



HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

16 / 2021

HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

16 / 2021

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
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 - 2021 А. А. Прохоров

На обложке:

The heritage landscape of Melbourne Gardens against the skyline of Melbourne City. The stunning Guilfoyle's Volcano (Cacti and Succulent collection) is in the foreground.

Source: Royal Botanic Gardens Victoria

Разработка и техническая поддержка

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

Петрозаводск

2021

Багрянники (*Cercidiphyllum* Siebold et Zucc., *Cercidiphyllaceae*) в Ботаническом саду Петра Великого: итоги интродукции, состояние и перспективы разведения

ФИРСОВ Геннадий Афанасьевич	Ботанический институт имени В. Л. Комарова Российской академии наук, ул. Профессора Попова, д. 2, Санкт-Петербург, 197376, Россия gennady_firsov@mail.ru
ТРОФИМУК Лев Павлович	Ботанический институт имени В. Л. Комарова Российской академии наук, ул. Профессора Попова, д. 2, Санкт-Петербург, 197376, Россия Radoste@yandex.ru
ЗМИТРОВИЧ Иван Викторович	Ботанический институт имени В. Л. Комарова Российской академии наук, ул. Профессора Попова, д. 2, Санкт-Петербург, 197376, Россия iv_zmitrovich@mail.ru

Ключевые слова:

ex situ, багрянники, интродукция растений, Санкт-Петербург, генеративное размножение, вегетативное размножение, регуляторы корнеобразования, грибы-патогены, *Cercidiphyllaceae*, *Cercidiphyllum*

Аннотация: В коллекции Ботанического сада Петра Великого БИН имени В. Л. Комарова РАН в Санкт-Петербурге выращиваются 2 вида багрянника: *Cercidiphyllum japonicum* и *Cercidiphyllum magnificum*, представленные здесь с начала 1930-х гг. Достигают размеров 13,5 м выс. у *C. magnificum* и до 17,6 м выс. у *C. japonicum* при диаметре ствола до 48 см в возрасте около 90 лет. Обмерзание растений в условиях современного климата первых десятилетий XXI в. отсутствует. Багрянник устойчив к морозобойным трещинам. Однако с возрастом может повреждаться патогенными грибами. Идентифицированы грибы-патогены *Phellinus alni* (Bondartsev) Parmasto и *Armillaria lutea* Gillet, а также базидиомы факультативного патогена *Fomitiporia punctata* (P. Karst.) Murrill. Оба вида багрянника выращиваются из местных семян, а у *Cercidiphyllum japonicum* отмечен самосев. Всхожесть семян колеблется в пределах 9–11 %. Укореняемость черенков в разных вариантах составила от 16,7 до 79,2 %, с наилучшим результатом при использовании стимулятора корнеобразования в виде пудры, содержащей углеродные одностенные нанотрубки (79,2 %). Оба вида перспективны для озеленения Санкт-Петербурга.

Получена: 28 сентября 2021 года

Подписана к печати: 18 декабря 2021 года

Введение

В семейство *Cercidiphyllaceae* Van Tiegh. входит 1 род с двумя видами из Японии и Китая. Багрянник японский (*Cercidiphyllum japonicum* Siebold et Zucc.) – листопадное дерево до 30 м выс., со стволом до 1,2 м диам. В природе растет в Японии в лиственных и смешанных лесах, поднимаясь в горы до 1800 м. В культуру введен в 1865 г. В СССР еще в середине XX в. был известен в культуре в Ленинграде, достигал до 4 м выс. и считался достаточно устойчивым в условиях климата тех лет (Замятнин, 1954). «...Разновидность – *var. magnifica* Nakai (*Cercidiphyllum magnificum* Nakai), отличающаяся более крупными листьями, в Ленинграде оказалась такой же устойчивой, как основная форма; в возрасте 12 лет в парке Ботанического института АН СССР имеет 4 м выс. и не обмерзает. Близкий вид Б. китайский – *C. sinense* Rehder et Wils. из Центрального и Восточного Китая отличается от предыдущего листьями, волосистыми снизу по жилкам и суживающимися кверху листовками. Растет обычно одним стволом, достигая 40 м выс. Интродуцирован в 1907 г. В СССР в культуре не известен» (Замятнин, 1954, с. 14). Родственные связи двух видов этого рода, который является единственным в своем семействе, до сих пор дискуссионны и не вполне ясны (Hillier, Coombes, 2003). Листья багрянника напоминают листья известного Иудина дерева (*Cercis siliquastrum* L.), отсюда его родовое латинское название *Cercidiphyllum* Siebold et Zucc. Китайские популяции сейчас выделяются в разновидность *C. japonicum* var. *sinense* Rehder et E. H. Wilson – древовидной формы роста, но мало отличается от типичной разновидности. И, наоборот, *C. magnificum* (Nakai) Nakai, признается за самостоятельный вид – редкое в природе дерево средних размеров из Японии, отличается более гладкой корой и более сердцевидными листьями, с более крупными зубцами по краю листовой пластинки. Для обоих видов характерна яркая желтая осенняя окраска листьев.

Как указывает О. А. Связева (2005, с. 139), «...*C. japonicum* Siebold et Zucc. впервые отмечался в каталогах Сада как растущий в открытом грунте в 1889 г. С начала 30-х гг. XX в. до 2005 г. растет в парке постоянно. Вероятно, с этого же времени до 2005 г. в коллекции находится и *C. magnificum* Nakai, который первоначально часто смешивался с предыдущим видом, и, будучи выделенным как самостоятельный вид только в 1948 г., имел экземпляры, достигавшие 7 м выс.». Багрянник японский упоминается В. В. Ухановым в путеводителе по парку БИН (1936, с. 65): «...Церцидифиллум — *Cercidiphyllum japonicum* S. et Z. невысокое дерево, достигающее в поперечнике 1 м толщины. Растет дико в горных лесах Японии. Принадлежит к числу вымирающих растений. В парке растет деревцом до 2–2,5 м; см. на уч. 23, 65». Этот вид был включен в путеводитель по парку Б. Н. Замятина (1961). О дереве багрянника японского на уч. 65 он писал так (с. 48): «Здесь растет большим многоствольным кустом японский багрянник (*Cercidiphyllum japonicum* – 22). Это дерево, родственное магнолиям. У себя на родине, в Японии, оно достигает 30 м высоты. У нас обмерзает и растет медленно, сильно кустясь, но весной и осенью выделяется в парке красноватой окраской своих характерных округлосердцевидных листьев». Упоминается он и далее, по ходу маршрута экскурсии (с. 65): «На противоположном углу от акации (уч. 7) растет группа низких кустов кизильника Франше (*Cotoneaster franchetii*), а за ним ряд маленьких деревцев японского багрянника (*Cercidiphyllum japonicum* – 26)». С тех пор прошло более 60 лет, и их размеры сейчас мы можем узнать из таблицы 1. В конце путеводителя Б. Н. Замятина приводится список деревьев и кустарников, произрастающих в парке. Из него мы можем узнать, что *C. japonicum* в парке достигал 4–5 м выс. и был отмечен на участках 7, 23 и 65. В списке приводится и *C. magnificum* (с. 85): «Высокое дерево с более крупными листьями, нежели предыдущий. В парке на уч. 7 и 106». Самым старым в парке считался экз. *C. japonicum* на уч. 126, посаженный в 1936 г. (Замятин, 1964), к настоящему времени не сохранился.

Оба вида входят в путеводитель по парку Ботанического сада В. Н. Комаровой с соавторами (2001). Включены те же особи, что и у В. В. Уханова в 1936 г. на участках 23 и 65, а также добавлены растения на уч. 99 и 133. В тексте обращено внимание на тот же самый экз., что указан в путеводителе Б. Н. Замятина (1961): «В настоящее время планировка этой поляны изменена, ее пересекают две параллельные дорожки. На оси ближней к нам дорожки на противоположной стороне поляны весной и осенью привлекает внимание красивое многоствольное дерево с округлыми листьями, пурпурно-розовыми весной и желтыми осенью. Это багрянник японский (*C. japonicum* – 14), листопадное дерево родом из Японии, до 30 м высоты, с красно-коричневыми блестящими однолетними побегами, у которого листья растут не только на концах ветвей, как у других деревьев, но и на стволе. Растение двудомное, цветет весной до распускания листьев. Багрянники – очень древняя группа растений, когда-то более широко распространенная на Земном шаре. Введены в культуру в 1865 г. как прекрасные парковые деревья» (Комарова и др., 2001, с. 71–72).

