г. не восстановился. 2016: усыхание 40 % кроны. 28.05.18: усыхание 50 % кроны, корневая гниль, дупла ствола. Дерево: выс. 8,5 м, диам. 35 см, крона 7,0 x 9,3 м, сильный наклон ствола. |
| <i>Liriodendron tulipifera</i> L. (<i>Magnoliaceae</i>) | 82/2 | 42 | 2017-2018: стал гнить ствол у корневой шейки, трещина ствола, в развилке гниль, усыхания ветвей пока нет. 2х-ствольное дерево: 12,5 м выс., диам. 23 и 16 см, крона 7,5 x 8,5 м. |
| <i>Lonicera caerulea</i> L. (<i>Caprifoliaceae</i>) | 16/14 | ~90 | 2005: состояние хорошее. 2007: обмерзание слабое, как в обычные зимы (не превышает концов однолетних побегов). 2012: усыхание 50 % кроны. 2015: усыхание 60 % кроны. 2016: усыхание 75 % кроны. 2017: почти сухая, на 90 %, подлежит удалению. Куст.: выс. 1,64 м (сухая), 1,18 м (живая часть), крона 8,5 x 3,7 м. |
| <i>Lonicera caprifolium</i> L. | 82/1 | ~47 | 2003: была сильно обрезана при смене забора. 2017: обмерзание концов однолетних побегов, усыхания нет. 2018: внезапное усыхание во второй половине вегетационного сезона почти всей кроны. Лиана: выс. 6,10 м (по стволу <i>Phellodendron amurense</i> Rupr.), диам. 1 см, длина вдоль забора: 9,0 м. |
| <i>Lonicera glehnii</i> Fr. Schmidt | 124/22 | 43 | Посадка 2003 г. 2008: болезнь листьев, усыхание побегов. 2016: усыхание 70-80 % кроны. 2018: усыхание более 80 % кроны. Куст.: выс. 1,58 м, диам. 1 см, крона 1,1 x 1,3 м. |
| <i>Lonicera involucrata</i> (Richards.) Banks ex Spreng. | 17/2 | 29 | 2012: засохла треть кроны. 2013: куст разваливается. 2014: усыхание 50 % кроны. 2016: усыхание 70 % кроны. 2017: почти сухая, 80 % кроны. 2018: гниль у корневой шейки, подлежит удалению. К августу 2018 г. куст развалился, один ствол лежит. Куст.: выс. 3,52 м, диам. 4 см, крона 6,4 x 4,3 м. |
| <i>Lonicera</i> × <i>notha</i> Zabel (<i>L.</i> <i>tatarica</i> L. × <i>L. ruprechtiana</i> Regel) | 83/2 | ~62 | 2015: усыхание 25 % кроны. 2017: усыхание 40 % кроны. 2018: усыхание 50 % кроны Куст.: выс. 3,98 м, диам. 5 см, крона 3,2 x 4,1 м. |

| | | | |
|--|---------|------|--|
| <i>Lonicera ruprechtiana</i> Regel | 26/1 | ~70 | 2008 и в предыдущие годы: отмечены сухие ветви. 2010: заметно усыхание. 2017 и 2018: усыхание более половины кроны. Куст.: выс. 3,85 м, диам. 4 см, крона 4,3 x 3,2 м. |
| <i>Lonicera tatarica</i> L. | 118/2 | ~90 | 2017: усыхание 20 % кроны. 2018: усыхание 30 % кроны, крона редет. Куст.: выс. 5,05 м, диам. 7 см, крона 6,8 x 4,8 м (куртина из двух кустов). |
| <i>Magnolia sieboldii</i> C. Koch (Magnoliaceae) | 104/34 | 21 | Посадка 2010 г., зимостойкий образец из Владивостока. Полностью засохла в июле 2018 г. Дерево: выс. 2,12 м, диам. 1 см, крона 0,8 x 0,9 м. |
| <i>Malus mandshurica</i> (Maxim.) Kom. (Rosaceae) | 126/48 | ~90 | 2016: усыхание 30 % кроны. 2018: усыхание 40 % кроны, засыхание ветвей и изреживание кроны, измельчение листьев. Дерево: выс. 16,0 м, диам. 45 см, крона 9,7 x 16,5 м. |
| <i>Morus rubra</i> L. (Moraceae) | 48/26 | 26 | 2008: перспективна с потеплением климата, стала меньше обмерзать. 2016: усыхание 25 % кроны. 2018: усыхание 50 % кроны, морозобойные трещины ствола. Дерево: выс. 8,0 м, диам. 24 см, крона 7,5 x 8,7 м. |
| <i>Myrica gale</i> L. (Myricaceae) | 130/51 | ~25 | 2016: заметное усыхание. 2017: усыхание 90 % кроны. 2018: сухостой, удалена. Невысокий куст., вид местной флоры. |
| <i>Padus maackii</i> (Rupr.) Kom. (Rosaceae) | 36/5 | ~100 | 2012: отмечено усыхание. 2014: усыхание 25 % кроны. 2015: засохла верхушка и 40 % кроны. 2017: усыхание 50 % кроны. 2018: усыхание 60 % кроны. Дерево: выс. 11,5 м, диам. 23, 11, 17 см (3 основных ствола), крона 9,1 x 8,7 м. |
| <i>Philadelphus coronarius</i> L. (Hydrangeaceae) | 6/14 | ~78 | 2006: выглядит отлично. 2012: заметно сохнет. 2013: усыхание кроны до 90 %. 2015: почти сухой на 95 %, но ещё цветёт. 2017: сухой на 99 %, подлежит удалению. Куст.: выс. 3,37 м, диам. 2 см, крона 5,1 x 3,7 м. |
| <i>Philadelphus magdalenae</i> Koehne | 133/103 | ~77 | 2014: усыхание 30 % кроны. 2015: усыхание до 40 % кроны. 2018: усыхание 50 % кроны. Куст.: выс. 3,78 м, диам. 2 см, крона 4,6 x 3,9 м. |
| <i>Pieris japonica</i> (Thunb.) D. Don (Ericaceae) | 130/72 | 19 | Посадка 2010 г. 2017: усыхание 30 % кроны. 2018: внезапное полное усыхание, сухостой, удалён. Вечнозелёный куст. до 1 м выс. |
| <i>Populus tremula</i> L. var. <i> davidiana</i> (Dode) C.K. Schneid. (Salicaceae) | 24/20 | 21 | 2008: молодое растение, отпрыск 1998 года, отмечено небольшое усыхание. 2014: усыхание 30 % кроны. 2015: засохла верхушка и верхняя часть кроны. 2016: усыхание более половины кроны. 2017: усыхание 80 % кроны. 2018: сухостой. Дерево: выс. 5,15 м, диам. 7 см, крона 2,0 x 2,2 м. |

