HORTUS BOTANICUS

Международный электронный журнал ботанических садов

9 / 2014

Информационно-аналитический центр Совета ботанических садов России
при Ботаническом саде Петрозаводского государственного университета

HORTUS BOTANICUS

Международный электронный журнал ботанических садов

9 / 2014

ISSN 1994-3849
Эл № ФС 77-33059 от 11.09.2008

Главный редактор
А. А. Прохоров

Редакционный совет
А. С. Демидов
Т. С. Маммадов
В. Н. Решетников
Т. М. Черевченко

Редакционная коллегия
Г. С. Антипина
Е. М. Арнаутова
А. В. Бобров
Ю. К. Виноградова
Е. В. Голосова
Ю. Н. Карпун
В. Я. Кузеванов
Е. Ф. Марковская
Ю. В. Наумцев
Е. В. Спиридович
А. И. Шмаков

Службы поддержки
В. В. Андрюсенко
С. М. Кузьменкова
А. А. Кухарская
А. Г. Марахтанов

Адрес редакции
185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Красноармейская, 31, каб. 12.
E-mail: hortbot@gmail.com
http://hb.karelia.ru
© 2001 - 2014 А. А. Прохоров

На обложке:
Magnolia liliiflora Desr. в Субтропическом ботаническом саду Кубани.
© 2009, Алексей Прохоров, Уч-Дере.

Разработка и техническая поддержка
Отдел объединенной редакции научных журналов ПетрГУ, РЦ НИТ ПетрГУ, Ботанический сад ПетрГУ

Петрозаводск
2014

Ботанические сады: история и современность. Наука

Почвообитающие фитофторы и древесные растения в Санкт-Петербурге: новые угрозы третьего тысячелетия

ФИРСОВ Геннадий Афанасиевич *Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук, gennady_firsov@mail.ru*

ВЕДЕНЯПИНА Елена Георгиевна *Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук, el_vedenyapina06@mail.ru*

ВОЛЧАНСКАЯ Александра Владимировна *Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук, botsad_spb@mail.ru*

Ключевые слова:
новые угрозы фитофтора
дендрофлора Санкт-Петербург

Аннотация:
В первые годы третьего тысячелетия в условиях изменений климата в парке-дендрарии Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН отмечается возрастание повреждений и гибели древесных растений. В результате исследований в 2012-2013 гг. ризосферной почвы больных и здоровых растений на присутствие фитофтор было обнаружено широкое распространение этих фитопатогенов и идентифицировано пять видов рода Phytophthora. Это почвообитающие корнепоражающие виды, представляющие большую опасность для интродуцированной и аборигенной дендрофлоры Санкт-Петербурга, при этом Ph. citricola, Ph. plurivora и Ph. quercina впервые отмечены в Российской Федерации. Ph. quercina известен в центральной и южной Европе, на широте Санкт-Петербурга ранее отмечен не был. Заражение ризосферной почвы этими опасными патогенами выявлено у 20 видов деревьев и кустарников из 15 родов и 13 семейств. Среднегодовая температура воздуха в Санкт-Петербурге за первые 13 лет XXI столетия (2001-2013 гг.) возросла на 0,5о и достигла 6,3о. Декабрь 2006 г. (3,0о), июль 2010 г. (24,4о) и ноябрь 2013 г. (4,4о) были рекордно тёплыми за весь период наблюдений с 1743 г. Повышение теплообеспеченности сопровождалось увеличением количества осадков. На XXI век приходятся 3 года с наибольшим количеством осадков, в четырёх случаях годовое их количество превысило 800 мм, год 2012 был рекордным за весь период наблюдений (863 мм). За последние 5 лет фенологическое лето удлинилось на 4 сут., осень - на 12 сут., весна сократилась на 11 сут. Зима сократилась на 5 сут. (со 116 до 111 сут.), хотя по прежнему является самым длительным сезоном года (30%), вторым сезоном года по продолжительности становится осень (26% года). Наблюдается тенденция к более позднему наступлению осенних феноэтапов года и к более позднему началу зимы. Весенние феноэтапы также наступают позже. Летние феноэтапы имеют тенденцию к более раннему наступлению. Распространению фитофтор способствует возрастание количества осадков, ослабление морозов, увеличение вегетационного сезона и летних температур, сокращение зимнего периода и связанное с этим уменьшение промерзания почвы. В связи с изменением климатических условий почвообитающие фитофторы представляют значительную угрозу для

растений парков и близлежащих лесных массивов Санкт-Петербурга.

Получена: 11 мая 2014 года Подписана к печати: 14 декабря 2014 года

Введение

В информационном листке Международного Дендрологического общества за январь 2013 г. его Председатель Harriet Tupper, начала своё обращение к членам Общества так: Unfortunately I am starting this Newsletter with the unwelcome topic of **Pests and Diseases**. All over the world our members are experiencing more and newer forms of both pests and diseases, and with increasing trade and travel these are spreading faster and further than ever before" (К сожалению, я начинаю это Newsletter с нежелательного разговора о вредителях и болезнях. По всему миру члены нашего Общества все больше сталкиваются с появлением новых форм вредителей, болезней и их распространением. С возрастанием объемов мировой торговли, развитием туризма и передвижения всё большего числа людей по миру болезни деревьев и их возбудители распространяются всё быстрее и всё дальше). Далее автор говорит о состоявшейся 7 ноября 2012 г. в Кью конференции, которая была проведена для того, чтобы обсудить болезни деревьев и их возбудителей, появившихся недавно на Британских островах, а также и тех вредителей растений, появление которых ожидается. И даже Комитет по Чрезвычайным ситуациям правительства Соединённого Королевства (the emergency committee of the UK Government), обычно собирающийся для того, чтобы рассматривать террористические угрозы, собрался во время этой конференции в Кью для того, чтобы обсудить *Chalara fraxinea* – вилт ясеня – болезнь, которая бушевала в Европе, и теперь прибыла в Англию. И это явление действительно рассматривается на уровне правительственных организаций как угрожающая ситуация для страны, для ее деревьев и ландшафтов. Дания уже потеряла 90% всех своих деревьев ясеня, которые также сильно поражены этой болезнью и в других странах.

Угрожающую ситуацию во всем мире создает в наше время и распространение оомицетов из рода *Phytophthora* de Bary, живущих в почве. Почвообитающие фитофторы стали привлекать особо пристальное внимание не только фитофторологов, но и экологов, дендрологов, а также государственных структур, таких как USDA, когда стала проясняться их роль в разрушении целых экосистем по всему миру (Martin et al., 2012). После внезапной гибели на большой площади прекрасных дубняков на побережье Калифорнии в самом начале XXI века и определения возбудителя как *Phytophtora ramorum* Werres, De Cock et Man in't Veld (Rizzo et al., 2002) американские государственные и другие научные фонды выделили огромную сумму денег на изучение этих организмов. Большое финансирование дало ощутимый импульс в исследованиях почвообитающих фитофтор не только в США, Южной Америке, но и в Европе, породив всплеск работ, посвященных фитофторам, поражающим древесные породы, и их распространению. *Ph. ramorum* был уже известен как патоген, вызывающий гниль ветвей рододендронов и декоративных калин в Германии и Нидерландах (Werres et al., 2001). Оказалось, что *Ph. ramorum* распространен и в других штатах, поражая лесообразующие породы деревьев в природе и декоративные растения в питомниках (Garbelotto et al., 2003). Более того, *Ph. ramorum* поразила дубы и в Европе (Brasier et al., 2004).Менее, чем за четыре года был просеквенирован полностью геном этого вида, что явилось рекордом скорости расшифровки генома среди организмов (Nicholis, 2004).

Симптомами внезапной смерти дубов (SOD, Sudden Oak Death) являются язвы и разъедание ствола, обычно сопровождаемые истечением тёмно-красной или черной слизи, и частичным или полным отмиранием вышележащей кроны, и соответственно, всего дерева. Часто дерево усыхает вообще без всяких симптомов. В настоящее время способ лечения неизвестен, властями и экспертами по защите растений проводятся строгие превентивные меры как в Европейских странах, так и в Америке. В России *Ph. ramorum* объявлен карантинным объектом. Способствовать распространению этого вида могут такие популярные декоративные кустарники, как рододендроны (*Rhododendron sp.)* и калины (*Viburnum sp.)*, которые выращиваются и продаются в огромных количествах в питомниках и часто перевозятся на большие расстояния, далеко от их места происхождения и размножения. Так что это серьезнейший вопрос, адресованный интродукторам и древоводам (Grimshaw, Bayton, 2009).

Интенсивные исследования, начавшиеся в новом тысячелетии, выявили много новых видов рода *Phytophthora.* Так, к 1996 г. (более, чем за 120 лет изучения этого важного в экономическом отношении рода) было известно 54 вида (Erwin, Ribeiro, 1996), в 1999 г. описан еще один очень агрессивный вид на дубах *Ph. quercina* T.Jung (Jung et al., 1999) и стало 55, а между 2000 и 2007 , всего за 6 – 7 лет, описано более 50 новых видов рода *Phytophthora*! К настоящему времени описано около 140 видов и подтверждено около 120. Один из самых крупных фитофторологов мира, C.M. Brasier, предполагает, что через полтора-два десятилетия будет идентифицировано около 500 видов фитофтор, из них – практически все – почвообитающие, невидимая бессимптомная смерть для огромного количества растений, особенно, древесных (Brasier, 2009).

Таким образом, последние два десятилетия происходит переоценка экологической роли фитофтор, причем наблюдается явный сдвиг в количестве работ от экономически важных сельскохозяйственных видов в сторону почвообитающих фитофтор, патогенов древесных растений, поражающих природные экосистемы и парки. С 1999 г. начала работать Международная конференция по фитофторам в лесах и природных экосистемах (IUFRO International Conference “*Phytophthora* in forests and natural ecosystems”). На 6-ой конференции, проводимой в Испании в 2012 г., было сделано заключение, что в Европе за последние годы выделено более 40 новых видов рода *Phytophthora*, а поражено фитофторами более 770 000 деревьев на площади около 5.4 млн гектаров.

