



HORTUS BOTANICUS

Международный электронный журнал ботанических садов

15 / 2020



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

HORTUS BOTANICUS

Международный электронный журнал ботанических садов

15 / 2020

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

Главный редактор

А. А. Прохоров

Редакционный совет

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

Редакционная коллегия

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

Редакция

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

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Красноармейская, 31, каб. 12.

E-mail: hortbot@gmail.com

<http://hb.karelia.ru>

© 2001 - 2020 А. А. Прохоров

На обложке:

Партер в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси. Фото Станислава Бакея.

Разработка и техническая поддержка

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

Петрозаводск
2020

Пихта грациозная (*Abies gracilis* Kom., Pinaceae) в Санкт-Петербурге и Ленинградской области: история интродукции, биологические особенности и способы ее размножения

ОРЛОВА Лариса Владимировна	Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, ул. Профессора Попова, д. 2, Санкт-Петербург, 197376, Россия orlarix@mail.ru LOrlova@binran.ru
ФИРСОВ Геннадий Афанасьевич	Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, ул. Профессора Попова, д. 2, Санкт-Петербург, 197376, Россия gennady_firsov@mail.ru
ТРОФИМУК Лев Павлович	Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, ул. Профессора Попова, д. 2, Санкт-Петербург, 197376, Россия Radoste@yandex.ru
КАРАМЫШЕВА Анастасия Владимировна	Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, ул. Профессора Попова, д. 2, Санкт-Петербург, 197376, Россия korovinaav@mail.ru

Ключевые слова:

ex situ, пихта грациозная, история изучения, интродукция, ботанические сады, Санкт-Петербург, Ленинградская область, способы размножения, Pinaceae, *Abies gracilis*

Аннотация: Статья посвящена интродукции, биологическим особенностям и способам размножения пихты грациозной (*Abies gracilis* Kom.). Это растение выращивается в Санкт-Петербурге с 1986 г., в Ленинградской области на Карельском перешейке - с 2009 г. Лучшие экземпляры в возрасте 33 лет достигают 7,1 м высоты. Первое семеношение - с 2007 г. в возрасте 17 лет, заметно раньше по сравнению с природными условиями естественного ареала. Вначале эпизодическое и не ежегодное, с 2016 г. стало регулярным, в 2019 г. - обильное. Всхожесть семян составляет 0,12-0,29 %, семенное потомство впервые получено в 2015 г. Семена отличаются высокой партенокарпией, при рентгенографическом анализе выявляется пустозернистость, несформированность эндосперма и недовыполненность зародыша. При вегетативном размножении черенками выход составил до 67,5 %. Процент укоренения увеличивается при использовании оригинальных многокомпонентных стимуляторов корнеобразования. В опытах по размножению прививкой в приклад сердцевинной на камбий на подвой *Abies balsamea* (L.) Mill. приживаемость составила 81,8 %. Размножение возможно всеми тремя способами: семенами, черенками и прививкой. Проблемой остаются низкая всхожесть семян и медленное развитие растений в молодом возрасте.

Получена: 12 февраля 2020 года

Подписана к печати: 26 января 2021 года

Введение

Пихта изящная или грациозная (*Abies gracilis* Kom.) является одним из наименее распространенных в культуре хвойных растений в России. Первое упоминание о роще пихты грациозной приведено в книге Крашенинникова С. П. "Описание Земли Камчатки". Проводя всестороннее исследование Камчатки в 1737–1741 гг., путешественник и исследователь Степан Крашенинников собрал уникальный естественно-исторический материал об этом не изученном тогда районе России, его растительном и животном мире, природных условиях, жизни и языке коренного населения. В его труде (Крашенинников, 1755) приводится краткое описание пихтовой рощи близ устья реки Семячик (Шемечь) на тихоокеанском побережье п-ова Камчатка. Предположительно, первым посетил рощу пихты грациозной Георг Стеллер зимой 1744 года. Однако в его фундаментальном труде «Описание Земли Камчатки» (Стеллер, 2011) нет упоминания о

пихте на Камчатке. Возможно описание было в его рукописи «Historiam plantarum Kamtschaticarum». К сожалению, ее поиски не увенчались успехом, и она, вероятно, утеряна (Штреккер, 2012).