| | | | |
|--|---------|-----|---|
| <i>Prinsepia sinensis</i> (Oliv.) Bean (Rosaceae) | 9/24 | 47 | 2007: сильное обмерзание. Восстановилась к 2012 г. 2015: усыхание не более 20 % кроны. 2016: усыхание 70 % кроны. 2017: усыхание 80 % кроны. 2018: примерно в таком же состоянии. Последний из оставшихся экз., остальные засохли. Куст.: выс. 2,48 м, диам. 2 см, крона 3,0 x 2,0 м. |
| | 130/73 | ~23 | Посадка 2014 г., засохла от фитофторы в 2017 г. Куст.: 1,32 м выс., крона 1,3 x 1,0 м. |
| <i>Prunus divaricata</i> Ledeb. (Rosaceae) | 9/22 | ~63 | 2016: усыхание 20 % кроны. 2017: усыхание 40 % кроны. 5.06.18: почти вся сухая (на 90 %). Куст. Удалена в июле 2018 г. |
| <i>Quercus rubra</i> L. (Fagaceae) | 50/12 | ~87 | 2015: усыхание 25 % кроны. 2016: усыхание 30 % кроны. 2017: усыхание 40 % кроны. 2018: усыхание 50 % кроны, гниль ствола, морозобойные трещины. Измельчение листьев и изреживание кроны. Дерево: выс. 21,0 м, диам. 61 см, крона 12,0 x 9,7 м. |
| <i>Rhamnus cathartica</i> L. (Rhamnaceae) | 18/38 | ~77 | 2008: состояние хорошее. 2013: усыхание 35 % кроны. 2015: усыхание 70 % кроны. 2017 и 2018: усыхание около 80 % кроны. Дерево: выс. 8,0 м, диам. 23, 15, 14, 12 см (4 ствола), крона 10,6 x 7,9 (сухая часть), 8,4 x 7,6 м (живая часть). |
| <i>Rhododendron ledebouri</i> Pojark. (Ericaceae) | 65/10 | 70 | 2018: первые признаки усыхания. Брались пробы на фитофтору. |
| <i>Rhododendron luteum</i> Sweet | 108/26 | ~60 | 2015: усыхание 20 % кроны. 2018: усыхание 40 % кроны, изреживание кроны. Куст.: выс. 2,40 м, диам. 2 см, крона 1,2 x 1,8 м. |
| | 118/29 | ~90 | 2014: усыхание 50 % кроны. 2015: усыхание до 80 % кроны, под ним обнаружена фитофтора сирени. 2018: корневая гниль, почти сухой. Куст.: выс. 1,60 м, диам. 1 см, крона 3,0 x 3,2 м (куст развалился, ветви лежат на земле). |
| <i>Rhododendron sichotense</i> Pojark. | 124/20 | ~25 | 2017: усыхание 70 % кроны. 2018: внезапно засох один экземпляр из шести, сухой, удалён. Куст.: выс. 2,00 м, диам. 1 см. |
| <i>Salix babylonica</i> f. <i>tortuosa</i> Y. L. Chou x <i>S. alba</i> L. var. <i>recticapus</i> hort. 'Sverdlovskaya Izvilistaya-1' (Salicaceae) | 99/32 | 14 | Посадка 2010 г., в 2015 г. засохло 30 % кроны. 2017: усыхание 80 % кроны. 2018: сухой. |
| | 133/179 | 14 | Посадка 2010 г. 2015: заметно усыхание. 2016: усыхание 50 % кроны. 2017: быстрое почти полное усыхание, 95 % кроны. 2018: сухой, удалена в июне 2018 г. Дерево. |
| <i>Salix gracylistila</i> Miq. | 85/74 | ~25 | 2013: отмечено усыхание, крона редет. 2016: усыхание 30 % кроны. 2018: усыхание 40 % кроны. Куст.: выс. 5,40 м, диам. 7 см, крона 4,5 x 4,4 м. |
| | 91/13 | ~25 | Посадка 2005, в 2009 г. оценена как перспективный сорт. 2017: перестала цвести, все цветочные почки вымерзают. Летом 2018 г. стала сильно усыхать, вырезано около половины куста. Куст.: выс. 4,27 м, диам. 6 см, крона 4,9 x 4,2 м. |