В настоящей работе мы попытались проанализировать все данные, полученные нами в исследовании больных и погибших растений и почвообитающих фитофтор в парке – дендрарии БИН РАН (Веденяпина и др., 2014а; Веденяпина и др., 2014б). Другой важной целью исследования было проследить общие тенденции изменения климата Санкт-Петербурга в настоящее время (по отношению к норме современного климата) в первые 13 лет XXI столетия и выявить связь климатических изменений с распространением почвообитающих фитофтор. Для анализа тепло-влагообеспеченности в Санкт-Петербурге в условиях современного климата (1980-2013 гг.) использованы данные метеостанции Санкт-Петербургского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями. Наблюдения за дендро-феноиндикаторами календаря природы Ладого-Ильменской территориально-феноиндикационной системы проводились по методике Н.Е. Булыгина (1979, 1982). Математическая обработка многолетних рядов наблюдений – по методике Г.Н. Зайцева (1984).

Результаты

Актуальность проблемы для Северо-Запада России и Ботанического сада РАН

Известно, что в Санкт-Петербурге, как и всюду в лесной зоне, основным фактором, ограничивающим интродукцию, является зимостойкость, определяемая через морозостойкость. При этом особенное значение для выживания и в целом для возможности культуры древесных интродуцентов здесь имеют аномально суровые зимы (Фирсов, Фадеева, 2009 а, б, в), которые во второй половине XX века повторялись в среднем раз в 10-15 лет (Фирсов, Фадеева, 2009 б). Небольшой возраст многих видов деревьев и кустарников объясняется тем, что они только и могли существовать в промежутке между аномально суровыми зимами, и даже могли плодоносить, а затем вымерзали и интродуцировались повторно. После каждой суровой зимы составлялись большие списки погибших и сильно обмёрзших деревьев и кустарников. Г.А. Фирсовым и И.В. Фадеевой (2009 в) после последней очень холодной зимы 1986-87 г. приводится список наиболее сильных повреждений в ботаническом саду БИН из 92 видов и разновидностей. В ту зиму 19 видов выпали из коллекции целиком, еще у 21 видов отмечена гибель части экземпляров. У многих растений обмерзли скелетные ветви, надземная часть до уровня снега или корневой шейки, 40 из них погибли на следующий год. Отпад продолжался и в последующие годы, как последействие той зимы.

В последние годы ситуация стала меняться. В таблице 1 приводится список (в алфавитном порядке латинских названий растений) засохших и усыхающих, больных и погибших деревьев и кустарников Парка-дендрария БИН по оценке их состояния в вегетационный сезон 2013 г. В список не включены деревья вязов (представители рода *Ulmus)*, погибшие от голландской болезни. Из представителей родов *Larix* (лиственница) и *Tilia* (липа) включены лишь несколько наиболее сильно

повреждённых и потерявших декоративность деревьев.

Таблица 1. Список засыхающих и погибших деревьев и кустарников Парка-дендрария Ботанического сада Петра Великого БИН РАН в 2013 г.

Название растений	Учас ток	Число шт.	Примечание
Acanthopanax simonii (Decne.) C.K. Schneid.	91	1	Посажен в 2010 г., вымерз после зимы 2012/13 г., был ослаблен.
Acer barbinerve Maxim.	24	1	Стал сохнуть после 2007 г., после теплых зим. К 2013 г. засохли скелетные ветви и более половины кроны. Вид зимостойкий, другие экземпляры этого вида в парке не пострадали.
Acer glabrum Torr.	133	1	Плодоносил и достигал 8,5 м высоты, к 2008 г. почти засох, в 2013 г. невысокий усыхающий куст, в вегетативном состоянии. Экземпляр на уч. 126 в хорошем состоянии.
Acer platanoides L.	19	1	Дерево в аллее. Сохнет с 2007 г. Возможно, достиг предельного возраста (110-120 лет). К 2013 г. засохла треть кроны.
Acer platanoides L.	35	2	Два рядом стоящих дерева, сохнет, около 40% кроны. Близко к Большой Невке, сильное антропогенное воздействие, интенсивное движение автотранспорта вдоль набережной.
Acer platanoides L.	55	1	К 2008 г. засохло 35% кроны, к 2013 г. - 70% кроны. Вероятно, из-за антропогенной нагрузки, дерево растет недалеко от набережной Большой Невки, из-за возросшего потока автотранспорта.
Acer platanoides L.	81	1	Дерево вдоль забора со стороны ул. профессора Попова, Сухое на 60%. Почва вокруг заасфальтирована, антропогенное воздействие.
Acer platanoides L.	122	1	Дерево молодое, еще не достигло предельного возраста. К 2009 г. засохла половина кроны, к 2012 г. почти сухое, к 2013 г. сухостой 100%.
Acer platanoides L.	131	1	Сухостой, дерево полностью засохло.
Acer platanoides L.	131	1	2008 г.: заметно усыхание. 2009 г.: наполовину сухой. 2013 г.: Засохло более 70% кроны
Acer ukurunduense Trautv. et C.A. Mey.	30	1	Сохнет последнее оставшееся из трёх деревьев. Остальные выпали раньше, одно засохло в 2007 г. Этот экземпляр из дерева превратился в куст и тоже усыхает.
Alnus rugosa (Du Roi) Spreng.	43	1	Сгнила у шейки корня и засохла.
Artemisia abrotanum L.	101	1	Посажена в 2002 г. Сопрела у шейки корня.
Berberis bretschneideri Rehd.	11	1	Засохло более половины кроны, заметно сохнет с 2007 г.
Berberis thunbergii DC. *'Aurea'*	131	1	Зимостойкий культивар, ранее не обмерзал, но в 2013 г. стал заметно сохнуть, первые признаки появились ещё раньше.
Betula x *aurata* Borkh.	2	1	Засохла полностью. Была засыпана землёй при поднятии уровня отметки этого участка парка.
Betula mandshurica (Regel) Nakai	133	1	Засохло одно дерево из трёх, ещё не достигло предельного возраста.
Betula pubescens Ehrh.	72	1	Верхушка засохла к 2009 г. Дерево убрано зимой 2012/13 г.
Calluna vulgaris (L.) Hull.	99	1	Сопрел у шейки корня. Вид местной флоры.
Cercidiphyllum magnificum (Nakai) Nakai	7	1	Засохло одно дерево из четырех, усыхание продолжается. Стал сохнуть в 2004 г. после ремонта газонов и подсыпки уровня земли.
Cornus mas L.	133	1	В 2009 г. погиб по неизвестной причине и был убран один куст. После зимы 2012/13 г. засох ещё один куст из двух оставшихся.
Cotoneaster megalocarpus M. Pop.	23	1	Заметно сохнет после тёплых зим с 2007 г. К 2013 г. засохло более половины кроны.
Daphne mezereum L.	132	1	В 2012 г. повреждён снеголомом при налипании мокрого снега. Гниёт в нижней части ствола, подлежит удалению. Вид местной флоры.
Deutzia amurensis (Regel) Airy-Shaw	133	1	Почти весь старый куст развалился из-за подгнивания корневой шейки подгнил у шейки корня – после ремонта газонов и подсыпки грунта в 2004 г. находился в яме. Остались отдельные живые

			порослевые побеги.
Erica scoparia L.	99	1	Посадка 2011 г. Сопрел у шейки корня.
Exochorda giraldii Hesse	51	1	Куст посажен в 2002 г. Погиб после зимы 2012/13 г., в предыдущие годы отмечалось подгнивание у корневой шейки.
Fraxinus quadrangulata Michx.	9	1	Посажен в 1998 г. Стал заметно сохнуть после теплой зимы в 2009 г., с увеличением количества осадков в Санкт-Петербурге. Место посадки сырое, на границе с низким затопляемым участком. Усыхание продолжается.
Kalopanax septemlobus (Thunb.) Koidz.	133	1	Постепенно сохнут скелетные ветви. Под ним идентифицирована фитофтора.
Larix decidua Mill.	140	1	К 2008 г. много сухих ветвей после теплых зим, к 2010 г. наполовину сухая, к 2013 г. крона сухая на 70%. Ещё одно дерево на этом участке засохло до 2013 года.
Larix sibirica Ledeb.	32	1	Старейший экземпляр в аллее. К 2013 г. постепенно засохло около половины кроны.
Ledum groenlandicum Oed.	100	1	В 2013 г. почти засох, причина неизвестна. Растущие в той же куртине рододендроны в нормальном состоянии.
Lonicera chrysantha Turcz. ex Ledeb.	26	1	Сохнет с 2008 г., к 2013 г. 50% кроны.
Lonicera involucrata (Richards.) Banks ex Spreng.	75	1	Засохло 70% кроны, подлежит удалению. (в 2009 г. засохшей было около половины кроны).
Lonicera involucrata (Richards.) Banks ex Spreng.	17	1	Куст разваливается, засохло более половины кроны, гниль у корневой шейки. Сравнительно молодое растение, посажено в 1998 г.
Lonicera tolmatchevii Pojark.	6	1	Признаки усыхания отмечены с 2005 г., усыхание продолжается, засохло более половины кроны. Вид зимостойкий, другие особи на питомнике в хорошем состоянии.
Lonicera xylosteum L.	51	2	Засохло более половины кроны, Вид местной флоры, другие кусты в парке в хорошем состоянии.
Padus avium Mill.	89	1	Быстро и внезапно засох летом 2013 г.
Persica vulgaris Mill. ‘Plena’	94	1	Посажен в 2009 г., вымерз после зимы 2012/13 г., слабо зимостойкий вид и культивар.
Philadelphus coronarium L.	6	1	До 2006 г. был в отличном состоянии, стал сохнуть в последние годы, к настоящему времени засохло 90% кроны, подлежит удалению.
Philadelphus pubescens Loisel.	126	1	Засохло более 80% кроны. Старый куст, в затенённом месте.
Picea gemmata Rehd. et Wils.	77	2	Оба дерева, посаженные в 1967 г., сохнут, заметно с 2012 г.
Pinus koraiensis Siebold et Zucc.	104	1	Начальные признаки усыхания.
Pinus mugo Turra	91	1	Стал сильно сохнуть с 2012 г. Зимостойкий вид.
Pinus mugo Turra	127	1	Сохнут отдельные ветви.
Pinus sibirica Du Tour	36	1	Одно из двух деревьев засохло по неизвестной причине после зимы 2011/12 г., удалено в 2013 г. У второго дерева начальные признаки усыхания (хвоя мелкая, минимальный прирост побегов, изреживание кроны).
Quercus robur L.	58	1	Как и многие другие деревья, засыхал очень постепенно. Относится к старейшим историческим экземплярам, аллейная посадка 1820-х гг. В 2008 г. засохшей было 65% кроны, в 2009 г. – 90%., в 2012 г. оставалась живой одна ветка, в 2013 г. засох окончательно.
Quercus robur L.	85	1	Сохнет в течение ряда лет (заметно с 2008 г.), к 2013 г. засохли все скелетные ветви и около половины кроны. Неоднократно намечался к удалению. Под ним в 2013 г. обнаружена *Phytophtora quercina.*
Rhamnus cathartica L.	18	1	Засохло 35% кроны. Вид местной флоры, вполне зимостойкий и приспособленный к местному климату.
Rhamnus cathartica L.	140	2	Оба дерева внезапно и быстро засохли летом 2013 г. Убраны зимой 2013/14 г. Вид местной флоры.
Ribes scandicum Hedl.	77	1	К 2010 г. засохло половина кроны, к 2013 г. живой осталась лишь небольшая часть кроны. Вид местной флоры.
Rhododendron ledebourii Pojark.	73	1	Первоначально было 3 экземпляра, в 2012 г. один из двух оставшихся был очень слабым, в 2013 г. засох