Следующее обследование пихтовой рощи провел известный учёный Карл фон Дитмар 9 сентября 1854 г. (Дитмар, 1901). Он сделал краткое ботаническое описание *Abies gracilis*. Автор высказал свои предположения о происхождении пихты грациозной: «Очень странно также и то обстоятельство, что лес этот распространяется не посредством обсеменения, и что во всей области не найдено ни одного дерева этого вида, возникшего из семени. Этот остров хвойного леса известен здесь с древнейших времен и остается постоянным в своих границах. Если пихта, растущая в устье Семячика, принадлежит к другому виду, то сам факт пребывания ее здесь еще более интересен, так как в последнем случае этот маленький островок хвойного леса был бы единственным местом нахождения этого вида в Камчатке. Я полагаю, что пихту устья Семячика следует считать идентичной с пихтой долины Камчатки» (Дитмар, 1901: 654-655).



Рис. 1. А - страница из книги Степана Крашенинникова «Описание Земли Камчатки» с упоминанием о роще пихты грациозной; Б - титульный лист первого издания книги Георга Стеллера «Описание Земли Камчатки», Лейпциг, 1774.

Fig. 1. A - a page from Stepan Krasheninnikov's book "Description of Kamchatka Land" with a mention of a graceful fir grove; Б - The title list of the first edition of George Steller's book "The description of Kamchatka Land", Leipzig, 1774.

В качестве самостоятельного вида *Abies gracilis* была описана В. Л. Комаровым в 1901 г. по присланным ему образцам. Во время экспедиции 1909 г. Комаров проходил по долине реки Семячик, но в пихтовой роще не был (Комаров, 1912). Описание этого вида было сделано по образцам, переданным местными жителями в 1890 г. и в 1909 г. (Комаров, 1951). Он считал *Abies gracilis* наиболее близкой к *Abies sachalinensis* (F. Schmidt) Mast. Хотя по анатомическому строению хвоинок пихта грациозная гораздо ближе к *Abies sibirica* Ledeb. В более поздних работах В. Л. Комаров (1927, 1951) считал ее более близкой с *Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim.

Происхождение пихты грациозной на Камчатке остается ещё до конца не выясненным. Выдвигались самые разнообразные версии. Самым простым объяснением было то, что семена занесли из других

регионов птицы. Но это невозможно, ведь семена проходят через пищеварительную систему у птиц примерно за несколько часов, средняя скорость полета птиц 40-80 км/час (Штейнбахер, 1956), а ближайшие области распространения пихты на Сахалине и Курильских островах отстоят от востока Камчатки на 1200–1300 километров. Другая гипотеза предполагает антропогенный характер (Корпачевский, 1968; Бобров, 1978) появления *Abies gracilis* на Камчатке. Она предполагает, что семена грациозной пихты в древности привезли из других регионов местные жители - коряки, ительмены. Но эта гипотеза не нашла подтверждений. В настоящее время большинство исследователей (Турков, Шамшин, 1963; Науменко и др., 1986; Кожевников, Кожевникова, 2006; Нешатаева, Фирсов, 2006) рассматривают *Abies gracilis* как реликт раннеплейстоценовых хвойно-широколиственных лесов, распространенных на полуострове Камчатка до начала плейстоценовых оледенений.

Таксономическая самостоятельность вида *Abies gracilis* Kom. не признавалась всеми исследователями. В литературе можно встретить различную трактовку этого таксона. Так, она рассматривалась в ранге разновидности пихты сибирской – *Abies sibirica* Ledeb. var. *gracilis* (Kom.) Patschke (Patschke, 1913) или пихты сахалинской – *Abies sachalinensis* var. *nemorensis* Mayr (Hulten, 1927), *Abies sachalinensis* var. *gracilis* (Kom.) Farjon (Farjon, 1990; Farjon, Page, 1999). В четвертом томе издания «Сосудистые растения Советского Дальнего Востока» она включена в синонимы *Abies sachalinensis* Fr. Schmidt (Коропачинский, 1989). А. Rehder (1949) и G. Krussmann (1995) считали ее синонимом *Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim. Однако большинство отечественных авторов рассматривают это таксон как самостоятельный, эндемичный для Камчатки, угасающий вид (Орлова, 2003). В дополнениях и изменениях к изданию «Сосудистые растения Советского Дальнего Востока» (т. 1-8, 1988-1996), был восстановлен видовой статус *Abies gracilis* во «Флоре российского Дальнего Востока» (Кожевников, Кожевникова, 2006). Как самостоятельный вид *Abies gracilis* включена В. А. Недолужко (1995) в «Конспект дендрофлоры российского Дальнего Востока», с указанием (с. 12), что «данный вид близок, но не тождествен *Abies nephrolepis* и *Abies sachalinensis*».