| | | | |
|---|--------|-----|---|
| <i>Salix lapponum</i> L. | 98/10 | ~23 | 2017: быстрое усыхание зелёных ветвей, 30 % кроны. 2018: усыхание 50 % кроны. Куст.: выс. 2,55 м, диам. 2 см, крона 2,3 x 2,4 м. |
| <i>Salix vinogradovii</i> A. Skvorts. | 83/33 | 14 | 2017: признаки усыхания у одного из трёх экземпляров, отслаивается кора. 2018: усыхание 40 % кроны, гниль ствола. Куст.: выс. 6,3 м, диам. 10 см, крона 7,5 x 7,9 м (куртина из трёх кустов). |
| <i>Sorbus hybrida</i> L. (Rosaceae) | 18/27 | ~62 | 2017: обмерзания нет, но недолговечна. 2018: у одного из четырёх экз. засохло 60 % кроны. Куст. развалился, один ствол удалён: выс. 6,20 м, диам. 9 см, крона 9,8 x 4,0 м. |
| <i>Sorbus kusnetzovii</i> Zinserl. | 7/18 | 38 | 2007: группа из 4 шт., пос. 2001 г., очень декоративна и зимостойка. 2017: отмечено усыхание отдельных нижних ветвей. 4.06.2018: один экз. быстро усыхает от фитофторы, пока на 60 %. К августу 2018 г. усыхание более до 80 %. Куст.: выс. 3,90 м, диам. 3 см, крона 2,6 x 3,7 м. |
| <i>Sorbus rufo-ferruginea</i> (C. K. Schneid.) C. K. Schneid. | 10/11 | 67 | 2009: отмечена как перспективный сортимент. 2010: летнее пожелтение листьев и усыхание некоторых ветвей. 2013: язвы в нижней части ствола. 2014: усыхание кроны 40 %. 2015: заметно усыхает, трутовики на стволе. 2016: усыхание более 50 % кроны. 2018: найдена фитофтора, два вида в активном состоянии: <i>Phytophthora cactorum</i> , <i>Phytophthora plurivora</i> . Дерево: выс.: 16,5 м, диам. живого ствола 40 см, диам. сухого ствола 31 см, крона вся 16,0 x 10,0 м, крона живая 11,5 x 10,0 м. |
| <i>Sorbus turkestanica</i> (Franch.) Hedl. | 96/31 | ~45 | 2017: быстрое усыхание живых ветвей, измельчение и опадение листьев, полное усыхание к осени. 2018: сухостой. Дерево: выс. 8,0 м, диам. 14 и 16 см (развилка на 2 ствола на выс. 95 см), крона 5,8 x 5,9 м. |
| <i>Sorbus velutina</i> (Albov) C. K. Schneid. | 48/29 | 39 | 2016: единично сохнут отдельные побеги. 2018: усыхание усилилось, 20 % кроны. Дерево: выс. 5,5 м, диам. 7 и 7 см (на выс. 1,10 м у развилки на 2 ствола), крона 2,8 x 2,9 м. |
| <i>Spiraea canescens</i> D. Don (Rosaceae) | 124/10 | ~67 | 2015: отмечено слабое усыхание. 2018: заметное усыхание 25 % кроны. Куст.: выс. 2,80 м, диам. 2 см, крона 5,1 x 4,2 м. |
| <i>Spiraea menziesii</i> Hook. | 18/36 | ~62 | 2017: много сухих побегов после зимы 2016/17 г. 2018: усыхание 70 % кроны. Куст.: выс. 2,01 м (сухая часть), 1,73 см (живая часть), крона 6,8 x 4,6 м. |
| <i>Staphylea pinnata</i> L. (Staphyleaceae) | 108/19 | 33 | 2018: усыхание 40 % кроны, с живыми ветвями. Куст.: выс. 5,40 м, диам. 5 см, крона 3,8 x 3,6 м. |
| <i>Syringa josikaea</i> Jack. fil. (Oleaceae) | 17/5 | 36 | 2017: обмерзания и усыхания нет. 2018: быстрое усыхание, 40 % кроны. Куст.: выс. 4,78 м, диам. 7 см, крона 6,6 x 6,0 м. |