			окончательно. Последний также ослаблен, листья мелкие, прирост минимальный, есть усыхание.
Rhododendron ledebourii Pojark.	121	1	К 2013 г. почти засох, подлежит удалению (ранее был одним из лучших экземпляров).
Rhododendron ledebourii Pojark.	130	1	Почти засох и обрезан к 2012 г. (остались две нижние слабые ветви), окончательно погиб и убран в 2013 г.
Salix divaricata Pall. *'Baykalskaya Azhurnaya'*	131	1	Посажена в апреле 2012 г. В 2012 и начале 2013 г. была жива. Убрана в августе 2013 г. Не прижилась, или воздействие фитофторы.
Salix udensis Trautv. et C.A. Mey.	123	1	Дерево почти засохло и было удалено.
Sambucus nigra L.	126	1	Экземпляр почти засох к 2013 г.
Shepherdia argentea (Pursh) Nutt.	97	1	Повреждена в 2003 г. , при ремонте газонов попала в яму при подсыпке грунта. К 2013 г. заметно подгнила у корневой шейки.
x Sorbocotoneaster pozdnjakovii Pojark.	13	1	Сильно сохнет после 2008 г., в 2010 г. засохла одна из трех скелетных ветвей, в 2012 г. усыхание кроны 60%, в 2013 г. почти погиб (до 90% кроны), осталась одна слабая ветвь.
Sorbus koehneana C.K. Schneid.	131	1	Сгнила у шейки корня и упала в 2012 г. (кроме слабой поросли), убрана в 2013 г.
Sorbus reducta Diels	99	1	Засохла по неизвестной причине. Вид зимостойкий. Другой экземпляр того же образца на питомнике в нормальном состоянии.
Spiraea mongolica Maxim.	56	1	Куст подгнил у шейки корня и развалился.
Syringa yunnanensis Franch.	143	1	Стала заметно сохнуть после тёплых зим 2007-2008 г., к 2009 г. засохло около половины кроны, в 2013 г. – почти вся крона.
Tilia cordata Mill.	24	1	К 2008 усыхание 25% кроны, к 2013 г. – более трети кроны. Одно из старых деревьев парка. Растёт близко к Большой Невке, сильное антропогенное воздействие.
Viburnum edule (Michx.) Rafin.	139	3	Зимостойкий вид. Засох после зимы 2012/13 г.
Viburnum trilobum Marsh.	17	1	К 2008 г. отмечено много сухих ветвей в кроне, к 2012 г. почти погибла, куст удалён 25.07.13. Группа из трёх особей на 18 участке в нормальном состоянии.
Weigela x hybrida Jaeg.	24	1	Засохло более половины кроны, куст разваливается.
Weigela praecox (Lemoine) Bailey	145	1	Большая часть кроны засохла, подлежит удалению.

В таблицу 1 включены 73 экземпляра 54 видов и форм, относящихся к 37 родам 22 семейств. Из них только 3 вида *(Acanthopanax simonii*, *Exochorda giraldii*, *Persica vulgaris 'Plena')* можно отнести к вымерзшим. Остальные деревья и кустарники представляют местную флору (*Daphne mezereum*, *Quercus robur*, *Padus avium*, *Rhamnus cathartica, Ribes scandicum*) и устойчивые экзоты, которые до этого пережили без обмерзаний или с незначительными обмерзаниями ряд холодных зим (*Pinus mugo*, *Viburnum trilobum* и др.). Таким образом оказывается, что если ранее, в XX веке, основным фактором, ограничивающим культуру древесных растений в открытом грунте, была недостаточная морозостойкость, то в последние годы степень обмерзания уменьшается и нивелируется. Всё больше наблюдается случаев выпревания и вымокания, засыхания и даже гибели устойчивых ранее растений при гораздо более мягких зимах. При обычных визуальных фенологических наблюдениях причины корневых гнилей и гибели растений определить трудно или невозможно. Изреживание кроны, суховершинность, изъязвление ствола и ветвей, появление черных пятен, хлороз и вилт, внезапное усыхание - симптомы, сопровождающие гниль корней и корневой шейки, которые стали все чаще наблюдаться в Саду. Подобная патология древесных пород обычно объясняется абиотическими факторами – обморожением, вымоканием, выпреванием, воздействием высоких температур, загрязнением воздуха и т.п. Однако такие же симптомы характерны и для болезней растений, вызванных корнепоражающими почвообитающими оомицетами из рода *Phytophthora*. Считается, что более 66 % болезней тонких корней и более 90% всех гнилей корневой шейки вызываются видами рода *Phytophthora* (Jung, 2006). В предыдущей работе (Веденяпина и др., 2014а,б) мы показали, что в ризосферной почве многих растений Ботанического сада распространены популяции нескольких корнепоражающих видов фитофтор: *Ph. cinnamomi* Rands, *Ph. cactorum* (Lebert et Cohn) J. Schröt., *Ph. citricola* Sawada, *Ph. plurivora* T. Jung et T.I. Burgess и *Ph. quercina* T. Jung. Однако, во многих случаях причины гибели древесных растений остаются не вполне понятными из-за сложности взаимодействия биотических и абиотических факторов. Поэтому исследование почвообитающих

фитофтор в Ботаническом саду БИН нам представляется очень актуальным.

Результаты микологических исследований

Еще в начале 1990-х гг., более 20 лет назад, Е.Г. Веденяпиной были обследованы почвы Ботанического сада БИН в Санкт-Петербурге на присутствие оомицетов из рода *Phytophthora*. Ни в одном почвенном образце, взятом из ризосферы древесных растений с признаками какого-либо угнетения, фитофторы не обнаруживались. Но, как сказано выше, в начале XXI века в парке-дендрарии и дендропитомнике БИН увеличилось количество усыхающих и погибших деревьев и кустарников. Большая часть больных и погибших растений имеют симптомы, вызывающие подозрение на фитофтороз.

Из предварительного списка засыхающих и больных деревьев и кустарников, у которых были обнаружены визуальные повреждения, признаки увядания и корневые гнили, были отобраны некоторые образцы в качестве модельных, для более детальных исследований.

Образцы почвы отбирались в 12 повторностях: 1 раз в месяц, с мая по октябрь в течение двух вегетационных сезонов 2012 и 2013 гг. Всего было взято и исследовано в динамике 29 почвенных образцов из питомника и парка-дендрария. Из этих образцов ризосферных почв нами было выделено и морфологически изучено 218 изолятов, принадлежащих роду *Phytophthora*. Ряд из них для подтверждения морфологической идентификации был подвержен молекулярному анализу. Идентифицировано было 5 видов (Веденяпина и др. 2014а).

В 2011 г. из почвы ризосферы усыхающего *Rhododendron* sp., произрастающего в дендропитомнике, была выделена культура оомицета, по морфолого - культуральным характеристикам полностью соответствующая виду ***Ph. cinnamomi.*** Морфологически вид *Ph. cinnamomi* очень хорошо очерчен, идентификация была подтверждена молекулярными методами на основании сравнения нуклеотидных последовательностей участка ITS1-5.8S-ITS2. *Ph. cinnamomi* впервые был описан Рэндсом как возбудитель полосатого рака коричника *Cinnamomum burmannii* в Бирме (Rands, 1922). Сейчас этот вид считается убиквитным, имеющим необычайно широкий круг растений-хозяев – более 1500 видов (Zentmyer, 1980; Erwin, Ribeiro, 1996), и одним из самых опасных для природных лесных экосистем.

Необходимо отметить, что *Ph. cinnamomi* впервые обнаружен в открытом грунте Северо-Западного региона нашей страны и вообще России. В основном, этот патоген – обитатель почв в мягком морском климате, большей частью южных приморских районов. В Советском Союзе этот патоген лесных древесных пород был довольно широко распространен в каштановых лесах Абхазии и в лесо-парковых насаждениях Черноморского побережья Кавказа (Гаршина, 1959; Шишкина, 1965; Веденяпина, 1985а, 1985б). Погибающий *Rhododendron sp.* был удален и в 2012 г. заменен на *Rh. schlippenbachii.* В течение двухлетнего мониторинга *Phytophthora cinnamomi* более не выделялся. Возможно, *Rhododendron sp.* изначально был поражен этим особо опасным фитопатогеном, и выделение его из ризосферной почвы *Rh. schlippenbachii* случайно. Несколько лет назад мы исследовали *Ph. cinnamomi* в оранжереях БИНа, где наблюдалась гибель рододендронов и эрик в результате распространения этого вида в грунте (Веденяпина, 2010; Веденяпина, Варфоломеева, 2012). Однако, неизвестно, может ли *Ph. cinnamomi* в открытом грунте пережить морозные зимы, сохранив пропагулы и весь свой довольно сложный почвенный цикл (Веденяпина, 1992). После удаления хозяина уровень численности популяций этого вида в почве мог быстро упасть до неопределяемых величин, или вид мог полностью элиминировать.