Растение багрянника японского из дендрария Контрольно-семенной опытной станции (Пушкин), полученное отсюда в 1988 г. и высаженное в парк на уч. 99 в 1995 г., позднее было описано как форма пирамидальная (*C. japonicum* Siebold et Zucc. f. *pyramidale* Byalt et Firsov). В настоящее время это единственное дерево такой формы в ботанических садах России (Фирсов и др., 2018; Фирсов, Ярмишко, 2021).

C. magnificum как самостоятельный вид выделен только в 1948 г., раньше часто смешивался с предыдущим видом, в парке, вероятно, также с начала 1930-х гг. (Связева, 2005). Экз. на уч. 106 был посажен в октябре 1954 г. (Головач, 1980). На уч. 7 (а, б, в), вероятно, тот же образец. «До 1950 г. в парке рос только один экземпляр ... в 1950 г. в открытый грунт питомника были высажены сеянцы этого вида, выращенные из семян, полученных из Швеции. ... В 1956 г. четыре наиболее развитых, казавшихся лучшими, экземпляра высадили в парк» (Замятин, 1964, с. 82). Первое цветение наблюдалось в 1958 г. Его семенное потомство достоверно выращивается с 2003 г.: экз. на уч. 142 был посажен в парк с питомника в 2006 г. (всх. 16.03.2006 г.).

На научно-опытной станции «Отрадное» БИН РАН на Карельском перешейке Ленинградской области *C. japonicum* начал испытываться с 1964 г. В условиях Карельского перешейка (Приозерский район Ленинградской области) образует хорошо развитый куст 10,5 м выс. в возрасте 41 год. Плодоносит с 1989 г. Впервые для региона Ленинградской области в 2018 г. было получено его семенное потомство. В 2019 г. обнаружен разновозрастный самосев возраста 6–9 лет, который появился, очевидно, после аномально жаркого лета 2010 г. (Фирсов и др., 2020).

В Ботаническом саду БИН в условиях Санкт-Петербурга самосев багрянника японского отмечен в июле 2021 г. на дендропитомнике, на гряде Ж-12, в посевах горшков, всходы этого года.



Рис. 1. *Cercidiphyllum japonicum* в Ботаническом саду Петра Великого. А - Листья в весенней окраске в конце мая. В - Листья в середине июля. С - Листья в осенней окраске в конце сентября. D - Ствол молодого дерева.

Fig. 1. *Cercidiphyllum japonicum* in the Botanical Garden of Peter the Great. A - Leaves in spring color at the end of May. B - Leaves in mid-July. C - Leaves in autumn color at the end of September. D - Trunk of a young tree.

Цель настоящей работы – оценка состояния растений рода *Cercidiphyllum* в условиях открытого грунта парка-дендрария Ботанического сада Петра Великого и изучение способов их размножения.

Объекты и методы исследований

Материалом для изучения служили растения коллекции Ботанического сада Петра Великого Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН на Аптекарском острове в Санкт-Петербурге. Фенологические наблюдения проводились по методике Н. Е. Булыгина (1979). Естественная периодизация года принята по Н. Е. Булыгину (1982). Ежегодная оценка зимостойкости проводилась по 7-балльной шкале П. И. Лапина (1967): 1 – повреждений нет, ... 7 – гибель растения с корнем. Оценка жизненного состояния растений проводили по методике В. А. Алексеева (1989): 1 – здоровые, 2 – поврежденные (ослабленные), 3 – сильно поврежденные (сильно ослабленные), 4 – отмирающие, 5а – свежий сухой, 5б – сухой прошлых лет. Обследование растений проводилось в весенне-летние периоды 2019–2021 гг.

Высоту растений определяли высотомером Nikon Forestry Pro с шагом измерения высоты 0,2 м и высотомером Suunto Co. (o/y Suunto Helsinki Patent), N 442222, с точностью до 0,5 м. Диаметр ствола измерялся на расстоянии 1,3 м от корневой шейки. Размеры даны по состоянию на осень 2020 г. Замеры средних годовых приростов проводилось в 4 точках по сторонам света в трехкратной повторности на нижних ветвях.

Глазомерную оценку плодоношения проводили по методике В. Г. Каппера (1930) по шестибальной шкале, где 0 – цветения и урожая нет, 1 – очень слабое цветение или очень плохой урожай, 2 – слабое цветение и слабый урожай, 3 – среднее цветение или средний урожай, 4 – хорошее цветение или хороший урожай, 5 – очень хорошее цветение или очень хороший урожай. Сбор семян проводился в осенне-зимний

период в 2016–2020 гг.

При вегетативном размножении путем черенкования были использованы регуляторы корнеобразования: 3-индолилуксусная кислота (ИУК) и 3-индолилмасляная кислота (ИМК) (Sigma-Aldrich). Также была использована оригинальная росторегулирующая система S-12A. Эта система является усовершенствованной и дополненной версией системы S-5, ранее использованной для укоренения голосеменных растений (Trofimuk et al., 2019) и системы S-8A, ранее использованной для размножения растений *in vitro* (Кириллов, Трофимук, 2016). Система S-12A представляет собой раствор, содержащий активные компоненты в следующих концентрациях: основной стимулятор корнеобразования: 0,005–0,01 %, регуляторы корнеобразования, повышающие общую активность системы (активаторы): 0,032–0,048 %, биоэнергетики (пурины): 0,02–0,04 %, антистрессовые вещества: 0,041–0,0425 %, смесь жизненно важных аминокислот: 0,125–0,133 %, питательная среда (смесь сахаров) 0,5 %.

Оригинальный стимулятор корнеобразования в виде пудры R-2SWCNT имеет следующий состав: 3-индолилмасляная кислота (ИМК) – 0,46 %; α -нафтилуксусная кислота (НУК) – 0,23 %; 4-аминобензойная кислота (витамин В10) – 1,86 %; аскорбиновая кислота (витамин С) – 0,56 %; кофейная кислота – 0,23 %; борная кислота – 0,19 %; никотиновая кислота (витамин В3) – 0,28 %. Известно, что углеродные нанотрубки повышают всхожесть семян, длину корня и стебля, повышают содержание хлорофилла и ускоряют рост растения (Khodakovskaya et al., 2009; DeRosa et al., 2010; Hermes et al., 2020). Поэтому в пудру введены одностенные углеродные нанотрубки (SWCNT) с содержанием наноуглерода ≥ 75 % производства OCSiAl (Новосибирск) в количестве 0,25 %.

Размножение зелеными полуодревесневшими черенками проводилось в конце июня – начале июля, на фазе «полного лета». Укоренение выполнялось в притененной уличной теплице. Для укоренения были использованы различные субстраты, составы которых приведены ниже.

Ксилотрофные грибы – патогены древесных пород выявляли в ходе плановых обследований парка дендрария. За период исследований 2016–2021 гг. патогенные базидиомицеты изучали в связи с обследованием морозобойных трещин (Змитрович и др., 2018; Фирсов и др., 2021). Микроморфологический анализ базидиом проводили с использованием светового микроскопа AxioImager.A1 на базе Лаборатории систематики и географии грибов БИН РАН. Микропрепараты для изучения общей гифальной морфологии готовили с использованием 5 % раствора КОН. Реактив Мельцера, Congo Red и 5 % раствор NH_4OH использовали для тестирования структур с утолщенными оболочками – толстостенных генеративных гиф и скульптуры базидиоспор. Измерения базидиоспор производили в дистиллированной воде. При идентификации материала были использованы современные монографии и определители (Бондарцева, 1998; Ryvarde, Gilbertson, 1993, 1994; Niemelä, 2005; Ryvarde, Melo, 2014).