| | | | |
|---|-------|------|---|
| <i>Syringa vulgaris</i> L. | 9/21 | ~63 | 2012: усыхание не отмечено. 2017: засохла почти полностью, на 95 %, подлежит удалению. 2018: сухостой. Куст.: выс. 4,20 м, диам. 3 см, крона 5,0 x 6,1 м. |
| | 79/22 | ~110 | 2010: отмечено усыхание. 2014: усыхание 25 % кроны. 2015: усыхание 35 % кроны. 2017: гниль у корневой шейки, куст разваливается. 2018: усыхание более 40 % кроны, измельчение листьев и изреживание кроны. Куст.: выс. 7,0 м, диам. 19, 13 и 7 см (и 10 стволов более тонких), крона 9,2 x 10,2 м. |
| | 96/11 | ~100 | 2017: усыхание 20 % кроны. 2018: усыхание 30 % кроны, измельчение листьев и изреживание кроны. Куст.: выс. 5,20 м, диам. 7 см, крона 6,8 x 4,0 м. |
| <i>Tilia cordata</i> Mill. (<i>Tiliaceae</i>) | 16/1 | ~160 | 2014: усыхание кроны 20 %. 2016: усыхание кроны 25 %. 2018: усыхание усилилось, 30 % кроны. Дерево: выс. 32,0 м, диам. 60 см, крона 11,0 x 12,0 м. |
| | 24/90 | ~200 | 2008: отмечено усыхание до четверти кроны. 2013: заметно сохнет. 2014: усыхание 40 % кроны. 2017 и 2018: усыхание 50 % кроны. Май 2018, под ней найден <i>Pythium ultimum</i> (активный корневой патоген, отмечен в почве парка-дендрария Ботанического сада БИН РАН впервые). Дерево: выс. 27,5 м, диам. 98 см, крона 13,5 x 10,0 м. |
| | 68/9 | ~160 | 2014: усыхание 30 % кроны. 2015: усыхание 35 % кроны. 2016: усыхание 40 % кроны. 2018: усыхание 50 % кроны. Наклон 25° на юг, дупло на выс. 1,5 м. Дерево: выс. 22,5 м, диам. 69 см, крона 10,3 x 9,2 м. |
| | 91/3 | ~120 | 2008: много сухих ветвей. Ствол лежит на земле. 2015: усыхание 30 % кроны. 2018: усыхание усилилось, более 40 % кроны. Лежачее дерево: выс. 11,0 м, диам. 46 см, крона 16,0 x 9,0 м. |

В таблицу 1 включены деревья и кустарники лишь с наиболее сильными признаками усыхания, причиной которого могут быть почвообитающие патогены из рода *Phytophthora* (кроме представителей рода *Ulmus* L., усыхающих от голландской болезни вязов. Всего в таблицу 1 входят 91 экземпляр, относящихся к 73 таксону из 39 родов 21 семейств. В том числе покрытосеменные: 82 шт., 68 видов, 38 родов 20 семейств. Голосеменные: 9 шт., 5 видов, 3 рода из 1 семейства (*Pinaceae*). К наиболее сильно поражаемым можно отнести представителей родов *Acer* (11 экз., 9 видов) и *Lonicera* (7 экз., 7 видов). Из отдельных видов это 5 экз. *Larix sibirica* и 4 экз. *Tilia cordata*, оба вида относятся к самым старым деревьям парка, до 200 лет.

Если рассмотреть по жизненным формам, то 48 из 91 особей – это кустарники (53 %). Лишь немного уступают им виды - деревья – 41 (45 %), лианы (*Lonicera caprifolium*) и полукустарники (*Hypericum androsaemum*) составляют меньшинство, по одному виду. Наибольшее число видов в группе высокорослых кустарников (К1) – 25. За ними следуют низкорослые деревья четвертой величины (Д4) – 18 особей. Если проанализировать возраст растений, включённых в таблицу 1, то оказывается, что он варьирует от 14 лет (в таком возрасте в 2018 г. засохли и удалены два дерева ивы *Salix* 'Sverdlovskaya Izvilistaya-1') и до

200 лет (к таким относятся самые старые деревья парка-дендрария). Молодых древесных растений, возраста до 20 лет, включённых в таблицу 1, насчитывается всего 9 экз. (или 10 %). Более старые особи составляют большинство. Преобладающий возраст – от 60 до 100 лет (33 экз. или 37 %). Очевидно, степень повреждаемости оомицетами, в целом, может усиливаться с возрастом деревьев и кустарников.

В течение 2016-2018 гг. мы проводили ряд профилактических мер против оомицетов рода *Phytophthora*. Как показано выше, многие растения поражены этим патогеном. Корневая система пораженных растений проживет долго, если процессы ее регенерации будут преобладать над процессами деструкции. Надо стимулировать рост тонких корней с помощью биопрепаратов и удобрений. Весной, в начале мая (на феноэтапах «разгара весны») мы проводим корневую подкормку гуматом калия 0,2 %. Гуматы при неблагоприятных условиях взаимодействуют с почвой, органическими, минеральными элементами, улучшая проницаемость и рост корневой системы (Левинский, 1999).