В образцах из ризосферы *Betula utilis* D. Don, *Cotoneaster megalocarpus*, *Sorbocotoneaster pozdnjakovii*, *Kalopanax septemlobus*, *Larix decidua*, *Sorbus koehneana*, *Salix udensis* обнаружен вид ***Ph. cactorum*** (рис.1). Этот вид фитофторы впервые был описан в Германии как *Peronospora cactorum* на гниющих стеблях кактуса (Lebert, Cohn, 1870). Сегодня этот вид известен как возбудитель фитофторозов многих травянистых и древесных растений (Erwin, Ribeiro, 1996) в умеренных климатических зонах. В России он обнаружен на землянике, на корнях малины и на плодовых культурах, в основном – яблонях (Козаева, 1995; Александров, Головин, 2007; Говорова, Говоров, 2010).

Рисунок 1. Гниль у шейки корня *Sorbus koehneana* и опадающие зооспорангии *Phytophthora cactorum*, образующиеся в почве ризосферы растения.

Picture 1. Collar root rot of *Sorbus koehneana,* and caducous zoosporangia of *Phytophthora cactorum* forming in plant's rhizosphere.

Изоляты комплекса ***Ph. citricola*** обнаружены в большинстве образцов ризосферной почвы (рис.2). Первоначально описанный как возбудитель гнили плодов цитрусовых на Тайване (Sawada, 1927), этот вид сейчас отмечается широко по всему миру как причина корневой гнили, гнили корневой шейки и сочащегося рака стволов многих древесных пород (Erwin, Ribeiro, 1996). Последнее время, благодаря применению молекулярных методов, стало ясно, что *Ph. citricola* представляет собой комплекс «скрытых видов», практически неразличимых морфологически, но разделенных генетически (Bhat, Browne, 2007; Gallegly, Hong, 2008). На объектах парка БИН этот комплекс видов встречается наиболее часто. На основании изучения молекулярных характеристик из комплекса выделены два вида – ***Ph. citricola*** sensu stricto и недавно описанный вид ***Ph. plurivora*** (Jung, Burgess, 2009).

Рисунок 2. Усыхание кроны *Sorbocotoneaster pozdnjakovii*, неопадающие зооспорангии *Phytophthora citricola*, образующиеся в почве ризосферы растения и выход зооспор.

Picture 2. Decline of crown of *Sorbocotoneaster pozdnjakovii*, noncaducous zoosporangia of

Phytophthora citricola, forming in rhizosphere, and zoospore release.

Интересно, что оба вида занимают одну и ту же нишу, встречаясь в наших исследованиях часто в одном и том же образце почвы (Веденяпина и др.,2014б). По литературным данным (Jung, 2009; Scott et al., 2009) и тот, и другой вид вызывает деструкцию тонких корней, гниль корневой шейки и сочащийся рак ствола. *Ph. plurivora,* однако, известен пока как более агрессивный патоген природных деревьев, в то время как *Ph. citricola* обладает более широким кругом хозяев, включая и садовые растения (Zentmyer et al., 1974).

Неожиданной находкой в наших исследованиях оказалось выделение *Ph. quercina* из ризосферной почвы *Quercus robur* – вида местной флоры, который составляет основу древостоя Парка-дендрария. *Ph. quercina* описан в 1999 г. в результате 3-х летнего изучения изолятов почвообитающих фитофтор из усыхающих дубняков центральной и южной Европы (Jung et al., 1999). Его статус как самостоятельного вида в роде *Phytophthora* подтвержден молекулярными исследованиями (Cooke et al., 1999). С начала 90-х годов XX века фитофтороз корневой системы дубов представляет большую проблему в Европе, вызывая гибель ценных лесных и парковых экосистем. Многие исследователи обнаруживали в ризосфере усыхающих дубов разные виды почвообитающих фитофтор. Они обладают широким кругом растений-хозяев, и только *Ph. quercina* – узко специализированный и агрессивный к представителям рода *Quercus* вид. Кроме центральной и южной Европы, обнаружен в Азии (Balci, Halmschlager, 2002) и в лесах Миссури, США (Schwingle, Juzwik, 2007), на широте Санкт - Петербурга отмечается впервые (Веденяпина и др.2014а).

Данные экологического исследования распространения фитофтор в почве показали, что самое широкое распространение в почве Ботанического сада имеет вид *Ph. citricola,* часто сопровождаемый *Ph. cactorum* и *Ph. plurivora,* также имеющих высокую частоту встречаемости (Веденяпина и др., 2014б).

Ризосфера каких же древесных растений в парке-дендрарии БИН содержит опасных обитателей – фитофтор? Из 29 исследованных почвенных образцов 28 были взяты в ризосферной зоне, у корневой шейки растений, и один – на газоне, в 2 м от дерева *Salix udensis*. В 22 случаях образцы содержали указанные и неидентифицированные виды рода *Phytophthora,* что составляет 78 % от всех взятых образцов. Заражённые образцы представляют собой ризосферную почву 20 видов деревьев и кустарников, относящихся к 15 родам из 13 семейств. Это *Betula utilis, Cotoneaster megalocarpus, Kalopanax septemlobus, Larix decidua, Liriodendron tulipifera* L.*, Lonicera tolmatchevii, Quercus robur, Rhamnus cathartica, Rhododendron brachycarpum* D. Don, *Rh. maximum* L., *Rh. metternichii* Siebold et Zucc.*, Rh. schlippenbachii, Rh. soulei* Franch., *Salix udensis, Shepherdia argentea, Sorbocotoneaster pozdnjakovii, Sorbus koehneana, Tripterygium regelii* Sprague et Takeda*, Ulmus japonica* (Rehd.) Sarg., *U. laevis* Pall. Таким образом, очевидно, что фитофторы широко распространены в почве Парка БИН).

Betula utilis получена семенами от Лорда Ховика, из экспедиции английских ботаников в провинцию Сычуань Китая. С одной стороны, это показывает, что гряда питомника и почвы сектора «Д», где росла эта берёза (позже высаженная в Парк) – потенциально заражённые и нуждаются в обработке. С другой стороны, следует обратить внимание на берёзы Парка, этот род – один из самых важных в коллекции. Среди берёз уже были случаи гибели и усыхания отдельных деревьев (табл. 1). Очевидно, что *Ulmus japonica* мог погибнуть не только от голландской болезни вязов, но и от фитофтороза. *Kalopanax septemlobus, Lonicera tolmatchevii* и *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* редкие виды, как в природе, так и в культуре, входят в Красную книгу Российской Федерации. Нахождение фитофтор в ризосфере рябин может иметь большое экономическое значение, так как это важная плодово-ягодная культура в Европейской части России и других регионах. *Cotoneaster megalocarpus* и *Shepherdia argentea* – ксерофильные виды засушливых областей Земного шара. Очевидно, они более уязвимы для корнепоражающих фитофтор и менее адаптированы к климату Санкт-Петербурга, чувствительны к избыточному увлажнению и требуют хорошего дренажа при выращивании.

Очаги максимальной численности фитофтор отмечены в ризосфере *Salix udensis, Lanicera tolmachevii, Cotoneaster megalocarpus, Sorbocotoneaster pozdnjakovii и Rhamnus cathartica*, что совпадает с тяжелым течением болезни и гибелью растения.

Наши данные также показали, что в течение вегетационного сезона относительная численность

фитофтор претерпевала флуктуации. Жизнь популяции фитофтор в ризосфере разных видов растений различна – со своими вспышками численности и падениями ее до неопределяемых величин. Это объясняется тем, что фитофторы являются эфемерными организмами, которые могут быстро замещаться в тканях хозяина и в почве другими микроорганизмами. Их популяции могут флуктуировать от неопределяемых величин до высокой плотности за очень короткое время. Высокая численность образуется за счет моментального развития в условиях свободной влаги бесполого спороношения и образования массы подвижных инфекционных единиц – зооспор. Фитофторы в целом остаются активными в течение всего вегетационного сезона и часто в ризосфере одного растения имеют несколько максимумов численности. Такая активность увеличивает адаптационные свойства популяции. Большое значение для адаптации имеет и тот факт, что все виды фитофтор, за исключением *Ph. cinnamomi*, гомоталличны и легко в массе образуют ооспоры, способные переживать неблагоприятные условия и быстро прорастать при наступлении благоприятных (Веденяпина и др., 2014а). Подсчёт общей численности фитофтор по Ботаническому саду также показал, что максимальная численность фитофтор в почве за оба года мониторинга приходится на июль, а ее снижение приходится на сентябрь - октябрь. Удивительно, но даже в октябре фитофторы остаются активными.

Отчего же произошло столь быстрое и широкое завоевание почв фитофторами, которые ранее не отмечались в Северо – Западном регионе России? Известно, что климат на планете существенно и быстро меняется. Если за 100 лет метеонаблюдений средняя температура воздуха на планете возросла на 0.74°С, то к концу XXI века температура Земли может повысится от 1.8° до 4.6°. В нашей стране только с 1990 по 2000 г. рост температуры составил 0.4°С. К середине века прогнозируется потепление почти на 2° (Российский региональный экологический центр). Подобные изменения не могут не сказаться на биологической среде. Повышение температуры и влажности может привести к изменению ареалов различных видов и, как следствие, – к изменению распространения различных возбудителей болезней растений (Левитин, 2012; Garrett et al., 2006; Luck et al., 2011).

Таким же образом и быстрое расширение ареалов почвообитающих фитофтор и их адаптационная способность в настоящее время определяется двумя основными факторами: 1) резкое увеличение международной торговли растениями, латентное поражение корневой системы которых фитофторами может быть незаметным; 2) существенное и быстрое изменение климата с повышением температуры, увеличением осадков и повышением влажности воздуха и почвы неизбежно воздействуют и на активность, жизненный цикл и сохранение патогенных организмов (Brasier, 2008; Jung et al., 2009).

Метеорологическая и фенологическая ситуация в Санкт-Петербурге в начале XXI века и условия тепло-влагообеспеченности в 2012-2013 гг.