Согласно исследованиям, проведенным Л. В. Орловой (2003), *Abies gracilis* Kom. по морфологическому строению вегетативных и репродуктивных органов можно рассматривать в ранге вида близкого к *Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim., вместе с которым он входит в ряд *Nephrolepides*. *Abies gracilis* отличается от *Abies nephrolepis* более мелкими (2,5-5 см дл., 2–2,5 см толщ.) шишками (у *Abies nephrolepis* шишки 4,5–6,5 см дл., 2-2,3 см толщ.), морфологическими особенностями семенных и кроющих чешуй и семян, а также короткими и узкими (12–20 мм дл., 0,8–1 мм шир.) хвоинками; красновато-темно-коричневой или зеленовато-фиолетовой окраской верхушечных почек и голыми (или очень слабо опушенными) молодыми побегами (Орлова, 2003; Орлова, Фирсов, 2003; Orlova, Firsov, 2004; Фирсов, Орлова, 2008, 2019). По данным ряда авторов, пихта изящная отличается от близкородственных видов также особенностями микроструктуры коры (Раскатов, Науменко, 1978), некоторыми специфическими биохимическими и физиологическими показателями (Науменко, 1981).

Результаты аллозимного и AFLP анализов популяций (Semerikova et al., 2011, 2012; Семерикова, 2016) подтверждают, что эта пихта является древним автохтонным видом на Камчатке, родственным как *Abies nephrolepis*, так и *Abies sachalinensis*. При этом ядерная и хлоропластная ДНК у *Abies gracilis* ближе к *Abies sachalinensis*, а мтДНК совпадает с материковым видом *Abies nephrolepis*.

Единственная в мире роща пихты грациозной на площади менее 20 га (всего около 30 тысяч деревьев) находится в России, в устье р. Семячик, на Тихоокеанском побережье п-ова Камчатка. Она имеет географические координаты с севера на юг 54°08'38.6"N - 54°08'22.5"N, с запада на восток 159°56'14.2"E - 159°56'57.0"E. Роща представляет собой вытянутый массив, расположенный с юго-востока на северо-запад. В настоящее время уникальная роща пихты грациозной находится под охраной Кроноцкого государственного заповедника. Максимальный возраст дикорастущих деревьев пихты составляет 225 лет, средний возраст - 130 лет. Средняя высота - 13 м, средний диаметр ствола – 25 см; максимальная высота пихты – 17 м (Науменко и др., 1986).

Abies gracilis занесена в Красную книгу Камчатки (2007), входит в дополнительный список в приложении Красной книги РФ (2008): «Перечень таксонов растений и грибов, которые нуждаются в особом внимании к их состоянию в природной среде и мониторинге». Она включена в первое и второе издание «Красной книги СССР» (1978, 1984) как реликтовый эндемик, а также в "List of endangered woody plants of the Russian Far East" (Nedoluzhko, 1999). Кроме того, это один из трёх видов Российского Дальнего Востока, включенный в "Global Red List of Conifers" (Farjon, Page, 1999). К сожалению, пихта грациозная ошибочно не была включена в Красную книгу РСФСР (1988), так как по недоразумению «растворилась» в синонимах пихты сахалинской (*Abies sachalinensis*) (Фирсов и др., 2008, 2010).

Пихта грациозная (*Abies gracilis* Kom.) в культуре встречается очень редко и только в отдельных ботанических коллекциях. Достаточно долгое время, до второй половины XX века, она не была введена в культуру (Васильев, Уханов, 1949; Красная книга СССР, 1978, 1984). В Главном ботаническом саду РАН в Москве она представлена с 1967 г. (Демидов, 2005). В настоящее время в коллекции ГБС 4 растения *Abies gracilis*. Семеношение у них не наблюдается. Исследовательские работы по ним не достаточно освещены.