Обеднение почвы микоризообразующими грибами свидетельствует об ослабленном состоянии растений и его неспособности справиться с болезнями и стрессом. Развитию микоризы способствует мульчирование почвы, для чего мы используем нейтральный верховой торф с мелкой или средней мульчой. Также рекомендуется оставлять лиственной опад.

В качестве биологических мер использовали внесение в почву глиокладина (действующее вещество *Trichoderma harzianum*, штамм 18 ВИЗР). Экспериментальным путем установлена оптимальная норма внесения препарата 80-120 гр. на растение. Причём для возрастных растений использовали максимальную дозу. Для усиления действия хищных грибов растения проливались хитозаном 1-5 %. Наблюдалось пролонгированное действие грибов из рода триходерма. Оптимальное время внесения гриба – май месяц (вторая декада – «разгар весны») и сентябрь (вторая декада – «золотая осень»). Для усиления воздействия микоризы летом использовали пролив фитоспорином 1 %. В 2018 году мы использовали внесение под корень смеси биопрепаратов «стернифаг» (действующее вещество *Trichoderma harzianum*, штамм ВКМ F-4099 D) и «витаплан» (действующее вещество *Bacillus subtilis*, штамм ВКМ-B-2604D+штамм ВКМ-B-2605D) в равных количествах в концентрации 0,4 %. Наблюдалось торможение развития заболевания на *Acer tegmentosum* (модельное дерево на уч. 126) и рододендронах. Параллельно в середине вегетационного сезона, в июле (подсезон «спад лета») мы проводили опрыскивание растений витапланом 0,8 %. Против грибов рода *Pythium* хорошие результаты показал пролив препаратом «превикур энерджи» в концентрации 0,25 %. Все эти мероприятия носят превентивный характер. Наблюдения показывают, что развитие заболеваний тормозится на 4-5 лет.

Очень актуально продолжение исследований. Если, согласно литературным данным конца XX века (Lim, Chan, 1986; Heller, Theilerhedtrich, 1994; Chambers, Scott 1995; Fang, Tsao, 1995), действие хищных грибов подавляло полностью фитифтору, то в последние годы эффективность применения данных культур снижается, что свидетельствует о появлении более агрессивных рас фитифторы. Работы по разработке оптимальных мер борьбы в Ботаническом саду БИН РАН продолжаются.

Заключение

Исследование почвообитающих оомицетов из рода *Phytophthora* в Ботаническом саду Петра Великого Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН в Санкт-Петербурге начато в 2011 г. За период исследований 2011-2018 гг. в парке-дендрарии выявлено 6 видов фитифтор и 1 вид питиума. Грибоподобные оомицеты предположительно являются иницирующими биотическими факторами, способными активно поражать древесные

растения, вызывая корневую гниль, вплоть до полного усыхания. За два последних вегетационных сезона 2017 и 2018 гг. наиболее сильные признаки усыхания зарегистрированы у 91 экземпляров древесных растений (53 % - кустарники, 45 % - деревья, и по 1 виду – лианы и полукустарники), относящихся к 73 видам 39 родов 21 семейства. Возраст поражаемых растений колеблется от 14 до 200 лет, преобладают растения возраста 60-100 лет. Подтверждено присутствие и воздействие на растения двух видов фитопфтор. В 2018 г. вид *Phytophthora cactorum* обнаружен в почве под *Sorbus rufo-ferruginea* и *Acer tegmentosum*. Другой вид, *Phytophthora plurivora* – обнаружен в почве под *Sorbus rufo-ferruginea*, *Larix sibirica*, *Acer barbinerve*, *Duschekia viridis* (деревьями как хвойными, так и лиственными, представителями 4 родов из 4 разных семейств). На территории парка-дендрария БИН РАН оба вида обнаруживались и ранее, но под другими видами деревьев. *Pythium ultimum* – найден в почве под *Tilia cordata*, также относится к активным корневым патогенам, здесь отмечен впервые. Очевидно, что древесные растения показывают разную устойчивость к патогенам. Очень восприимчивыми оказались такие виды, как *Prinsepia sinensis*. С другой стороны, у представителей целого ряда родов и семейств (*Cupressaceae*, *Taxaceae* и др.) пока что не выявлено усыхающих растений. В качестве профилактических мероприятий следует не нарушать слой подстилки в парке-дендрарии БИН РАН, проводить контролируемую и щадящую уборку листьев; проводить мульчирование поверхности почвы в зоне проекции крон больных и заражённых деревьев; улучшить дренаж вокруг поражённых растений. В качестве биологических мер борьбы можно использовать культуры *Trichoderma* spp., *Penicillium funiculosum*, *Gliocladium* spp. В парке-дендрарии БИН РАН в качестве биологических мер использовали внесение в почву глиокладина. Для усиления воздействия микоризы использовали пролив фитоспорином 1 %. Применяли внесение под корень смеси биопрепаратов «стернифаг» и «витаплан». Наблюдалось торможение развития заболевания на модельных растениях. Против грибов рода *Pythium* хорошие результаты показал пролив препаратом «превикур энерджи» в концентрации 0,25 %. Наблюдения показывают, что развитие заболеваний тормозится на 4-5 лет. Актуальна дальнейшая разработка оптимальных мер борьбы с почвообитающими грибоподобными оомицетами.