Принятые обозначения: С. – *Cercidiphyllum*; Д – дерево; К – кустарник; вег. – растение в вегетативном состоянии; выс. – высота; диам. – диаметр; пос. – посадка (год высадки с питомника на постоянное место в парк); уч. – участок; экз. – экземпляр; σ^7 – растение мужского пола, образует только тычиночные цветки; ♀ – растение женского пола, образует пестичные цветки и плоды.

Результаты и обсуждение

В Ботаническом саду Петра Великого культивируется 17 особей багрянника. Из них 10 растений – это *C. japonicum* и 7 растений – *C. magnificum*. В таблице 1 приводятся характеристики всех особей багрянника (2 вида и 1 форма), культивируемых в Ботаническом саду Петра Великого.

Таблица 1. Характеристики растений *Cercidiphyllum japonicum* и *Cercidiphyllum magnificum* в Ботаническом саду Петра ВеликогоTable 1. Characteristics of *Cercidiphyllum japonicum* and *Cercidiphyllum magnificum* plants in the Peter the Great Botanical Garden

Название растений	Участок / № экз.	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр стволов, см	Проекция кроны, м	Примечание
<i>C. japonicum</i>	7 а	~90	16,8	45, 22, 8	7,0 × 10,4	Д. 3 ствола. ♀
<i>C. japonicum</i>	7 б	~90	13,4	28	7,7 × 9,3	Д. 1 ствол. ♀
<i>C. japonicum</i>	7 в	~90	10,2	24, 8	5,4 × 5,7	Д. 2 ствола. ♂
<i>C. japonicum</i>	7 г	~90	17,6	33	6,3 × 8,0	Д. 1 ствол. ♂
<i>C. japonicum</i>	7 д	~90	8,0	11	3,4 × 3,6	Д. 1 ствол. Вег.
<i>C. japonicum</i>	23	~90	12,4	8, 10, 37, 38	8,3 × 9,9	Д. 4 ствола. ♂
<i>C. japonicum</i>	24	~70	13,7	6, 6, 9, 12, 13, 14, 20	8,8 × 9,2	Д. 7 стволов. ♂
<i>C. japonicum</i>	65	~90	16,0	9, 9, 10, 13, 19, 25, 27, 28, 29, 45	10,7 × 14,2	Д. 10 стволов. ♂
<i>C. japonicum</i>	133	~90	17,5	10, 10, 23, 41, 58	10,4 × 14,6	Д. 5 стволов. ♂
<i>C. japonicum</i> Siebold et Zucc. f. <i>pyramidale</i> Byalt et Firsov	99	36	11,5	6, 9, 20	3,5 × 3,6	Д. 3 ствола. ♀
<i>C. magnificum</i>	7 а	71	7,7	10, 9, 6	4,3 × 4,8	Д. Экз. а, б, в: группа тесно посаженных особей: семена из Швеции, 1950 г., пос. 1956 г. 3 ствола. ♀
<i>C. magnificum</i>	7 б	71	7,5	20, 16, 5	8,0 × 9,6	Д. 3 ствола. ♂
<i>C. magnificum</i>	7 в	71	11,0	16, 8	5,8 × 7,5	Д. 2 ствола. ♀
<i>C. magnificum</i>	7 г	~90	13,5	13	10,2 × 8,2	К. Пять основных стволов, которые представляют собой поросль от более старого, сгнившего ствола. Вег. Угнетен, в тени под кронами соседних деревьев.
<i>C. magnificum</i>	106	71	9,2	11, 13, 13, 17, 17, 23, 26, 26	14,3 × 15,8	Д. 8 стволов. ♀
<i>C. magnificum</i>	140	~60	7,5	48	11,6 × 12,7	Д. 1 ствол. Состояние 3 (ствол гнилой, дерево в подпорках, в сильном наклоне). ♂
<i>C. magnificum</i>	142	18	8,0	17	7,9 × 9,0	Д. На выс. 0,2 м разветвление на 3 ствола и несколько боковых скелетных ветвей. ♀

Почти все растения обоих видов представляют собой многоствольные деревья. В лучших условиях это одноствольные деревья. В отдельных случаях могут быть и кустарниками. В коллекции 10 особей *C. japonicum* (в том числе 1 дерево его пирамидальной формы) и 7 особей *C. magnificum*: всего 17 экземпляров

двух видов. Семь экз. – женские, восемь – мужские и два находятся в вегетативном состоянии. То есть почти все достигли репродуктивного состояния. Среди них есть как мужские, так и женские особи. Оба вида выращиваются из местных семян, а у *C. japonicum* отмечен самосев. Лучшие особи *C. japonicum* достигают 17,6 м выс., диаметр ствола до 45 см в возрасте 90 лет. Размеры *C. magnificum* в таком же возрасте: 13,5 м выс. при диам. ствола до 13 см. Диаметр ствола другого дерева (на уч. 140) достигает 48 см, но дерево меньше по высоте (7,5 м) и меньшего возраста (60 лет).

В таблице 2 приводится дополнительная информация о состоянии багрянника в Саду для модельных деревьев обоих видов, по наблюдениям в 2018–2020 гг.

Таблица 2. Состояние и годичный прирост побегов *Cercidiphyllum japonicum* и *Cercidiphyllum magnificum* в Ботаническом саду Петра Великого в 2018–2020 гг.

Table 2. Characteristics and annual growth of *Cercidiphyllum japonicum* and *Cercidiphyllum magnificum* shoots in the Peter the Great Botanical Garden in 2018-2020

Параметры	<i>C. magnificum</i> уч. 7	<i>C. magnificum</i> уч. 142	<i>C. japonicum</i> уч. 7	<i>C. japonicum</i> уч. 65
Пол	♀	♀	♀	♂
Жизненное состояние	2	1	2	2
Сухие ветви, %	5	3	7	5
Зимостойкость, по Лапину	1	1	1	1
Балл семеношения по Капперу в 2018 г.	3	4	4	0
Балл семеношения по Капперу в 2019 г.	3	5	3	0
Балл семеношения по Капперу в 2020 г.	4	5	4	0
Годовой прирост в 2018 г., мм	260 ± 78	190 ± 91	334 ± 90	240 ± 94
Годовой прирост в 2019 г., мм	244 ± 89	182 ± 86	287 ± 76	195 ± 90
Годовой прирост в 2020 г., мм	265 ± 106	227 ± 108	375 ± 102	255 ± 88

Обмерзания всех растений в последние годы отсутствуют. В условиях современного климата в начале XXI в. зимостойкость растений оценивается в 1 балл. Балл состояния в большинстве случаев 1–2 (т.е. состояние хорошее). Балл 3 можно дать отдельным деревьям, как то *C. magnificum* на уч. 140 (ствол с выраженной гнилью, дерево в подпорках, в сильном наклоне). Прирост по высоте у всех деревьев ежегодный и достаточно высокий. Даже в значительном возрасте растения отличаются хорошим приростом. Плодоношение женских экземпляров ежегодное и достаточно обильное.

По результатам мониторинга в 2016–2021 гг. корневая гниль и плодовые тела трутовиков были выявлены на трех деревьях *C. japonicum* (из 8 экз. в коллекции), имеющих довольно значительный возраст. Идентифицированы грибы-патогены *Phellinus alni* и *Armillaria lutea*. У одного дерева в группе из 5 шт. на уч. 7 отмечена морозобоина, 2 м с западной стороны ствола, гниль и большое дупло, а также базидиомы *Phellinus alni*. На уч. 23 морозобоина 1,5 м с северо-запада, внизу с оголенной древесиной, базидиомы *Armillaria lutea* и *Phellinus alni*. На уч. 65 (экз. такого же возраста как на уч. 23) морозобоин нет, базидиомы *Ph. alni* в трещинах между стволами, гниль внизу у развилки, немного выше корневой шейки. У особи второго вида, *Cercidiphyllum magnificum*, на уч. 106 (пос. 1954 г.) обнаружены базидиомы факультативного патогена *Fomitiporia punctata*.