Рис. 2. Спутниковый снимок рощи пихты изящной в Кроноцком государственном заповеднике на Камчатке.

Fig. 2. Satellite image of a graceful fir grove in the Kronotsky State Nature Reserve in Kamchatka.

Большие усилия по распространению её семян сделаны Кроноцким государственным заповедником. Сейчас этот вид представлен в Ботаническом саду Петра Великого Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН (Санкт-Петербург), Полярно-альпийском ботаническом саду-институте (ПАБСИ, Кировск, Мурманская область), Главном ботаническом саду (Москва), дендрарии Амурского государственного лесохозяйственного предприятия и Ставропольском ботаническом саду (Карпун, 1999). Однако, по данным О. А. Гончаровой (2015), в ПАБСИ пихта грациозная числится как *Abies nephrolepis* (пихта белокорая). В ПАБСИ *Abies gracilis* выращена из семян, полученных из Кроноцкого государственного заповедника на Камчатке в 1986 г. Растения высажены в дендрарии в окрестностях г. Апатиты. Имеют балл зимостойкости 1 – зимует без повреждений (Лапин, Сиднева, 1973).

В Ботаническом саду Петра Великого Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН (БИН) этот вид культивируется с 1986 г. (Фирсов и др., 2015). В другом интродукционном центре Санкт-Петербурга, Лесотехническом государственном университете, пихта грациозная появилась с 1992 г. (Орлова и др., 2011). Г. А. Фирсов, Л. П. Трофимук и Л. В. Орлова (2015) в итоговой статье, посвящённой интродукции пихты грациозной в Санкт-Петербурге, отметили, что этот редкий вид флоры российского Дальнего Востока в Ботаническом саду Петра Великого выращивается с 1986 г., первое семеношение наблюдалось в 2007 г., а в 2015 г. впервые получено семенное потомство. Лучшие экземпляры к тому времени достигли 5,9 м высоты в возрасте 30 лет.

Однако до сих пор многие биологические особенности пихты грациозной в условиях культуры на Северо-Западе России ещё не до конца изучены. В настоящей статье подводятся основные итоги интродукции этого редкого и ценного вида хвойных флоры России по состоянию на осень 2019 г. с учётом дополнительных расширенных исследований за прошедшие годы.

Приняты следующие сокращения: БИН РАН – Ботанический сад Петра Великого Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН, ВДС ГЛТУ – Верхний Дендросад Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета, НОС Отрадное – научно-опытная станция Отрадное БИН РАН, не исп. – не испытывалось, п-ов – полуостров, пос. – посёлок, р. – река, уч. – участок, выс. –

высота, экз. — экземпляр, шт. — штук.



Рис. 3. *Abies gracilis* на научно-опытной станции Отрадное (Ленинградская обл.) в мае 2017 г. Однолетний побег с верхушечной почкой. Нижняя сторона хвои однолетнего побега.

Fig. 3. *Abies gracilis* at the Otradnoye scientific experimental station (Leningrad Region) in May 2017. One-year shoot with apical kidney. The underside of the annual shoot needles.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлись 11 экземпляров в коллекции Ботанического сада Петра Великого, одно растение в Верхнем дендросаду ЛТУ, одно растение на научно-опытной станции «Отрадное» БИН РАН, а также три растения на территории общественных городских пространств и на частных участках. Всего наблюдалось 16 растений. 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 сухостой, 5б - старый сухостой. Фенологические наблюдения проводились по методике Н. Е. Булыгина (1974). Сезоны, подсезоны и феноэтапы года приняты по Н. Е. Булыгину (1982).

Зимостойкость оценивалась по шкале П. И. Лапина: 1 - повреждений нет (растение не обмерзает); 2 - обмерзает не более половины длины однолетних побегов; 3 - обмерзают однолетние побеги полностью; 4 - обмерзают двухлетние и более старые части растений; 5 - обмерзает крона до уровня снегового покрова; 6 - обмерзает вся надземная часть; 7 - растение вымерзает полностью (Лапин, 1967; Лапин, Сиднева, 1973).