Работа выполнена в рамках государственного задания по плановой теме «Коллекции живых растений Ботанического института имени В. Л. Комарова (история, современное состояние, перспективы использования)», номер АААА-А18-118032890141–4.

Литература

- Веденяпина Е. Г., Волчанская А. В., Малышева В. Ф., Малышева Е. Ф., Фирсов Г. А. (2014 а). Почвообитающие виды рода *Phytophthora* в Ботаническом саду БИН РАН. I. Первые находки *Ph. citricola*, *Ph. plurivora* и *Ph. quercina* в России // Микология и фитопатология. Т. 48. Вып. 4. С. 263—273.
- Веденяпина Е. Г., Фирсов Г. А., Волчанская А. В., Воробьев Н. И. (2014 б). Почвообитающие виды рода *Phytophthora* в Ботаническом саду БИН РАН. II. Результаты двухлетнего мониторинга // Микология и фитопатология. Т. 48. Вып. 5. С. 322—332.
- Веденяпина Е. Г., Волчанская А. В., Лаврентьев Н. В., Фирсов Г. А. (2015). Состояние дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в Ботаническом саду БИН РАН // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. Т. 25. вып. 2. С. 43—50.
- Левинский Б. В. (1999). Все о гуматах. Иркутск. 40 с. Соколов С. Я., Связева О. А. (1965). География древесных растений СССР. М., Л.: Изд-во «Наука». 265 с.
- Фирсов Г. А., Веденяпина Е. Г., Волчанская А. В. (2014). Почвообитающие фитопфторы и древесные растения в Санкт-Петербурге: новые угрозы третьего тысячелетия // Hortus bot. Т. 9. С. 18—35; URL http://hb.karelia.ru/journal/content_list.php?id=3421 .

Фирсов Г. А., Хмарик А. Г., Малышева Е. Ф., Малышева В. Ф. (2016 а). Оценка состояния лиственницы (*Larix Mill.*, Pinaceae) в Ботаническом саду Петра Великого в Санкт-Петербурге // *Hortus bot.* Т. 11. С. 119—143; URL http://hb.karelia.ru/journal/content_list.php?id=5981 .

Фирсов Г. А., Варфоломеева А. В., Волчанская А. В., Малышева В. Ф., Малышева Е. Ф. (2016 б). Фитофтора в Ботаническом саду Петра Великого (Санкт-Петербург) // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике. Матер. Всерос. конф. с межд. участ. Москва, 18-22 апреля 2016 г. Красноярск: ИЛ СО РАН. С. 238—239.

Фирсов Г. А., Малышева В. Ф., Малышева Е. Ф., Варфоломеева Е. А., Волчанская А. В. (2016 в). Новые данные о распространении видов рода *Phytophthora* и их влиянии на состояние древесных растений в Ботаническом саду Петра Великого (БИН РАН, Санкт-Петербург) // Микология и фитопатология. Т. 50. Вып. 6. С. 401—414.

Chambers S. M., Scott E. S. In vitro antagonism of *Phytophthora cinnamomi* and *Phytophthora citricola* by isolates of *Trichoderma* spp. and *Gliocladium virens* // *Journal of Phytopathology*. 1995. Vol. 143. P. 471—477.

Erwin D. C., Ribeiro O. K. *Phytophthora diseases worldwide*. St. Paul. Minnesota. 1996

Fang J. G., Tsao P. H. Efficacy of *Penicillium funiculosum* as a biological control agent against *Phytophthora* root rots of azalea and citrus // *Phytopathology*. 1995. Vol. 85. P. 871—878.

Guillemin J. P., Gianinazzi S., Gianinazzipearson V., Marchal J. Contribution of arbuscular mycorrhizas to biological protection of micropropagated pineapple (*Ananas-comosus* (L) Merr) against *Phytophthora cinnamomi* Rands // *Agricultural Science in Finland*. 1994. Vol. 3. P. 241—251.

Heller W. E., Theilerhedtrich R. Antagonism of *Chaetomium globosum*, *Gliocladium virens* and *Trichoderma viride* to four soil-borne *Phytophthora* species // *Journal of Phytopathology*. 1994. Vol. 141. P. 390—394.

Jiménez J. J., Sánchez J. E., Romero M. A., Belbahri L., Trapero A., Lefort F., Sánchez M. E. Pathogenicity of *Pythium speculum* and *P. sterilum* on feeder roots of *Quercus rotundifolia* // *Plant Pathology*. 2008. Vol. 57. P. 369.

Jung T., Burgess T. I. Re-evaluation of *Phytophthora citricola* isolates from multiple woody hosts in Europe and North America reveals a new species, *Phytophthora plurivora* sp. nov. // *Persoonia*. 2009. Vol. 22. P. 95—110.

Lim T. K., Chan L.G. Parasitism of *Phytophthora palmivora* by *Gliocladium roseum* // *Journal of Plant Diseases and Protection*. 1986. Vol. 93. P. 509—514.