Phellinus alni (Bondartsev) Parmasto (Basidiomycota, Agaricomycetes, Hymenochaetales, Hymenochaetaceae), или ольховый ложный трутовик – имеющий панголарктическое распространение патогенный ксилотрофный гриб, вызывающий неактивную белую гниль. Проникает в ствол через морозобоины и обломленные сучья, мицелий захватывает заболонь, но не достигает ядра; гниль развивается хронически в течение десятилетий, причем на 3–5-й год после поражения на стволе появляются деревянистые копытообразные базидиомы с трубчатым гименофором, которые могут достигать 20-летнего возраста. Зона ценотического оптимума этого вида – полоса хвойно-широколиственных лесов,

где он поражает в основном широколиственные породы (обычно клен, ясень, конский каштан, реже липа), а также небольшие деревья и их кустарниковые спутники (лещина, яблоня, жимолость). В таежной зоне встречается чаще всего в пойменных и склоновых ольховых лесах, поражая деревья серой и черной ольхи и рябины, а также породы-интродуценты в садоводческих хозяйствах; на мелкомерных субстратах способен давать эвтрофные (с широкой краевой зоной), но при этом миниатюрные экотипы, известные как *Phellinus neolundellii* Zmitr., Malysheva, Psurtseva et Spirin, описанный из склонового ольшаника вдоль ручья Кивюя близ урочища Koronsaari (Змитрович и др., 2005) и встреченный позднее на лещине в дендрокolleкции Отрадного, а также на яблонях и багряннике в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН.

Fomitiporia punctata (P. Karst.) Murrill (Basidiomycota, Agaricomycetes, Hymenochaetales, Hymenochaetaceae), или фомитипория точечная – имеющий космополитное распространение факультативный патогенный ксилотрофный гриб (способный развиваться после гибели дерева в качестве сапротрофа), вызывающий достаточно активную белую гниль. Проникает в ствол через морозобоины, обломленные сучья, а в садах – часто через спилы ветвей, его мицелий захватывает заболонь и иногда достигает ядра; гниль развивается хронически в течение нескольких лет, причем на 2–3-й год после поражения на стволе появляются деревянистые распростертые по субстрату, но иногда утолщенные и образующие псевдопилеи базидиомы с трубчатым гименофором, которые могут достигать 10-летнего возраста. Зона ценолитического оптимума этого вида – также полоса хвойно-широколиственных лесов, где он поражает различные лиственные породы – редко крупномерные (ива, береза), чаще всего мелкомерные (черемуха, лещина, ольха, жимолость, татарский клен, виды рода багрянник). В таежной зоне обычен в пойменных и склоновых ольховых лесах, поражая деревья ивы козьей, черемухи, серой и черной ольхи и рябины, а также породы-интродуценты в садоводческих хозяйствах.

Armillaria lutea Gillet (Basidiomycota, Agaricomycetes, Agaricales, Physalacriaceae), или опенок желтый, клубневой – имеющий панголарктическое с сибирской дизъюнкцией распространение патогенный ксилотрофный гриб, вызывающий белую гниль и распространяющийся в почве и между корой и древесиной с помощью ризоморф. Начинает развиваться в комлевых морозобоинах или дуплах, причем ризоморфы могут нарастать поверх сухого и неразложившегося древесного субстрата и «искать» участки увлажненной древесины; с помощью распространяющихся в почве ризоморф гриб захватывает и новые деревья. Базидиомы однолетние, развиваются в сростках. Зона ценолитического оптимума этого вида – полоса широколиственных лесов, где он поражает основные ценозообразующие породы – липу, клен, ясень, дуб и их кустарниковые спутники. В таежной зоне встречается редко, испытывая конкурентное ограничение со стороны опенка таежного (*A. borealis* Marxm. et Korhonen) – в основном, в связи с черной ольхой и черемухой, но в посадках широколиственных пород довольно обычен. В парке-дендрарии Ботанического сада Петра Великого – один из наиболее распространенных патогенных базидиомицетов (Фирсов и др., 2021).

Все три вида патогенных ксилотрофных грибов, ассоциированных с багрянниками, более характерны не для таежной, а подтаежной и широколиственнолесной зон, экологический режим которых в определенной степени воспроизводится в дендрарии БИН РАН.

В целом к морозобоинам и ассоциированным с ними патогенным грибам багрянник, по сравнению с другими древесными породами парка-дендрария, довольно устойчив. Если они у него и наблюдаются, то редко и в довольно значительном возрасте (Фирсов и др., 2021).

Посевные качества семян изучались в 2017–2020 гг. Маточное растение *C. japonicum*: участок 7 БИН, 59°58'08.5" с.ш., 30°19'41.1" в.д. Для *C. magnificum* это, соответственно, участок 106, 59°58'10.2" с.ш., 30°19'31.7" в.д. (таблица 3). В табл. 3 в 1 графе обозначено: 1 – *C. japonicum*, 2 – *C. magnificum*; в графе 3: L – средняя длина плода, в графе 4: D – средний диаметр плода.

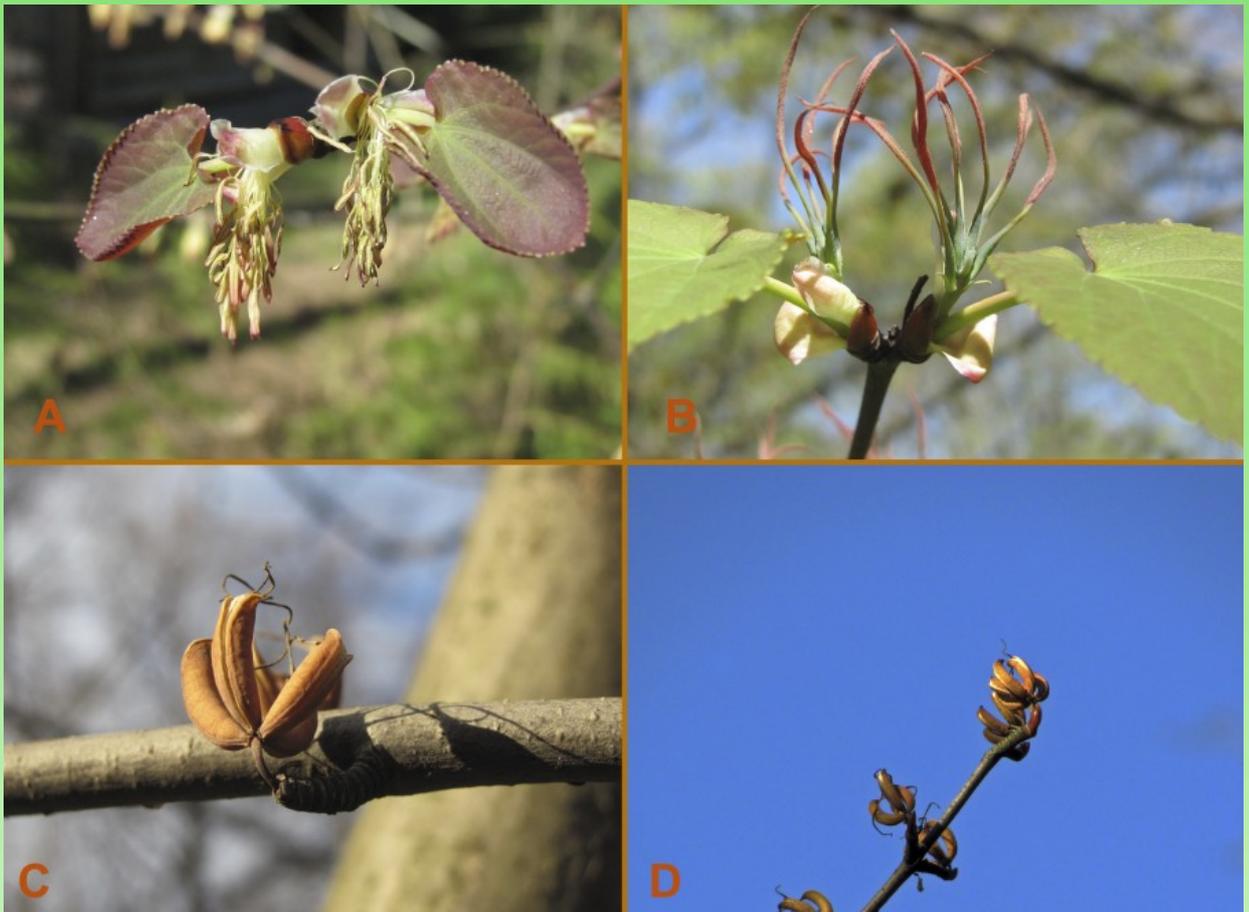


Рис. 2. А - Мужские соцветия у *Cercidiphyllum japonicum*. В - Женские соцветия у *Cercidiphyllum magnificum*. С - Плоды *Cercidiphyllum magnificum*. D - Плоды *Cercidiphyllum japonicum*.