Большинство экспертов, основываясь на результатах обработки данных многолетних инструментальных наблюдений, считают, что климат нашей планеты меняется, и это стало особенно заметно в последние десятилетия. Повышение температур и изменение осадков влекут за собой появление как новых инвазивных видов, так новых болезней и вредителей. Всё больше видов растений мировой флоры становятся редкими и исчезающими. Изменения климата оказывают существенное влияние как на биоразнообразие флоры нашей планеты, так и на состав коллекций ботанических садов, доминируя в их политике и практической деятельности. Адаптацию видов и целых экосистем к изменениям климата затрудняет влияние на окружающую среду антропогенного фактора. В результате многим экспертам кажется неизбежной катастрофическая потеря биоразнообразия (Anderson, Wyse Jackson, 2009; Grabherr, 2009; Hanski, 2009), если изменения глобального климата действительно будут иметь место в ближайшие десятилетия, как это предсказывают климатологи. По оценке экспертов, треть всей флоры мира, около 100 тысяч видов, могут оказаться под угрозой исчезновения, и модели будущего распространения растений показывают, что при изменении климата эта цифра значительно увеличится (Oldfield, 2009). В выводах (2007 г.) экспертов межправительственной организации *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* отмечены ключевые моменты: потепление климатической системы не вызывает сомнений; большинство случаев из наблюдаемого возрастания глобальных средних температур с середины XX века весьма вероятно происходит из-за очевидного увеличения парниковых газов в атмосфере, вызванного антропогенным воздействием в результате человеческой деятельности; антропогенное потепление и поднятие уровня мирового океана продолжится еще в течение столетий, даже если бы концентрация парниковых газов стабилизировалась (хотя параметры возрастания температуры и поднятия уровня океана в

значительной степени зависят от активности мировой цивилизации по использованию ископаемых источников энергии в течение следующего столетия); вероятность того, что это обусловлено только естественными климатическими процессами, составляет менее 5%; в течение XXI столетия глобальные температуры могут возрасти на уровень от 1,1° до 6,4° С; всё более частыми могут стать аномальные явления – проливные дожди и тропические циклоны, повторяющиеся промежутки жаркой погоды, засухи, экстремально высокие морские приливы и др.; как прошлая, так и будущая эмиссия двуокиси углерода в атмосферу антропогенного происхождения будет вносить свой вклад в потепление климата и поднятие уровня мирового океана еще на протяжении более чем тысячелетия; глобальные концентрации в атмосфере двуокиси углерода, метана и окиси азота в результате человеческой деятельности заметно возросли с 1750 г. и достоверно превзошли уровень доиндустриальной эпохи [http://www.ipcc.ch]. Основные выводы, изложенные в Резюме для политиков Рабочей группы II Межправительственной группы экспертов по изменению климата (Израэль, Семёнов, Анисимов и др., 2007, с. 7), таковы: «Для всех континентов и большинства океанов данные наблюдений свидетельствуют о том, что в конце XX века многие естественные системы оказались затронутыми региональными изменениями климата, особенно изменениями температуры». В четвёртом оценочном докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата отмечено, что в конце XX – начале XXI века происходит уменьшение устойчивости грунтов в районах вечной мерзлоты; более раннее наступление таких весенних явлений, как распускание листьев, миграция птиц и кладка яиц; сдвиг ареалов растений и животных в направлении полюсов и больших высот.

На основе самых длинных в России рядов инструментальных метеорологических наблюдений Г.С. Голицыным и др. (2004) получены оценки измерений приповерхностной температуры воздуха в районе Санкт-Петербурга в XIX – XXI вв. с использованием результатов численных расчетов с моделями общей циркуляции атмосферы и океана при увеличении в атмосфере парниковых газов. При анализе данных инструментальных наблюдений до 2000 г. отмечен общий рост температуры, особенно значительный зимой, и общее увеличение количества осадков, особенно в холодную часть года. В прогностическом анализе в XXI веке, до 2099 г., при антропогенном сценарии увеличения содержания парниковых газов в атмосфере модельные среднегодовые тренды региональной температуры примерно вдвое превышают оценку тренда по данным наблюдений в Санкт-Петербурге со второй половины XIX в. до конца XX в. Со второй половины XXI столетия среднегодовая температура, по мнению авторов, будет неуклонно и более быстрыми темпами возрастать, и к концу века может превзойти рубеж 8-9°, а в отдельные годы превысит 10°.

Среднегодовая температура воздуха в Санкт-Петербурге за первые 13 лет XXI столетия (2001-2013 гг.) возросла на 0,5° и достигла 6,3°. Рекордно тёплым за весь период наблюдений с 1743 г. был декабрь 2006 г. (3,0°), июль 2010 г. (24,4°) и ноябрь 2013 г. (4,4°), очень высокой и близкой к рекордной была температура и в ряде других месяцев начала третьего тысячелетия. Среднеминимальная температура воздуха, на которой основывается выделение зон зимней устойчивости древесных растений в странах умеренного климата, за этот период стала теплее и изменилась с -23,0° до -22,6°.

Особенности 2012 и 2013 гг. – тёплые летние сезоны при прохладной весне и позднем её начале. В 2012 г. среднегодовая температура близка к норме, четыре месяца можно отнести к категории «тёплых»: май, июль, сентябрь и ноябрь (последний очень тёплый, на 2,9° теплее нормы). И только 2 месяца – «холодные» (февраль и декабрь). Год 2013 его превосходил по теплообеспеченности. Среднегодовая температура была одной из самых высоких за период наблюдений (7,1°). Тёплыми были 7 месяцев года. При этом ноябрь 2013 г. (4,4°) был рекордно тёплым за весь период наблюдений – на 4,4° выше нормы. Положительной была температура воздуха в декабре, что вызвало рост, развитие и цветение ряда растений. Очень высокой была температура июня (19,8°) – на 4,0° выше нормы. Довольно высокой была температура в мае – 14,4° (на 3,3° выше нормы). Холодным был только март 2013 г. (-6,6°), что на 5,3° холоднее нормы.

Эффект потепления климата со сдвигом климатических зон к северу до настоящего времени воспринимался в подавляющем большинстве случаев как полезный, поскольку возрастание температур позволяет выращивать в открытом грунте гораздо большее число теплолюбивых видов, что наблюдается и в Санкт-Петербурге (Фирсов, Фадеева, Волчанская, 2010). Но это оказывается полезным не для всех видов растений и не всегда. С недавнего времени в Санкт-Петербурге стала

распространяться голландская болезнь вязов (офиостомоз), вызываемая грибом *Ophiostoma ulmi* (Buisman) Melin et Nannf. – настоящая экологическая катастрофа конца XX века. Активными переносчиками возбудителя этой болезни являются вязовые заболонники. Вероятно, в результате потепления климата, сместилась северная граница их ареала. В Санкт-Петербурге очаги размножения струйчатого заболонника *Scolitus multistratus* Marsch регистрируются с 1998 г. (Дорофеева, 2008). А с 2001 г. здесь появился и заболонник-разрушитель *Scolitus scolitus* F., что привело к массовой гибели от офиостомоза деревьев рода *Ulmus*. В Парке-дендрарии БИН за последние годы по этой причине пришлось удалить большинство деревьев разного возраста и разных видов вяза – прежде всего *Ulmus glabra* Huds. и *U. laevis* Pall. Поражены и почти все оставшиеся деревья вязов, которые тоже, очевидно, придётся удалять. В наших исследованиях (Веденяпина и др., 2014 а; Веденяпина и др., 2014 б) в ризосфере *Ulmus laevis*, растущего в питомнике и имеющего симптомы прогрессирующего усыхания, обнаружены *Ph. citricola* и *Ph. plurivora*. Это опасные корнепоражающие патогены, вызывающие гибель многих древесных пород по всему миру (Martin et al., 2012). Возможно, голландская болезнь вязов появилась в парке БИН примерно в те же сроки, что и фитофторы. Оценить воздействие фитофтор на парковую культуру Санкт – Петербурга – и близлежащие лесные массивы – совместный долг микологов и дендрологов.

Повышение теплообеспеченности сопровождалось увеличением количества осадков, что может быть положительным фактором для фитофтор, так как для образования в почве бесполого спороношения в виде подвижной стадии зооспор, резко увеличивающего численность популяции, необходимо наличие свободной влаги. На XXI век приходятся 3 года с наибольшим количеством осадков, в четырёх случаях годовое их количество превысило 800 мм, год 2012 был рекордным за весь период наблюдений с 1741 г. (863 мм), мало уступает ему 2003 г. (842 мм) (рис.3). Рекордное количество осадков в январе (82 мм) пришлось на 2010 г., в мае (127 мм) – на 2003 г., в ноябре (118 мм) – на 2010 г. Среднегодовое количество осадков за 13 лет XXI века – 701 мм – по сравнению с «нормой климата» за 30-летие 1980-2009 гг. (657 мм) увеличилось на 7%. За последние 5 лет (2009-2013 гг.) наблюдается ещё большая тенденция к их увеличению (756 мм).

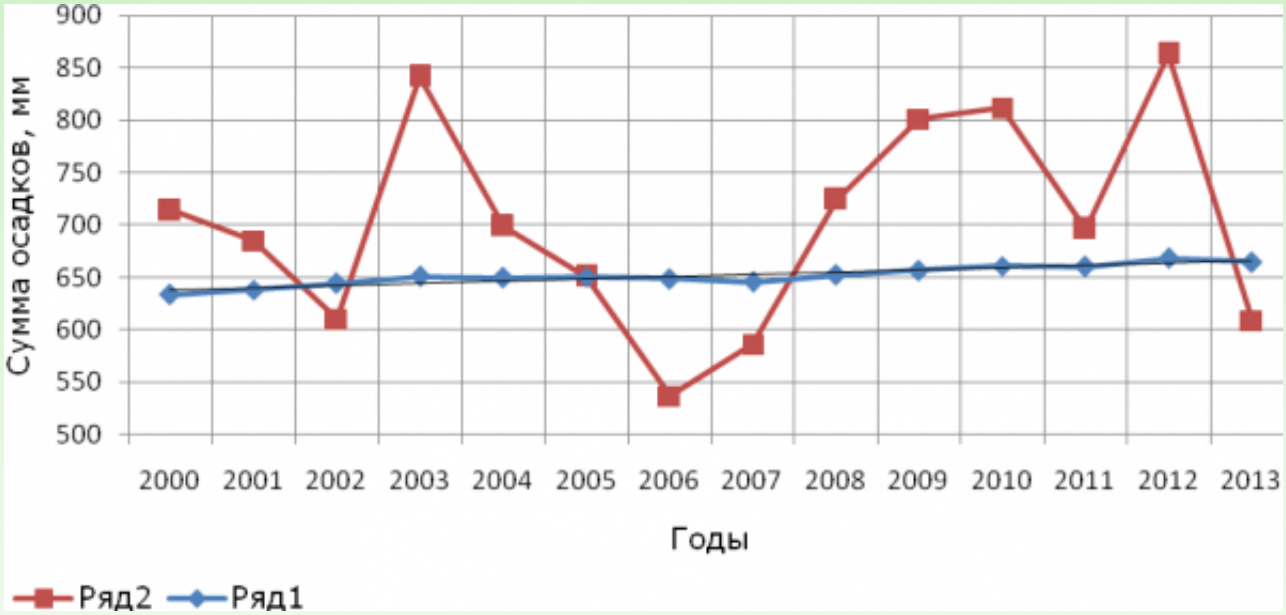

Рисунок 3. Годовое количество атмосферных осадков в Санкт-Петербурге с 2000 по 2013 гг. Ряд 1: Скользящие 30-летние средние значения годового количества осадков. Ряд 2: Годовое количество осадков (2000-2013 гг.).