Marais L. J., Kotze J.M. Ectomycorrhizae of *Pinus patula* as biological deterrents to *Phytophthora cinnamomic* // *South African Journal of Forestry*. 1976. Vol. 99. P. 35—39.

Martin F., Abad L., Balci Y., Ivors K. Identification and detection of phytophthoras: reviewing our progress, identifying our needs // *Plant Dis.* 2012. Vol. 96. P. 1080—1103.

Romero M. A., Sánchez J. E., Jiménez J. J., Belbahri L., Trapero A., Lefort F., Sánchez M. E. New *Pythium* taxa causing root rot on Mediterranean *Quercus* species in South-West Spain and Portugal // *Journal of Phytopathology*. 2007. Vol. 155. P. 289—295.

Waterhouse G. M., Waterston J. M. *Phytophthora cactorum* // *C. M. I. Descript Pathog. Fungi Bact.* 1966. Vol. 111. P. 1—2.

Drying out of woody plants at Peter the Great Botanical Garden BIN RAS (Saint Petersburg) and distribution of *Phytophthora* and *Pythium* species: monitoring of 2018

| | |
|-----------------------------------|---|
| FIRSOV Gennady | The Komarov Botanical Institute of the RAS, 2, Professora Popova ul., Saint-Petersburg, 197376, Russia gennady_firsov@mail.ru |
| YARMISHKO Vasily | Komarov Botanical Institute of the RAS, 2, Professora Popova ul., Saint-Petersburg, 197376, Russia yarmishko@binran.ru |
| VOLCHANSKAYA Alexandra | The Komarov Botanical Institute of the RAS, Popova str., 2, Saint Petersburg, 197376, Russia botsad_spb@mail.ru |
| VARFOLOMEEVA Elizaveta | The Komarov Botanical Institute of the RAS, 2, Professora Popova ul., Saint-Petersburg, 197376, Russia varfolomeeva.elizaveta@list.ru |
| MALYSHEVA Ekaterina | Komarov Botanical Institute of the RAS, 2, Professora Popova ul., Saint-Petersburg, 197376, Russia ef.malysheva@gmail.com |
| MALYSHEVA Vera | Komarov Botanical Institute of the RAS, 2, Professora Popova ul., Saint-Petersburg, 197376, Russia ef.malysheva@gmail.com |

Key words:

arboriculture, woody plants, molecular identification, Peter the Great Botanic Garden, Saint Petersburg, biological peculiarities, biological protection, *Phytophthora*, *Pythium*

Summary:

During the study period of 2011-2018, six species of phytophthoras and one species of pythium were identified at the dendrarium park of the Peter the Great Botanical Garden of the Komarov Botanical Institute RAS. During two vegetative seasons of 2017 and 2018, the strongest signs of drying out were registered in 91 species of arboreal plants (53 % - shrubs, 45 % - trees, and one species of lianas and subshrubs respectively), which belong to 73 species of 39 genera of 21 families. The age of the affected plants ranges from 14 to 200 years, 60 to 100-year-old plants dominate. Presence in soil and influence on plants of two species of phytophthoras were confirmed. These are *Phytophthora cactorum* (Lebert et Cohn) J. Schröt. and *P. plurivora* T. Jung et T. I. Burgess. The two species of phytophthoras were observed before, but under other tree species. *Pythium ultimum* Trow were found in soil under *Tilia cordata*, being an active root pathogen – here it was found for the first time. It is evident that woody plants show different resistance to pathogens.

Is received: 04 december 2018 year

Is passed for the press: 13 december 2019 year

References

- Erwin D. C., Ribeiro O. K. *Phytophthora diseases worldwide*. St. Paul. Minnesota. 1996
- Fang J. G., Tsao P. H. Efficacy of *Penicillium funiculosum* as a biological control agent against *Phytophthora* root rots of azalea and citrus, *Phytopathology*. 1995. Vol. 85. P. 871—878.
- Firsov G. A., Khmarik A. G., Malysheva E. F., Malysheva V. F. Estimation of state of larches (*Larix Mill.*, Pinaceae) at Peter the Great Botanic Garden at Saint-Petersburg, *Hortus bot.* T. 11. P. 119—143; URL http://hb.karelia.ru/journal/content_list.php?id=5981 .

Firsov G. A., Malysheva V. F., Malysheva E. F., Varfolomeeva E. A., Voltchanskaya A. V. New data about distribution of species of the genus *Phytophthora* and their influence on the state of woody plants at Peter the Great Botanic Garden (BIN RAS, Saint-Petersburg, Mikologiya i fitopatologiya. T. 50. Vyp. 6. P. 401—414.

Firsov G. A., Varfolomeeva A. V., Voltchanskaya A. V., Malysheva V. F., Malysheva E. F. *Phytophthora* at Peter the Great Botanic Garden (Saint-Petersburg, Monitoring i biologicheskie metody kontrolya vreditelej i patogenov drevesnykh rastenij: ot teorii k praktike. Mater. Vserop. konf. s mezhd. utchast. Moskva, 18-22 aprelya 2016 g. Krasnoyarsk: IL SO RAN. P. 238—239.