Fig. 2. A - Male inflorescences of *Cercidiphyllum japonicum*. B - Female inflorescences of *Cercidiphyllum magnificum*. C - Fruits of *Cercidiphyllum magnificum*. D - Fruits of *Cercidiphyllum japonicum*.

Таблица 3. Масса и размеры плодов и семян *Cercidiphyllum japonicum* и *Cercidiphyllum magnificum* в Ботаническом саду Петра Великого

Table 3. Weight and size of fruits and seeds of *Cercidiphyllum japonicum* and *Cercidiphyllum magnificum* in the Botanical Garden of Peter the Great

Вид	Год	L, мм	D, мм	Масса 1 плода, г	Число семян в плоде, шт.	Масса 1000 шт. семян, г
1	2017	–	–	0,0266	16	0,814
1	2018	18,9	3,1	0,0269	13	0,827
1	2019	18,1	3,0	0,0262	14	0,781
1	2020	18,2	3,0	0,0268	15	0,804
2	2017	–	–	0,0275	20	0,622
2	2018	18,2	2,9	0,0279	18	0,605
2	2019	17,3	2,8	0,0261	19	0,559
2	2020	18,1	2,9	0,0277	18	0,611

Сбор семян багрянника в Санкт-Петербурге обычно проводят с ноября по февраль. В зависимости от погодных условий, коробочки раскрываются и семена высыплются обычно в период с конца февраля по начало апреля. Собранные семена до посева хранят в холодильнике при 3 °С. Посев семян мы проводили на территории Научно-опытной станции Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН «Отрадное» (НОС «Отрадное»), расположенной на северо-востоке Карельского перешейка в Приозерском районе Ленинградской области (60°49'02" с.ш., 30°13'28" в.д.). Посев семян проводили в субстрат, состоящий из

садовой земли, песка и верхового торфа в соотношении 1 : 1 : 1 с добавлением доломитовой муки. Семена у багрянника мелкие, не подлежат глубокой заделке. При посеве их слегка присыпают землей (1–2 мм). Результаты проверки всхожести семян обоих видов приводятся в таблице 4. В графе 1 обозначения те же, 1 – *C. japonicum*, 2 – *C. magnificum*.

Таблица 4. Всхожесть семян *Cercidiphyllum japonicum* и *Cercidiphyllum magnificum* в Ботаническом саду Петра Великого

Table 4. Germination of seeds of *Cercidiphyllum japonicum* and *Cercidiphyllum magnificum* in the Botanical Garden of Peter the Great

Вид	Дата посева	Число семян, шт.	Первые всходы, дни	Прирост первого года		Прирост второго года		Всхожесть, шт. (%)
				Средний, см	max, см	Средний, см	max, см	
1	15.05.2017	1254	15	12±2,8	17	36±5,2	72	112 (8,93)
1	26.05.2018	1065	13	14±3,7	19	32±4,1	67	93 (8,73)
2	15.05.2017	1288	11	22±5,0	37	49±7,3	92	132 (10,25)
2	26.05.2018	1154	10	20±4,9	34	41±5,6	90	126 (10,92)

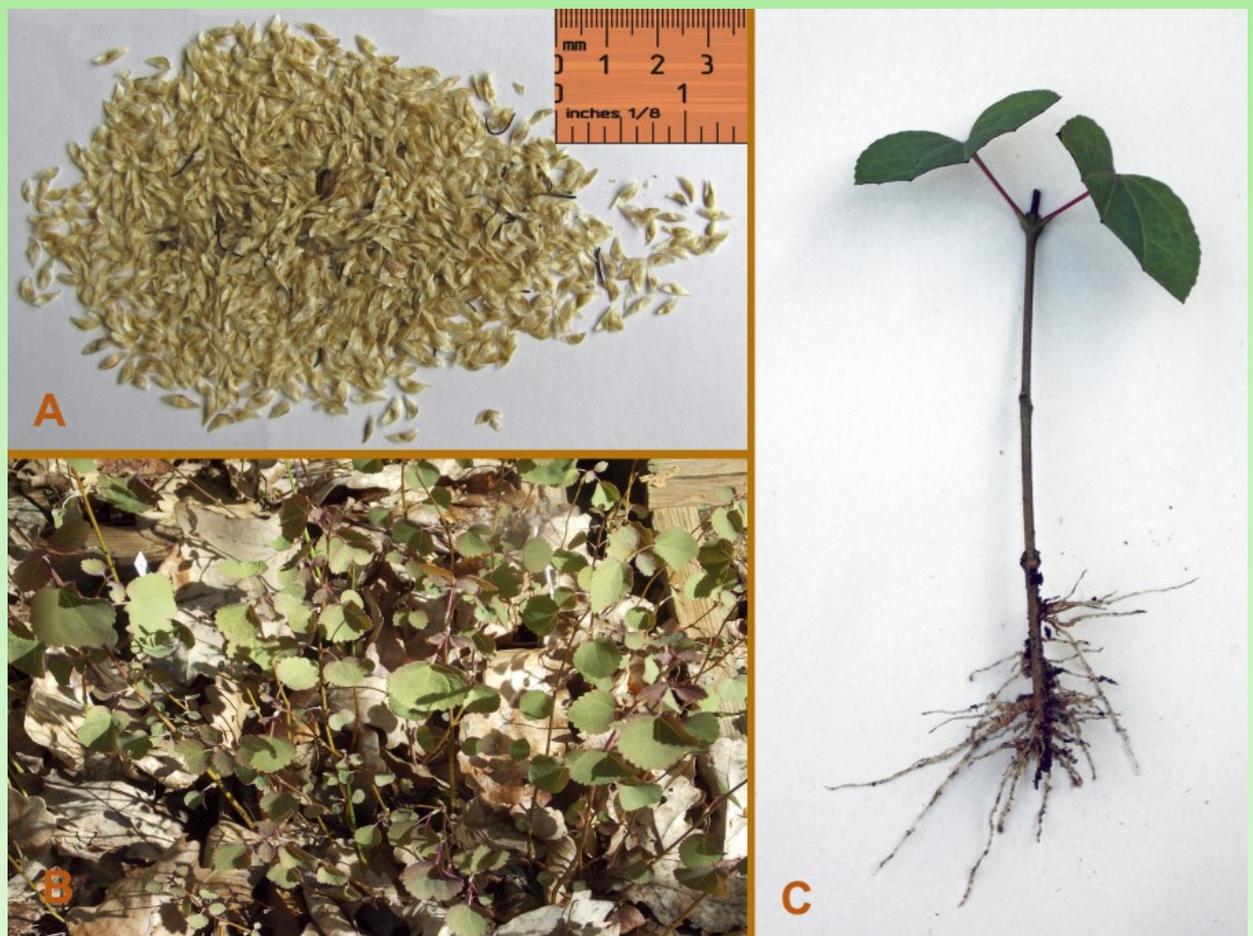


Рис. 3. А - Семена *Cercidiphyllum magnificum*. В - Сеянцы *Cercidiphyllum japonicum* в начале июня 2 года выращивания. С - Укорененный черенок *Cercidiphyllum japonicum*.