Picture 3. Annual amount of precipitation in Saint-Petersburg (2000-2013). Line 1: Sliding 30-year average data of annual precipitation. Line 2: Annual amount of precipitation in 2000-2013.

Избыток осадков в виде дождя способствует массовому размножению болезней. Например, увеличение влажности и дождливой погоды способствует развитию грибных заболеваний, таких как

мучнистая роса листьев. Её появление отмечено даже на видах, ранее не поражавшихся этой болезнью. Так, массовое поражение мучнистой росой листьев *Quercus robur* в последние годы стало обычным явлением. Увеличение количества твердых осадков в зимние месяцы с одной стороны благоприятно, так как высокий снежный покров способствует лучшей перезимовке низкорослых растений и служит защитой более теплолюбивым видам. С другой стороны, участились случаи снеголома. Для Ботанического сада БИН, территория которого находится на острове в дельте Невы на высоте всего 2-3 м над уровнем моря, очень неблагоприятно поднятие уровня грунтовых вод, что имеет место весной при таянии большого количества снега. Многие виды деревьев и кустарников к этому чувствительны. В последние годы в парке-дендрарии БИН имели место случаи падения взрослых деревьев *Quercus robur, Tilia x europaea* L., *Juglans cinerea* L., у которых оказалась подгнившей корневая система. В этих случаях также необходимо провести исследование на обнаружение фитофтор и выявить взаимодействие биотических и абиотических факторов. В случае теплых зим снежный покров может быть непостоянным, периодически появляться и стаивать в оттепели. Некоторые низкорослые и стелющиеся кустарники, которые раньше были вполне зимостойкими, стали из-за этого в той или иной степени обмерзать (*Microbiota decussata* Kom.).

Тенденцию к потеплению климатической системы в Санкт-Петербурге подтверждают и дендро-феноиндикаторы календаря природы, которые очень чутко реагируют на изменение теплообеспеченности. В таблице 2 приводятся даты наступления феноэтапов года в 2012 и 2013 гг. по календарю природы Ботанического сада БИН (Фирсов, Фадеева, 2013) в сравнении со среднемноголетними значениями за 30-летие 1980-2009 гг. Обозначения феноэтапов года приводятся по Н.Е. Булыгину (1982): ПВ – предвесенье, СТ – снеготаяние, ОВ- оживление весны, РВ – разгар весны, НЛ – начало лета, ПЛ – полное лето, СЛ – спад лета, НО – начало осени, ЗО – золотая осень, ГО – глубокая осень, ПЗ – предзимье, ПРз – первозимье (начало зимы). Индексы при субсезонах означают номера феноэтапов года. Даты наступления феноэтапов года подразделены на 3 группы: ранние, идущие с опережением среднемноголетних сроков (Р), «нормальные» или средние (Н) и поздние, наступающие с опозданием от нормы (П), при норме $X=\pm 3m_x$ (при доверительном уровне Р=0,99).

Таблица 2. Сезонное развитие природы в парке-дендрарии БИН РАН в Санкт-Петербурге в 2009-2013 гг.

Феноэтап года	$X\pm S_x$ (1980-2009)	2012	2013	Среднее, 2009-2013	феноаномалия 2009-2013
ПВ	3.03±4,0	11.03 (Н)	24.03 (П)	12.03 (Н)	+9
Весна					
СТ1	15.03±3,0	2.04 (П)	4.04 (П)	31.03 (П)	+16
СТ2	26.03±2,3	9.04 (П)	9.04 (П)	5.04 (П)	+10
ОВ1	03.04±2,4	11.04 (П)	16.04 (П)	10.04 (Н)	+7
0В2	22.04±1,5	24.04 (Н)	27.04 (Н)	23.04 (Н)	+1
РВ1	02.05±1,3	7.05 (П)	8.05 (П)	4.05 (Н)	+2
РВ2	14.05±1,4	13.05 (Н)	14.05 (Н)	14.05 (Н)	0
РВ3	24.05±1,2	20.05 (Н)	22.05 (Н)	21.05 (Н)	-3
Лето					
НЛ1	04.06±1,1	1.06 (Н)	31.05 (Р)	31.05 (Р)	-4
НЛ2	17.06±1,2	15.06 (Н)	14.05 (Н)	16.06 (Н)	-1
ПЛ1	29.06±1,1	1.07 (Н)	24.06 (Р)	28.06 (Н)	-1
ПЛ2	08.07±1,3	8.07 (Н)	30.06 (Р)	4.07 (Н)	-4
ПЛ3	16.07±1,3	15.07 (Н)	12.07 (Н)	14.07 (Н)	-2
СЛ1	29.07±1,6	22.07 (Р)	21.07 (Р)	22.07 (Р)	-7
СЛ2	11.08±1,2	11.08 (Н)	8.08 (Н)	12.08 (Н)	+1
Осень					
НО1	29.08±0,9	28.08 (Н)	1.09 (Н)	31.08 (Н)	+2
НО2	11.09±1,0	10.09 (Н)	11.09 (Н)	11.09 (Н)	0
ЗО1	20.09±1,1	17.09 (Н)	20.09 (Н)	20.09 (Н)	0
ЗО2	04.10±0,9	3.10 (Н)	6.10 (Н)	5.10 (Н)	+1
ГО1	17.10±0,9	23.10 (П)	13.10 (Р)	19.10 (Н)	+2
ГО2	24.10±1,0	29.10 (П)	1.11 (П)	30.10 (П)	+6
ПЗ	9.11±2,9	28.11 (П)	11.01 (П)	9.12 (П)	+30
Зима					
ПРз	19.11±3,5	28.11 (Н)	11.01 (П)	14.12 (П)	+25

Из данных таблицы 2 видно, что за период 2009-2013 гг. наблюдается тенденция более позднего наступления осенних феноэтапов года, особенно со второго этапа «глубокой осени», а также более

позднее начало зимы. Весенние феноэтапы, до первого феноэтапа «оживления весны» включительно, также наступают позже. Летние феноэтапы, с «предлетья» до первого этапа «спада лета» имеют тенденцию к более раннему наступлению. Такие же тенденции наблюдаются и в два последних года, в 2012 и 2013 гг., когда брались образцы почв на детекцию фитофтор. В 2013 г. как положительные, так и отрицательные феноаномалии были более выраженными. Такие изменения непременно сказываются на жизнедеятельности фитофтор, что приводит к накоплению инфекции в почве в виде ооспор.

За первые 13 лет XXI века продолжительность фенологического лета удлинилась на 4 сут., осени - на 12 сут., весна сократилась на 11 сут. Зима сократилась на 5 сут. (со 116 до 111 сут.), хотя по прежнему является самым длительным сезоном года (30%), вторым сезоном года по продолжительности становится осень - 94 сут. (26% года). Поэтому неудивительно, что фитофторы в нашем исследовании 2012 – 2013 гг. были активны все время мониторинга – с мая до конца октября. Распространению фитофтор способствует возрастание количества осадков, ослабление морозов, увеличение вегетационного сезона и летних температур, сокращение зимнего периода и связанное с этим уменьшение промерзания почвы.

Уже сейчас повышение температур, изменение количества осадков и удлиняющийся вегетационный сезон сказываются на изменении приемов и методов в практике садоводства. Например, зимы Западной Европы стали недостаточно холодными для прохождения естественной стратификации семян ряда видов древесных растений (Grimshaw, Bayton, 2009). Изменение климата потребует пересмотра ассортимента перспективных для озеленения городов и населенных мест древесных растений (Фирсов, Фадеева, 2009 г), с учетом их устойчивости к болезням и вредителям. Признаётся, что воздействие почвенных грибов на растения при изменениях климата - пока что один из наименее изученных факторов (Jebb, 2009). И очень важную проблему представляют в этом отношении почвообитающие фитофторы, практически не изучавшиеся в нашей стране. Особенно уязвимы к климатическим изменениям редкие и исчезающие виды растений, которые обладают узкой экологической амплитудой к изменениям среды. Поскольку всё больше видов мировой флоры становятся уязвимыми, сокращаются их ареалы и численность природных популяций, многие ботанические сады в разных странах пересматривают свои коллекции, чтобы они в большей степени служили целям сохранения биоразнообразия.

Заключение

В первые годы третьего тысячелетия в условиях изменений климата в парке-дендрарии Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН отмечается возрастание повреждений и гибели древесных растений от выпревания, вымокания и усыхания. В результате 2-х летних исследований в 2012-2013 гг. ризосферной почвы больных и здоровых растений на присутствие фитофтор было обнаружено широкое распространение этих фитопатогенов и идентифицировано пять видов рода Phytophthora. Это почвообитающие корнепоражающие виды, представляющие большую опасность для интродуцированной и адвентивной дендрофлоры Санкт-Петербурга, при этом Ph. citricola, Ph. plurivora и Ph. quercina впервые отмечены в Российской Федерации. Ph. quercina известен в центральной и южной Европе, на широте Санкт-Петербурга ранее отмечен не был.