Firsov G. A., Vedenyapina E. G., Voltchanskaya A. V. Soil-borne *Phytophthora* species and woody plants at Saint-Petersburg: new threats of the third millennium, *Hortus bot.* T. 9. P. 18—35; URL http://hb.karelia.ru/journal/content_list.php?id=3421 .

Guillemin J. P., Gianinazzi S., Gianinazzipearson V., Marchal J. Contribution of arbuscular mycorrhizas to biological protection of micropropagated pineapple (*Ananas-comosus* (L) Merr) against *Phytophthora cinnamomi* Rands, *Agricultural Science in Finland.* 1994. Vol. 3. P. 241—251.

Heller W. E., Theilerhedtrich R. Antagonism of *Chaetomium globosum*, *Gliocladium virens* and *Trichoderma viride* to four soil-borne *Phytophthora* species, *Journal of Phytopathology.* 1994. Vol. 141. P. 390—394.

Jiménez J. J., Sánchez J. E., Romero M. A., Belbahri L., Trapero A., Lefort F., Sánchez M. E. Pathogenicity of *Pythium speculum* and *P. sterilum* on feeder roots of *Quercus rotundifolia*, *Plant Pathology.* 2008. Vol. 57. P. 369.

Jung T., Burgess T. I. Re-evaluation of *Phytophthora citricola* isolates from multiple woody hosts in Europe and North America reveals a new species, *Phytophthora plurivora* sp. nov., *Persoonia.* 2009. Vol. 22. P. 95—110.

Levinskij B. V. Everything about gummats. Irkutsk. 40 p. Sokolov P. Ya., Svyazeva O. A. (1965). *Geografiya drevesnykh rastenij SSSR. [Geography of woody plants of the USSR.]* M., L.: Izd-vo «Nauka». 265 p.

Lim T. K., Chan L.G. Parasitism of *Phytophthora palmivora* by *Gliocladium roseum*, *Journal of Plant Diseases and Protection.* 1986. Vol. 93. P. 509—514.

Marais L. J., Kotze J.M. Ectomycorrhizae of *Pinus patula* as biological deterrents to *Phytophthora cinnamomic*, *South African Journal of Forestry.* 1976. Vol. 99. P. 35—39.

Martin F., Abad L., Balci Y., Ivors K. Identification and detection of phytophthoras: reviewing our progress, identifying our needs, *Plant Dis.* 2012. Vol. 96. P. 1080—1103.

Romero M. A., Sánchez J. E., Jiménez J. J., Belbahri L., Trapero A., Lefort F., Sánchez M. E. New *Pythium* taxa causing root rot on Mediterranean *Quercus* species in South-West Spain and Portugal, *Journal of Phytopathology.* 2007. Vol. 155. P. 289—295.

Shambers S. M., Scott E. S. In vitro antagonism of *Phytophthora cinnamomi* and *Phytophthora citricola* by isolates of *Trichoderma* spp. and *Gliocladium virens*, *Journal of Phytopathology.* 1995. Vol. 143. P. 471—477.

Vedenyapina E. G., Firsov G. A., Voltchanskaya A. V., Vorobev N. I., AN., II. Soil-borne *Phytophthora* species in Botanical Garden RAS. II. Results of 2-years monitoring, *Mikologiya i fitopatologiya.* T. 48. Vyp. 5. P. 322—332.

Vedenyapina E. G., Voltchanskaya A. V., Lavrentev N. V., Firsov G. A. Condition of oak (*Quercus robur* L.) in Botanical Garden RAS, Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Biologiya. Nauki o Zemle. T. 25. vyp. 2. P. 43—50.

Vedenyapina E. G., Voltchanskaya A. V., Malysheva V. F., Malysheva E. F., Firsov G. A., AN. I. Soil-borne *Phytophthora* species in Botanical Garden RAS. I. First records of *Ph. citricola*, *Ph. plurivora* and *Ph. quercina* in Russia, Mikologiya i fitopatologiya. T. 48. Vyp. 4. P. 263—273.

Waterhouse G. M., Waterston J. M. *Phytophthora cactorum*, C. M. I. Descript Pathog. Fungi Bact. 1966. Vol. 111. P. 1—2.

Цитирование: Фирсов Г. А., Ярмишко В. Т., Волчанская А. В., Варфоломеева Е. А., Малышева Е. Ф., Малышева В. Ф. Усыхание древесных пород и распространение видов рода *Phytophthora* и рода *Pythium* в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН: мониторинг 2018 года // Hortus bot. 2019. Т. 14, 2019, стр. 124 - 144, URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=5984>. DOI: [10.15393/j4.art.2019.5984](https://doi.org/10.15393/j4.art.2019.5984)
Cited as: Firsov G., Yarmishko V., Volchanskaya A., Varfolomeeva E., Malysheva E., Malysheva V. (2019). Drying out of woody plants at Peter the Great Botanical Garden BIN RAS (Saint Petersburg) and distribution of *Phytophthora* and *Pythium* species: monitoring of 2018 // Hortus bot. 14, 124 - 144. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=5984>