Fig. 3. A - Seeds of *Cercidiphyllum magnificum*. B - Seedlings of *Cercidiphyllum japonicum* in early June 2 years of cultivation. C - Rooted cuttings of *Cercidiphyllum japonicum*.

Семена обоих видов всхожие. Всхожесть колеблется в пределах 9–11 %. Прорастание семян – в первый год, довольно быстрое, через 10–15 дней после посева. Поскольку для багрянника характерно обильное плодоношение и у обоих видов женские особи образуют большое число семян, даже имеющихся маточников в Ботаническом саду Петра Великого достаточно, чтобы значительно покрыть потребности в

посадочном материале для городского озеленения Санкт-Петербурга, где багрянник практически отсутствует, несмотря на его очевидную перспективность. Сеянцы уже первого года достигают до 37 см выс. Сеянцы *C. magnificum* проявляют тенденцию к более быстрому росту по сравнению с *C. japonicum*. Максимальная высота сеянцев *C. magnificum* уже в 3 года достигает 210 см, и 179 см – у *C. japonicum*. Такие растения уже можно использовать в качестве посадочного материала для городского озеленения.

Багрянник можно размножить и вегетативным путем. Укоренение проводят зелеными полуодревесневшими черенками на феноступах полного лета (по Н. Е. Булыгину, 1982), это обычно третья декада июня – первая декада июля. Так же возможно укоренение одревесневшими (зимними) черенками в начале мая. Опыты проводились в 2012–2020 гг. Для укоренения были использованы следующие субстраты. 1: торф – песок (1 : 4); 2: торф - песок (1 : 4) с добавлением 0,01% шунгита фр. 0–20 мкм; 3: торф – песок - вермикулит (1 : 3 : 1). Все данные по вегетативному размножению багрянников сведены в таблицу 5.

Таблица 5. Результаты вегетативного размножения *Cercidiphyllum japonicum* и *Cercidiphyllum magnificum* в Ботаническом саду Петра Великого

Table 5. The results of vegetative reproduction of *Cercidiphyllum japonicum* and *Cercidiphyllum magnificum* in the Botanical Garden of Peter the Great

Вид	Происхождение, Дата участка	Обработка	Субстрат	Число, шт.	Выход, шт. (%)
<i>C. japonicum</i>	Уч. 7	10.07.12 Раствор ИУК 1:10000, 20 ч. 20 °С	1	20	9 (45,0)
<i>C. japonicum</i> f. <i>pyramidale</i>	Уч. 99	08.05.13 ИМК-ДМСО-вода 1:200:1000, 5 мин	1	24	4 (16,7)
<i>C. japonicum</i>	Уч. 7	02.07.18 Пудра R-2SWCNT	3	23	18 (78,3)
<i>C. japonicum</i> f. <i>pyramidale</i>	Уч. 99	07.07.20 Пудра R-2SWCNT	3	20	12 (60,0)
<i>C. magnificum</i>	Уч. 106	06.07.12 Раствор ИУК 1:10000, 20 ч. 20 °С	1	20	6 (30,0)
<i>C. magnificum</i>	Уч. 106	03.05.15 Раствор S-12A, 20 ч. 18-20 °С	2	12	8 (66,7)
<i>C. magnificum</i>	Уч. 106	30.06.18 Пудра R-2SWCNT	3	24	19 (79,2)

Укореняемость зеленых полуодревесневших черенков в разных вариантах составила от 30 до 79,2 %, с наилучшим результатом при использовании стимулятора корнеобразования в виде пудры, содержащей углеродные одностенные нанотрубки (79,2 %). Без стимуляторов корнеобразования черенки, взятые с растений возрастом более 20 лет, не укоренились. В тех же условиях черенки, взятые с сеянцев возрастом 5 лет, укоренились с выходом 15,4 % у *C. japonicum* и 16,7 % у *C. magnificum* соответственно. Укореняемость одревесневших (зимних) черенков составила от 16,7 до 66,7 %, с наилучшим результатом при использовании стимулятора корнеобразования в виде многокомпонентной корнеобразующей системы. Опыт укоренения *C. japonicum* f. *pyramidale* одревесневшими (зимними) черенками имел отрицательный результат. Скорость роста вегетативного потомства несколько уступает растениям, выращенным из семян. Например, максимальная высота сеянцев *C. magnificum* уже в 3 года достигает 210 см., такой же высоты достигает растение *C. japonicum* f. *pyramidale* в возрасте 5 лет. Таким образом, багрянник можно размножать как семенным, так и вегетативным путем.

В НОС «Отрадное» поставлен ряд массовых экспериментов по пересадке багрянников. Мы экспериментировали с растениями, полученными как генеративным, так и вегетативным путем. После пересадки 3–4-летних растений с гряд (с открытой корневой системой) в контейнеры, зимой 2020–2021 гг., когда температура кратковременно опускалась до –32 °С, все багрянники, высаженные в контейнеры, выжили. Наблюдалось только незначительное подмерзание однолетних побегов.

Выводы и заключение

В коллекции Ботанического сада Петра Великого БИН РАН в Санкт-Петербурге выращиваются 17 экземпляров двух видов багрянника: *C. japonicum* и *C. magnificum* и одной формы (*C. japonicum* f. *pyramidale*).

Виды рода представлены здесь с начала 1930-х гг. Они достигают размеров дерева второй величины: 13,5 м выс. у *C. magnificum* и до 17,6 м выс. у *C. japonicum*, при диаметре ствола до 45–48 см в возрасте около 90 лет. Почти все растения обоих видов представляют собой многоствольные деревья. В лучших условиях это одноствольные деревья. В отдельных случаях могут быть кустарниками. Обмерзание растений в условиях современного климата второго десятилетия XXI в. отсутствует, прирост ежегодный и достаточно высокий. Состояние растений, в основном, хорошее. Багрянник устойчив к морозобойным трещинам. Однако с возрастом может повреждаться патогенными грибами. Идентифицированы грибы-патогены *Phellinus alni* и *Armillaria lutea*, а также базидиомы факультативного патогена *Fomitiporia punctata*. Почти все достигли репродуктивного состояния, среди них есть как мужские, так и женские особи. Оба вида выращиваются из местных семян, а у *Cercidiphyllum japonicum* отмечен самосев. Плодоношение женских экземпляров ежегодное и достаточно обильное. Всхожесть колеблется в пределах 9–11 %. Прорастание семян отмечается через 10–15 дней после посева. Поскольку для багрянника характерно обильное плодоношение, и у обоих видов женские особи образуют большое число семян, даже имеющихся в Ботаническом саду Петра Великого маточников достаточно, чтобы значительно покрыть потребности в посадочном материале для городского озеленения Санкт-Петербурга и Ленинградской области, где багрянник встречается крайне редко. Сеянцы первого года достигают до 37 см выс. Высота сеянцев уже в 3 года достигает 210 см. Багрянник можно размножать и вегетативным путем, зелеными полуодревесневшими и одревесневшими черенками. Укореняемость черенков в разных вариантах составила от 16,7 до 79,2 %, с наилучшим результатом при использовании стимулятора корнеобразования в виде пудры, содержащей углеродные одностенные нанотрубки (79,2 %). Багрянники быстро растут, хорошо выдерживают пересадку. Испытано контейнерное выращивание без укрытия на зиму. Виды багрянника довольно легко различимы между собой, и оба вида являются перспективными для использования в городском озеленении Санкт-Петербурга.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания по плановым темам «Коллекции живых растений Ботанического института им. В. Л. Комарова – история, современное состояние, перспективы использования» (№: АААА-А18-118032890141–4).