Высота растений до 3,00 м измерялась мерной нивелирной рейкой с точностью до 0,01 м до выс. 5,30 м — с точностью до 0,1 м. Высоту более крупных деревьев определяли высотомером Nikon Forestry Pro с шагом измерения высоты 0,2 м. Диаметр ствола измерялся на высоте 1,3 м. Обследование растений проводилось в весенне-летние периоды 2017–2019 гг. Замеры средних годовых приростов проводилось в 4 точках по сторонам света в трехкратной повторности.

Качество семян предварительно оценивалось рентгенографическим методом на аппаратно-программном комплексе на основе передвижной рентгенодиагностической установки ПРДУ-02 (Архипов и др., 2020). В состав установки ПРДУ-02 входят: рентгенозащитная камера для проведения рентгенографических работ; источник рентгеновского излучения моноблочного типа РАП70М-0,1Н-1; приемник рентгеновского изображения на основе многофункционального портативного плоско-панельного детектора для цифровой рентгенографии; управляющая рабочая станция с универсальным программным обеспечением для анализа цифровых рентгеновских изображений семян. Коэффициент увеличения изображения составлял 3,0х для рентгеновской съемки. Организация-разработчик и предприятие-изготовитель: ЗАО «ЭЛТЕХ-Мед», Санкт-Петербург, Россия.

Подзимний посев семян проводился на гряды или в ящики без укрытия, с неглубокой присыпкой почвы. В качестве субстрата была использована смесь садовой земли, раскисленного торфа и песка в соотношении 1:1:1.

Статистическую обработку данных проводили методами дисперсионного анализа (ANOVA) с использованием статистической программы Statistica 10.0. (StatSoft, Inc. 2011), различия считались значимыми при $p < 0,05$.

Схемы размещения растений сделаны с помощью программы Garden Planner 3.4.7. Возраст и размеры растений приведены по состоянию на ноябрь 2019 г.

Результаты и обсуждение

Пихта грациозная в Ботаническом саду Петра Великого Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН выращивается с 1986 г., в коллекции Парка-дендрария 11 деревьев двух образцов, все выращены из семян, полученных из природных условий Кроноцкого заповедника Камчатской области. Из них 8 экз. выращены из семян, полученных в 1984 г. из природы Кроноцкого заповедника (через областной центр экологии, Елизово, Камчатская обл.). Семена посеяны 10 марта 1986 г. после стратификации, взошли 2 апреля 1986 г.; 3 экз. из семян собранных там же, посеянных осенью 1990 г. Дата появления всходов – 10 июня 1991 г.

Деревья высажены на участки: 94 (59°58'09.6"N, 30°19'30.7"E) - 5 экз., 142 (59°58'12.6"N, 30°19'11.4"E) - 3 экз. и по одному экз. на уч. 127 (59°58'08.8"N, 30°19'17.1"E), 135 (59°58'10.1"N, 30°19'13.5"E) и 139 (59°58'10.4"N, 30°19'15.6"E).

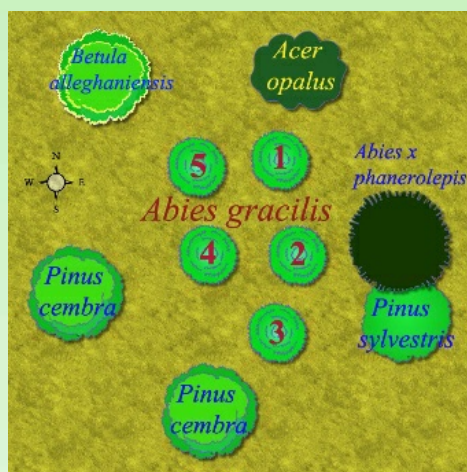


Рис. 4. Расположение *Abies gracilis* на участке 94 Ботанического сада Петра Великого БИН РАН.

Fig. 4. Location of *Abies gracilis* on site 94 of the Botanical Garden of Peter the Great BIN RAS.



Рис 5. Расположение *Abies gracilis* на участке 142 Ботанического сада Петра Великого БИН РАН.

Fig. 5. The location of *Abies gracilis* on the site 142 of the Botanical garden of Peter the Great BIN RAS.