Заражение ризосферной почвы фитофторами выявлено у 20 видов деревьев и кустарников. Среди них - Quercus robur и Rhamnus cathartica – виды местной флоры, из которых первый составляет основу древостоя Парка-дендрария. Kalopanax septemlobus, Lonicera tolmatchevii и Sorbocotoneaster pozdnjakovii редкие виды, как в природе, так и в культуре, входят в Красную книгу Российской Федерации. Нахождение фитофтор в ризосферной почве рябин может иметь большое экономическое значение, так как это важная плодово-ягодная культура. Cotoneaster megalocarpus и Shepherdia argentea – ксерофильные виды засушливых областей Земного шара. Очевидно, они более уязвимы к почвообитающим патогенам и чувствительны к избыточному увлажнению. Нахождение фитофтор в ризосфере Betula utilis заставляет обратить внимание на берёзы Парка, так как этот род – один из самых важных в коллекции, и среди берёз уже наблюдались случаи гибели и усыхания отдельных деревьев. Очевидно, что Ulmus japonica мог погибнуть не только от голландской болезни вязов, но и от Ph.spp.

Среднегодовая температура воздуха в Санкт-Петербурге за первые 13 лет XXI столетия (2001-2013 гг.) возросла на 0,5о и достигла 6,3о. Рекордно тёплым за весь период наблюдений с 1743 г. был декабрь 2006 г. (3,0о), июль 2010 г. (24,4о) и ноябрь 2013 г. (4,4о), очень высокой и близкой к рекордной была температура и в ряде других месяцев начала третьего тысячелетия.

Среднеминимальная температура воздуха, на которой основывается выделение зон зимней устойчивости древесных растений в странах умеренного климата, за этот период стала теплее и изменилась с -23,0о до -22,6о. На XXI век приходятся 3 года с наибольшим количеством осадков, в четырёх случаях годовое их количество превысило 800 мм, год 2012 был рекордным за весь период наблюдений с 1741 г. (863 мм). За последние 5 лет (2009-2013 гг.) наблюдается ещё большая тенденция к их увеличению (756 мм).

За этот же период времени продолжительность фенологического лета удлинилась на 4 сут., осени - на 12 сут., весна сократилась на 11 сут. Зима сократилась на 5 сут. (со 116 до 111 сут.), хотя по прежнему является самым длительным сезоном года (30%), вторым сезоном года по продолжительности становится осень - 94 сут. (26% года). Распространению фитофтор способствует возрастание количества осадков, ослабление морозов, увеличение вегетационного сезона и летних температур, сокращение зимнего периода и связанное с этим уменьшение промерзания почвы.

Необходимо изучать болезни древесных растений, активнее осваивать многолетний интродукционный опыт ботанических садов Санкт-Петербурга и внедрять в урбанофитоценозы города новые толерантные виды и формы деревьев и кустарников, которые помогут улучшить среду обитания жителей Санкт-Петербурга. Очевидно, если ботанические сады сконцентрируются на наиболее уязвимых видах дендрофлоры России, они могли бы сохранить те из них, для которых в первую очередь возникнет угроза в связи с изменениями климата. С точки зрения сохранения редких видов Ex situ в ботанических садах Санкт-Петербурга в условиях быстро изменяющихся и ухудшающихся условий окружающей среды необходим постоянный и непрерывный мониторинг за состоянием древесных растений, чтобы вовремя давать адекватный ответ на появляющиеся новые угрозы и решать появившиеся проблемы третьего тысячелетия.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований ОБН РАН ««Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий»

Литература

Александров И. Н., Головин С. Е. Фитофторозная корневая гниль малины [Phytophoral root rot of raspberry] // Защита и карантин растений. 2007. № 7. С. 18–26.

Булыгин Н.Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями [Phenological observations on arboreal plants]. Л.: ЛТА. 1979. 97 с.

Булыгин Н.Е. Биологические основы дендрофенологии [Biological bases of arboreal phenology]. Л.: Изд-во ЛТА.1982. 80 с.

Веденяпина Е. Г. Обнаружение Phytophthora cinnamomi Rands в почвах каштановых лесов Абхазии [Discovery of Phytophthora cinnamomi Rands in soils of chestnut woods of Abkhazia] // Лесоведение. 1985а. № 1. С. 57–60.

Веденяпина Е. Г. Популяция Phytophthora cinnamomi Rands в почвах различных фитоценозов [Population of Phytophthora cinnamomi Rands in soils of different phytocenoses] // Микология и фитопатология. 1985б. Т. 19. Вып. 4. С. 322–329.

Веденяпина Е. Г. Phytophthora cinnamomi Rands – почвообитающий патоген лесных пород [Phytophthora cinnamomi Rands – soil-borne pathogene of forest trees] // Экология грибов. Теоретические и прикладные аспекты. СПГУ, 1992. С. 13–26.

Веденяпина Е. Г. Почвообитающие фитофторы в оранжерейном комплексе Ботанического института РАН [Soil-borne Phytophtoras in greenhouses of Botanical Institute RAS] // Иммунопатология, аллергология, инфектология. 2010. № 1. С. 93–94.

Веденяпина Е. Г., Варфоломеева Е. А. Мониторинг почвенных популяций Phytophthora cinnamomi при обработке грунта оранжерей Ботанического института различными биопрепаратами [Monitoring of soil-borne populations of Phytophthora cinnamomi under treatment of soils of Botanical Institute greenhouses by different biocontrol agents] // Современная микология в России. Т. 3: Матер. 3 съезда микологов России. М.: Национал. акад. микол., 2012. С. 322–323.

Веденяпина Е.Г., Волчанская А.В., Малышева В.Ф., Малышева Е.Ф., Фирсов Г.А. Почвообитающие фитофторы в Ботаническом саду БИН РАН, Санкт-Петербург. I. Первые находки Phytophthora citricola, Ph. plurivora, Ph. quercina в России [Soil-borne Phytophtoras in Botanical Garden of the Komarov Botanical Institute RAS, Saint-Petersburg. I. First records of Phytophthora citricola, Ph. plurivora Ph. quercina in Russia] // Микология и фитопатология. 2014 а. Т.48. В. С.

Веденяпина Е.Г., Фирсов Г.А., Волчанская А.В., Воробьев Н.И. Почвообитающие фитофторы в Ботаническом саду БИН РАН, Санкт-Петербург. II. Результаты двухлетнего мониторинга [Soil-borne Phytophtoras in Botanical Garden of the Komarov Botanical Institute RAS, Saint-Petersburg. II. Results of two year monitoring] // Микология и фитопатология. 2014 б. Т.48. В. С.

Гаршина Т. Д. Болезни главнейших древесных пород Черноморского побережья Краснодарского края [Diseases of the most important woody species of the Black Sea Coast Krasnodar Krai] / Труды Сочинской науч.-иссл. опытн. ст. субтроп., лесных и лесопарковых хозяйств. Сочи, 1959. № 1. С. 189–199.

Говорова Г. В., Говоров Д. Н. Фитофторозное увядание земляники садовой [Phytophtora disease of the garden strawberry] / Грибные болезни земляники. М.: ВСТИСП, 2010. С. 76–83.

Голицын Г.С., Ефимова Л.К., Мохов И.И., Тихонов В.А., Хон В.Ч. Долгопериодные изменения режима температуры и осадков в Санкт-Петербурге по эмпирическим данным и модельные оценки региональных изменений в прошлом и будущем [Long period changes of temperature regime and precipitation in Saint-Petersburg according to empirical data and model estimations of regional changes in the past and in the future] // Метеорология и гидрология. 2004. № 8. С. 5-16.

Дорофеева Т.Б. Эпифитотия офиостомоза вяза в Санкт-Петербурге [Epiphytotia of ophiostomosus of elm in Saint-Petersburg] // Защита и карантин растений. 2008. Вып. 3. С. 59.

Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике [Mathematical statistics in experimental botany]. М.: Наука. 1984. 424 с.

Израэль Ю.А., Семенов С.М., Анисимов О.А., Анохин Ю.А., Величко А.А., Ревич Б.А., Шикломанов И.А. Четвёртый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата: вклад Рабочей группы II [The fourth estimational report of Intergovernmental Panel on Climate Changes: contribution of the working group II] // Метеорология и гидрология. 2007. № 9. С. 5-13.

Козаева М. И. Саморегуляция патогенности у возбудителя фитофтороза плодовых культур Phytophthora cactorum [Self-regulation of pathogenesis in Phytophthora cactorum, the pathogene of fruit cultures] // Молодые ученые – садоводству России. М., 1995. С. 213–214.

Левитин М.М. Изменение климата и прогноз развития болезней растений [Climate change and the forecast of development of plant diseases] // Микология и фитопатология. 2012. Т. 46, в.1. С.14 – 19.

Шишкина А. К. Еще раз о чернильной болезни пробкового дуба [On the ink disease of cork oak] // Бот. журнал 1965. Т. 50, № 2. С. 265–267.

Фирсов Г.А., Фадеева И.В. Влияние суровых зим XX века на интродуцированную и аборигенную дендрофлору Санкт-Петербурга на примере хвойных пород [Influence of severe winters of the XX century on introduced and aboriginal arboreal flora with conifers as an example] // Научное обозрение. № 2. 2009 а. С. 3-13.

Фирсов Г.А., Фадеева И.В. Аномально-суровая зима 1986-87 гг. и зимостойкость древесных растений в Санкт-Петербурге [Abnormally severe winter of 1986-87 and winter hardiness of woody plants in Saint-Petersbrug] // Научное обозрение. № 3. 2009 б. С. 8-19.

Фирсов Г.А., Фадеева И.В. Критические зимы в Санкт-Петербурге и их влияние на интродуцированную и местную дендрофлору [Critical winters in Saint-Petersburg and its influence on introduced and native woody flora] // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. Вып. 188. СПб. 2009 в. С. 100-110.

Фирсов Г.А., Фадеева И.В. Перспективный ассортимент городских зеленых насаждений Санкт-Петербурга в условиях климатической тенденции начала XXI века [Promising assortment of

Saint-Petersburg city plantings in conditions of climatic tendency at the beginning of the XXI century] // Научное обозрение. № 2. 2009 г. С. 14-39.

Фирсов Г.А., Фадеева И.В., Волчанская А.В. Фенологическое состояние древесных растений в садах и парках С.-Петербурга в связи с изменениями климата [Phenological state of woody plants in Saint-Petersburg gardens and parks in connection with the climate change] // Бот. журн. 2010. Т. 95. № 1. С. 23-37.