Литература

- Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.
- Бондарцева М. А. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. Вып. 2. Семейства альбатрелловые, апорпиевые, болетопсиевые, бондарцевиевые, ганодермовые, кортициевые (виды с порообразным гименофором), лахнокладиевые (виды с трубчатым гименофором), полипоровые (роды с трубчатым гименофором), пориевые, ригидопоровые, феоловые, фистулиновые // СПб.: Наука, 1998. 391 с.
- Булыгин Н. Е. Дендрология. Фенологические наблюдения над хвойными породами. Л.: ЛТА. 1974. 82 с.
- Булыгин Н. Е. Биологические основы дендрофенологии. Л.: ЛТА, 1982. 80 с.
- Головач А. Г. Деревья, кустарники и лианы Ботанического сада БИН АН СССР. Л.: Наука. 1980. 188 с.
- Замятин Б. Н. Сем. 19. Багрянниковые – *Cercidiphyllaceae* Van Tiegh. // Деревья и кустарники СССР. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1954. С. 12–14.
- Замятин Б. Н. Путеводитель по парку Ботанического института. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1961. 125 с.
- Замятин Б. Н. Случай скрытого полового диморфизма у багрянолистника в раннем возрасте // Бюлл. Глав. ботан. сада. 1964. Вып. 53. С. 81–82.
- Змитрович И. В., Малышева В. Ф., Псурцева Н. В., Спирин В. А. О новом виде рода *Phellinus* Quél. // Новости систематики низших растений. 2005. Т. 39. С. 115–123.
- Змитрович И. В., Фирсов Г. А., Бондарцева М. А., Волобуев С. В., Большаков С. Ю. Базидиомицеты – возбудители хронических гнилей деревьев Ботанического сада Петра Великого Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН: диагностика, биология, распределение по территории // *Hortus Botanicus*. 2018. Т. 13. С. 137–159. <http://doi.org/10.15393/j4.art.2018.5082> .
- Каппер В. Г. Об организации ежегодных систематических наблюдений над плодоношением древесных пород // Труды по лесному опытному делу. 1930. Вып. 8. 147 с.
- Кириллов П. С., Трофимук Л. П. Использование нового регулятора роста для микроразмножения некоторых

видов рода *Crataegus* // Вестн. С.-Петербург. ун-та. 2016. Вып. 4. Сер. 3. Биология. С. 62—75.

Комарова В. Н., Связева О. А., Фирсов Г. А., Холопова А. В. Путеводитель по парку Ботанического сада Ботанического института им. В. Л. Комарова. СПб.: Изд-во ООО «Росток», 2001. 256 с.

Лапин П. И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции // Бюлл. Глав. ботан. сада. 1967. Вып. 65. С. 13—18.

Связева О. А. Деревья, кустарники и лианы парка Ботанического сада Ботанического института им. В. Л. Комарова (К истории введения в культуру) // СПб.: Росток, 2005. 384 с.

Фирсов Г. А., Бялт В. В., Бялт А. В. Новые таксоны деревьев и кустарников в коллекции Ботанического сада Петра Великого // *Hortus Bot.* 2018. Т. 13. С. 98—111. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=5062>. DOI: 10.15393/j4.art.2018.5062 .

Фирсов Г. А., Фадеева И. В. Изменение климата и возможные изменения ассортимента древесных растений Санкт-Петербурга // Бюлл. Глав. ботан. сада. 2020. Вып. 206. № 1. С. 57—63.

Фирсов Г. А., Хмарик А. Г., Трофимук Л. П. Багрянник японский (*Cercidiphyllum japonicum* Siebold et Zucc.) на северо-востоке Карельского перешейка (Ленинградская область) // Бюлл. Глав. ботан. сада. 2020. Вып. 206. № 2. С. 25—30. DOI: 10.25791/BBGRAN.02.2020.1048. ISSN 0366-502X .

Фирсов Г. А., Ярмишко В. Т., Змитрович И. В., Бондарцева М. А., Волобуев С. В., Дудка В. А. Морозобоины и патогенные ксилотрофные грибы в парке-дендрарии Ботанического сада Петра Великого // СПб.: Изд-во «Ладога», 2021. 304 с.

Фирсов Г. А., Ярмишко В. Т. Аннотированный каталог покрытосеменных растений парка-дендрария Ботанического сада Петра Великого БИН РАН // М.: Изд-во РОСА, 2021. 452 с.

DeRosa M., Monreal C., Schnitzer M., Walsh R., Sultan Y. Nanotechnology in fertilizers // *Nature Nanotech.* 2010. Vol. 5. P. 91. <https://doi.org/10.1038/nnano.2010.2> .

Hermes P. H., Gabriela M. P., Ileana V. R. et al. Carbon Nanotubes as Plant Growth Regulators: Prospects // In: Patra J., Fraceto L., Das G., Campos E. (eds) *Green Nanoparticles. Nanotechnology in the Life Sciences.* 2020. P. 77—115. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39246-8_4 .

Hillier J., Coombes A. (Consultant Editors). *The Hillier Manual of Trees and Shrubs.* David and Charles. 2003. 512 p.

Khodakovskaya M., Dervishi E., Mahmood M., Xu Y., Li Z., Watanabe F., Biris A. Carbon Nanotubes Are Able To Penetrate Plant Seed Coat and Dramatically Affect Seed Germination and Plant Growth // *ACS Nano.* 2009. 3 (10). P. 3221—3227. DOI: 10.1021/nn900887m .

Niemelä T. Polypores, lignicolous fungi // *Norrinia.* 2005. Vol. 13. P. 1—320.

Ryvarden L., Gilbertson R. L. European polypores. Part 1. Abortiporus – Lindtneria // *Synopsis Fung.* 6. Oslo: Fungiflora, 1993. P. 1—387.

Ryvarden L., Gilbertson R. L. European polypores. Part 2. Meripilus – Tyromyces // *Synopsis Fung.* 7. Oslo: Fungiflora, 1994. P. 388—743.

Ryvarden L., Melo I. Poroid fungi of Europe / with photos by T. Niemelä and drawings by I. Melo and T. Niemelä // *Synopsis Fung.* 31. Oslo: Fungiflora, 2014. 455 p.

Trofimuk L. P., Kirillov P. S., Egorov A. A. Application of biostimulants for vegetative propagation of endangered *Abies gracilis* // *Journal of Forestry Research.* 2019. DOI: [org/10.1007/s11676-019-00903-2](https://doi.org/10.1007/s11676-019-00903-2) .

Katsura trees (*Cercidiphyllum* Siebold et Zucc., Cercidiphyllaceae) in the Botanical Garden of Peter the Great: results of arboriculture, state and prospects of breeding

FIRSOV Gennady Afanas'evich	Komarov Botanical Institute RAS, Professora Popova 2, St. Petersburg, 197376, Russia gennady_firsov@mail.ru
TROFIMUK Lev	Komarov Botanical Institute RAS, Professora Popova 2, St. Petersburg, 197376, Russia Radoste@yandex.ru
ZMITROVICH Ivan Victorovich	Komarov Botanical Institute RAS, Professora Popova 2, St. Petersburg, 197376, Russia iv_zmitrovich@mail.ru

Key words:

ex situ, katsura trees, arboriculture, Saint-Petersburg, generative reproduction, vegetative reproduction, regulators of root producing, fungi pathogens, Cercidiphyllaceae, *Cercidiphyllum*

Summary:

Two species of Katsura trees - *Cercidiphyllum japonicum* and *Cercidiphyllum magnificum* – are presented in the collection of the Peter the Great Botanical Garden of the BIN after V. L. Komarova RAS in St. Petersburg since the early 1930s. It reaches a size of 13.5 m high in *C. magnificum* and up to 17.6 m in height in *C. japonicum* with a trunk diameter of up to 48 cm at the age of about 90 years. There is no freezing of plants in the conditions of the modern climate of the first decades of the XXI century. The Katsura trees are resistant to frost cracks. However, with age, it can be damaged by pathogenic fungi. Fungi pathogens *Phellinus alni* (Bondartsev) Parmasto and *Armillaria lutea* Gillet, as well as basidiomas of the facultative pathogen *Fomitiporia punctata* (P. Karst.) Murrill, have been identified. Both plants of Katsura trees are grown from local seeds, and *Cercidiphyllum japonicum* is self-seeding. Seed germination ranges from 9-11 %. The rooting rate of cuttings in different variants ranged from 16.7 to 79.2 %, with the best result when using a root formation stimulator in the form of a powder containing carbon single-walled nanotubes (79.2 %). Both species are promising for landscaping in St. Petersburg.