Фирсов Г.А., Фадеева И.В. Календарь природы Ботанического сада Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН [Calendar of Nature of Botanic Garden at the Komarov Botanical Instutute RAS] // Древесные растения: фундаментальные и прикладные исследования. Вып. 2. М.: ФГБУН ГБС РАН. 2013. С. 111-125.

Anderson G., Wyse Jackson P. A review of the effect of climate change in Ireland and the development of an institutional policy and role of the institution, in its mitigation // Eurogard V. Botanic Gardens in the Age of climate change. Programme, Abstracts and Delegates. EsaPrint. P. 36.

Balci Y., Halmschlager E. First confirmation of Phytophthora quercina on oaks in Asia // Plant Disease. 2002. Vol. 86. P. 442.

Bhat R. G., Brown G. T. Genetic diversity in populations of Phytophthora citricola associated with horticultural crops in California // Pl. Dis. 2007. Vol. 91. P. 1556–1563.

Brasier C. M. The biosecurity threat to the UK and global environment from international trade in plants// Plant Pathology. 2008. Vol. 57. P. 792–808.

Brasier CM. Phytophthora biodiversity: how many Phytophthora species are there? // Goheen EM, Frankel SJ, eds. Phytophthoras in Forests and Natural Ecosystems.2009. Albany, CA, USA: USDA Forest Service: General Technical Report PSW-GTR-221, 101–15.

Brasier C. M., Denman S., Brown A., Webber J. F. Sudden oak death (Phytophthora ramorum) discovered on trees in Europe // Mycol. Res. 2004. Vol. 108. P. 1107–1110.

Cooke D. E. L., Jung T., Williams N.A., Schubert R., Bahnweg G., Osswald W., Duncan J.M. Molecular evidence supports Phytophthora quercina as a distinct species // Mycol. Res. 1999. Vol. 103. P. 799–804.

Erwin D. C., Ribeiro O. K. Phytophthora Diseases Worldwide. St. Paul, Minnesota: APS Press, 1996. 562 p.

Gallegly M. E., Hong C. Phytophthora: identifying species by morphology and DNA fingerprints. St. Paul, Minnesota: APS Press, 2008. 158 p.

Garbelotto M., Davidson J.M., Ivors K., Maloney P., Huberli D. Non-oak native plants are the main hosts for the sudden oak death pathogen in California // Calif. Agr. 2003. V.57. P. 18 – 23.

Garrett K.A., Dendy S.P., Frank E.E., Rouse M.N., Travers S.E. Climate change effects on plant disease: genomes to ecosystems // Annu. Rev. Phytopathol. 2006. V. 44. P. 489 – 509.

Grabherr G. Linking ex situ conservation with in situ conservation – reflections from a mountain ecologist // Eurogard V. Botanic Gardens in the Age of climate change. Programme, Abstracts and Delegates. EsaPrint. P. 16.

Grimshaw J., Bayton R. New Trees: Recent Introductions to Cultivation. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew and The International Dendrology Society. 2009. 976 p.

Hanski I. Metapopulation dynamics, local adaptation, and ex situ conservation // Eurogard V. Botanic Gardens in the Age of climate change. Programme, Abstracts and Delegates. EsaPrint. P. 18.

Intergovernmental Panel on Climate Change. From Wikipedia, the free encyclopedia. P. 1-24. Website ipcc.ch/ [электронный ресурс].

Jebb M. Climate change and planting for the future // Eurogard V. Botanic Gardens in the Age of climate change. Programme, Abstracts and Delegates. EsaPrint. P. 62.

Jung T. Life cycle and pathological importance of the genus Phytophthora.

http://www.baumkrankheiten.com/docs-en/phytophthora.html, March 2006.

Jung T. Beech decline in Central Europe driven by the interaction between Phytophthora infections and climatic extremes // For. Pathol. 2009. V. 39. P. 73-94.

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.

Jung T., Cooke D. E. L., Blaschke H., Duncan J. M., Oswald W. Phytophthora quercina sp. nov., causing root rot of European oaks // Mycol. Res. 1999. Vol. 103. P. 785–798.

Jung T., Vannini A., Brasier C. M. Progress in understanding Phytophthora diseases of trees in Europe 2004-2007 / In Phytophthoras in Forests and Natural Ecosystems. (Goheen, E.M. and Frankel, S.J. eds). Proceedings of the Fourth International Union of Forest Research Organisations (IUFRO) Working Party. 2009. Albany, CA: USDA Forest Service. P. 3–24.

Lebert H., Cohn F. Uber die faule der cactusstamme // Beitr. Biol. Pflanz. 1870. Vol.1. P. 51–57.

Luck J., Spackman M., Freeman A., Tebicki P., Griffits W., Finlay K., Charkraborty S. Climate change and diseases of food crops // Plant Pathol. 2011. V. 60, N1. P.113 – 121.

Martin F., Abad L., Balci Y., Ivors K. Identification and detection of Phytophthoras: reviewing our progress, identifying our needs // Plant Disease. 2012. V. 96. P.1080 – 1103.

Nicholis H. Stopping the rot // PLoS Biology. 2004. V.2, № 7.P. 1371 – 1387.

Oldfield S. Climatic change and the conservation role of botanical gardens // Eurogard V. Botanic Gardens in the Age of climate change. Programme, Abstracts and Delegates. EsaPrint. P. 22.

Rands R. D. Streepkanker van kaneel, veroorzaakt door Phytophthora cinnamomi n.sp. // Meded,Inst. Plantenziekten.1922. N 54. 41 p.

Rizzo D.M., Garbelotto M., Davidson J., Slaughter G.W., Koike S.T. Phytophthora ramorum as the cause of extensivemortality of Quercus spp. And Lithocarpus densiflorus in California // Plant Disease. 2002. V.86. P.205 – 214.

Sawada K. Descriptive catalogue of the Formosan fungi III // Rep. Dept. Agric. Res. Inst. Formosa. 1927. Vol. 27. 73 p.

Schwingle B. W., Juzwik J. Phytophthora species in soils associated with declining and nondecling oaks in Missouri forests // Plant Dis. 2007. Vol. 91. P. 633.

Scott P. M., Burgess T. I., Barber P. A., Shearer B. L., Stukely M. J. C., Hardy G. E. St. J., Jung T. Phytophthora multivora sp. nov., a new species recovered from declining Eucalyptus, Banksia, Agonis and other plant species in Western Australia // Persoonia. 2009. Vol. 22. P. 1–13.

Tupper H. From the Chairman // International Dendrology Society January 2013 Newsletter. P. 1.

Werres S., Marwitz R., Man In’t Veld W. A., De Cock A. W. A. M., Bonants P. J. M., De Weerdt M., Themann K., Ilieva E., Baayen R. P. Phytophthora ramorum sp. nov., a new pathogen on Rhododendron and Viburnum // Mycol. Res. 2001. Vol. 105. P. 1155–1165.

Zentmyer G. A. Phytophthora cinnamomi and the diseases it causes. St. Paul: APS, 1980. 96 p.

Zentmyer G. A., Jefferson L., Hickman C. J., Yung C. H. Studies on Phytophthora citricola, isolated from Persea americana // Mycologia. 1974. Vol. 66. P. 830–845.

Soil-borne phytophtoras and woody plants in Saint-Petersburg: new threats of the third millennium

FIRSOV Gennadiy *Komarov Botanical Institute of Russian Academy Sciense, gennady_firsov@mail.ru*

VEDENYAPINA Elena *Komarov Botanical Institute of Russian Academy Sciense, el_vedenyapina06@mail.ru*

VOLCHANSKAYA Alexandra *Komarov Botanical Institute of Russian Academy Sciense, botsad_spb@mail.ru*

Keywords:
new threats phytophthora woody flora Saint-Petersburg

Annotation:
In recent years under the conditions of climate change the increased trend towards damages, rot and decline of woody plants at Arboretum of Komarov Botanical Institute RAS has been observed. As a result of 2-year mycological investigation (2012-2013) the wide distribution of phytophthoras has been detected in rhizosphere of many plants and 5 species of Phytophthora have been identified. All of them are soil-borne root-infecting species dangerous to plants growing at Botanical garden BIN: Ph. cinnamomi, Ph. cactorum, besides Ph. citricola, Ph. plurivora and Ph.quercina are firstly recorded in Russia. Ph. quercina is well known in Central and South Europe, but has not been observed yet in the northern latitudes of St. Petersburg. The infection of rhizosphere soil by these dangerous pathogenes has been found in 20 species of trees and shrubs from 15 genera and 13 families. The average year temperature in Saint-Petersburg during the first 13 years of the Third Millennium had ups on 0.5o and reached 6.3o . Temperature of the December, 2006 (3.0o C), July, 2010 (24.4o C) and November, 2013 (4.4o C) appeared to be the highest during the whole period of observations since 1743. The increase in temperature has been accompanied by the enhancement of precipitation. The highest amount of precipitation (863 mm) for the whole period of observations was observed in 2012. The duration of phenological autumn for the same period has enlarged by 12 days, the spring seasons has shortened by 11 days. The duration of winter has shortened by 5 days (from 116 till 111 days), though this is still the longest season of the year (30%). Autumn is the second season in its longevity (94 days, 26% of the year). There is the tendency to more late beginning of autumnal phenostages of Calendar of Nature and the later beginning of winter. The start of spring also takes place at later dates. The summer phenostages have the tendency to start at more yearly dates. The increasing wetting of air and soil, the weakeaning of frosts, the prolongation of vegetative season, the rise of summer temperatures and the shortening of winter season with the diminishing of soil freezing have been contributing to distribution of Phytophthora species. In conditions of the climate changes the soil-borne phytophthoras constitute the considerable threat to woody plants of city parks and neigbouring forests around Saint-Petersburg.

Цитирование: Фирсов Г. А., Веденяпина Е. Г., Волчанская А. В. Почвообитающие фитофторы и древесные растения в Санкт-Петербурге: новые угрозы третьего тысячелетия // Hortus bot. 2014. Т. 9, URL: http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=2101. DOI: 10.15393/j4.art.2014.2101

Cited as: Firsov G., Vedenyapina E., Volchanskaya A. “Soil-borne phytophtoras and woody plants in Saint-Petersburg: new threats of the third millennium” // Hortus bot. 9, (2014): DOI: 10.15393/j4.art.2014.2101