Is received: 28 september 2021 year

Is passed for the press: 18 december 2021 year

References

- Alekseev V. A. Diagnostic of vital state of trees and tree stands// Lesovedenie. 1989. No. 4. P. 51—57.
- Bondartseva M. A. Keys to mushrooms of Russia. The order is apylophorico. Issue 2. Families albatrell, aporpia, boletopsia, bondartsevaceae, ganoderma, corticia (species with a pore-like hymenophore), lachnocadia (species with a tubular hymenophore), polyporous (genera with a tubular hymenophore), porium, rigidoporous, pheolous, fistolaceous// SPb.: Nauka, 1998. 391 p.
- Bulygin N. E. Biological bases of woody phenology. L.: LTA, 1982. 80 p.
- Bulygin N. E. Dendrology. Phenological observations on conifers. L.: LTA. 1974. 82 p.
- DeRosa M., Monreal C., Schnitzer M., Walsh R., Sultan Y. Nanotechnology in fertilizers // Nature Nanotech. 2010. Vol. 5. P. 91. <https://doi.org/10.1038/nnano.2010.2> .
- Firsov G. A., Byalt V. V., Byalt A. V. New taxa of trees and shrubs in the collection of the Peter the Great Botanical Garden// Hortus Bot. 2018. T. 13. P. 98—111. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=5062>. DOI: 10.15393/j4.art.2018.5062 .
- Firsov G. A., Fadeeva I. V. Climate change and possible changes in the assortment of woody plants in St. Petersburg// Byull. Glav. botan. sada. 2020. Vyp. 206. No. 1. P. 57—63.
- Firsov G. A., Khmarik A. G., Trofimuk L. P. Katsura tree (*Cercidiphyllum japonicum* Siebold et Zucc.) at the north-east of the Karel isthmus (Leningrad Region, Russia)// Byull. Glav. botan. sada. 2020. Vyp. 206. No. 2. P. 25—30. DOI: 10.25791/BBGRAN.02.2020.1048. ISSN 0366-502Kh .
- Firsov G. A., Yarmishko V. T. Annotated catalog of angiosperms in the arboretum park of the Peter the Great Botanical Garden BIN RAS// M.: Izd-vo ROSA, 2021. 452 p.
- Firsov G. A., Yarmishko V. T., Zmitrovitch I. V., Bondartseva M. A., Volobuev S. V., Dudka V. A. Frostbite and

pathogenic xylotrophic fungi in the arboretum of the Peter the Great Botanical Garden// SPb.: Izd-vo «Ladoga», 2021. 304 p.

Golovatch A. G. Trees, shrubs and lianas of the Botanical Garden of the Botanical Institute of the USSR Academy of Sciences. L.: Nauka. 1980. 188 p.

Hermes P. H., Gabriela M. P., Ileana V. R. et al. Carbon Nanotubes as Plant Growth Regulators: Prospects // In: Patra J., Fraceto L., Das G., Campos E. (eds) Green Nanoparticles. Nanotechnology in the Life Sciences. 2020. P. 77—115. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39246-8_4 .

Hillier J., Coombes A. (Consultant Editors). The Hillier Manual of Trees and Shrubs. David and Charles. 2003. 512 p.

Kapper V. G. On the organization of annual systematic observations of the fruiting of tree species// Trudy po lesnomu opytному delu. 1930. Vyp. 8. 147 p.

Khodakovskaya M., Dervishi E., Mahmood M., Xu Y., Li Z., Watanabe F., Biris A. Carbon Nanotubes Are Able To Penetrate Plant Seed Coat and Dramatically Affect Seed Germination and Plant Growth // ACS Nano. 2009. 3 (10). P. 3221—3227. DOI: 10.1021/nn900887m .

Kirillov P. S., Trofimuk L. P. Use of a new growth regulator for micropropagation of some species of the genus *Crataegus*// Vestn. S, Peterb. un-ta. 2016. Vyp. 4. Ser. 3. Biologiya. P. 62—75.

Komarova V. N., Svyazeva O. A., Firsov G. A., Kholopova A. V. A guide to the park of the Botanical Garden of the Botanical Institute V. L. Komarova. SPb.: Izd-vo OOO «Rostok», 2001. 256 p.

Lapin P. I. Seasonal rhythm of developing of woody plants and its significance for introduction// Byull. Glav. botan. sada. 1967. Vyp. 65. P. 13—18.

Niemelä T. Polypores, lignicolous fungi // Norrlinia. 2005. Vol. 13. P. 1—320.

Ryvarden L., Gilbertson R. L. European polypores. Part 1. Abortiporus – Lindtneria // Synopsis Fung. 6. Oslo: Fungiflora, 1993. P. 1—387.

Ryvarden L., Gilbertson R. L. European polypores. Part 2. Meripilus – Tyromyces // Synopsis Fung. 7. Oslo: Fungiflora, 1994. P. 388—743.

Ryvarden L., Melo I. Poroid fungi of Europe, with photos by T. Niemelä and drawings by I. Melo and T. Niemelä // Synopsis Fung. 31. Oslo: Fungiflora, 2014. 455 p.

Svyazeva O. A. Trees, shrubs and lianas in the park of the Botanical Garden of the Botanical Institute V.L. Komarova (On the history of the introduction to culture)// SPb.: Rostok, 2005. 384 p.

Trofimuk L. P., Kirillov P. S., Egorov A. A. Application of biostimulants for vegetative propagation of endangered *Abies gracilis* // Journal of Forestry Research. 2019. DOI: [org/10.1007/s11676-019-00903-2](https://doi.org/10.1007/s11676-019-00903-2) .

Zamyatnin B. N. A case of latent sexual dimorphism of Katsura tree at an early age// Byull. Glav. botan. sada. 1964. Vyp. 53. P. 81—82.

Zamyatnin B. N. Botanical Institute park guide. M., L.: Izd-vo AN SSSR, 1961. 125 p.

Zamyatnin B. N. Katsura trees – *Cercidiphyllaceae* Van Tiegh// Derevyia i kustarniki SSSR. M., L.: Izd-vo AN SSSR, 1954. P. 12—14.

Zmitrovitch I. V., Firsov G. A., Bondartseva M. A., Volobuev S. V., Bolshakov S. Yu. Basidiomycetes are the causative agents of chronic rot of trees in the Botanical Garden of Peter the Great Botanical Institute named after V. L. Komarov RAS: diagnostics, biology, distribution over the territory// Hortus Botanicus. 2018. V. 13. C. 137—159. <http://doi.org/10.15393/j4.art.2018.5082> .

Zmitrovitch I. V., Malysheva V. F., Psurtseva N. V., Spirin V. A. About a new species of the genus *Phellinus* Qué!// Novosti sistematiki nizshikh rastenij. 2005. V. 39. P. 115—123.

Цитирование: Фирсов Г. А., Трофимук Л. П., Змитрович И. В. Багрянники (*Cercidiphyllum* Siebold et Zucc., *Cercidiphyllaceae*) в Ботаническом саду Петра Великого: итоги интродукции, состояние и перспективы разведения // Hortus bot. 2021. T. 16, 2021, стр. 219 - 234, URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=8005>. DOI: [10.15393/j4.art.2021.8005](https://doi.org/10.15393/j4.art.2021.8005)

Cited as: Firsov G. A., Trofimuk L., Zmitrovich I. V. (2021). Katsura trees (*Cercidiphyllum* Siebold et Zucc., Cercidiphyllaceae) in the Botanical Garden of Peter the Great: results of arboriculture, state and prospects of breeding // Hortus bot. 16, 219 - 234. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=8005>