Первая посадка на уч. 139 представляет собой памятное дерево, высаженное лауреатом Нобелевской премии академиком РАН Жоресом Ивановичем Алфёровым 21 мая 2002 г. В апреле 2004 г. высажен 1 экз. на уч. 127. В апреле следующего 2005 г. высажен 1 экз. на уч. 135 (посадка В. Ю. Нешатаевой и Г. А. Фирсова). В том же 2005 г., 30 апреля, высажены 5 экз. на уч. 94, при посадке самое крупное дерево 2,27 м выс. (табл. 1). В октябре 2005 г., высажены 2 экз. на уч. 142. Третий экз. на уч. 142 подсажен 15 апреля 2007 г.

Таблица 1. Характеристика растений *Abies gracilis* на участке 94 парка-дендрария БИН РАНTable 1. Characteristics of *Abies gracilis* plants in section 94 of the arboretum park of the BIN RAS

Растения на уч. 94	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Возраст, лет	33	33	33	33	33
Высота, м	6,70	3,15	3,95	5,04	5,35
Проекция кроны, м	3,1x3,2	2,3x1,8	2,3x2,4	2,9x2,8	3,0x3,1
Диаметр ствола, мм	131	51	73	92	108
Жизненное состояние по Алексееву	1	3	1	2	2
Сухие ветки, %	5	30	7	7	10
Средний годовой прирост в 2017 г., мм	66±16	42±10	49±11	80±18	60±15
Средний годовой прирост в 2018 г., мм	83±22	81±15	84±19	92±26	79±20
Средний годовой прирост в 2019 г., мм	65±15	52±13	43±14	47±15	42±12
Средняя продолжительность жизни хвои, лет	4	3	4–5	4	4

По состоянию на осень 2007 г. в Ботаническом саду БИН РАН средняя высота особей возрасте 22 года достигла 2,06±0,95 м при диаметре ствола на высоте 1,3 м - 30±10 мм. Крона правильная, низкоопущенная, от 1,1x0,9 до 1,8x1,6 м; у более молодых деревьев в 17 лет высота составляет 1,53±0,38 м. Средний прирост верхушки последнего года 190±110 мм, боковых побегов первого порядка – 100±70 мм, второго порядка – 60±50 мм. По ходу роста пихта грациозная заметно отстает от пихт сахалинской и белокорой (Фирсов, Орлова, Волчанская, 2008).

По состоянию на осень 2019 г. самое крупное дерево на уч. 139 в возрасте 33 лет достигло высоты 7,1 м. На уч. 94 в группе из пяти деревьев самое крупное достигает высоты 6,7 м, при диаметре ствола 131 мм. Деревья на уч. 142 (группа из 3 шт.) имеют меньшие размеры: высота от 3,93 до 4,72 м, так как они более молодые. Подтверждается, что пихта грациозная отличается медленным ростом как в природе, так и в культуре. Как видно из рис. 6, прирост по высоте остаётся примерно равномерным, чуть увеличившись в последние годы (заметнее с 2009-2010 гг.). Вегетацию она начинает на первом этапе «разгара весны» по Календарю природы (Фирсов, Смирнов, 2012), в зависимости от погоды, в первой – начале второй декады мая, раньше многих других видов пихты. Для этого вида характерен короткий период роста побегов (Фирсов и др., 2015). В Ботаническом саду Петра Великого растения вполне зимостойки и повреждений от мороза не имеют. При визуальном осмотре на всех обследованных растениях не обнаружено повреждений зимними морозами (морозобоин) надземной части растений и весенних солнечных ожогов хвои.

Также не обнаружено повреждений хермесом и болезнями, обычно поражающими пихты – шютте пихты (возбудитель гриб *Lophodermium nervisequium*), бурое шютте (возбудитель гриб *Herpotrichia juniper*), побурение (возбудитель гриб *Rhizosphaera pini*) и ржавчина (возбудитель гриб *Pucciniastrum goeppertianum*). На пихтах, растущих на участках 94 № 2, 142 № 10 и № 11, наблюдается частичное усыхание, пожелтение хвои, возможно, вызванное недостатком влаги из-за загущенности посадок.

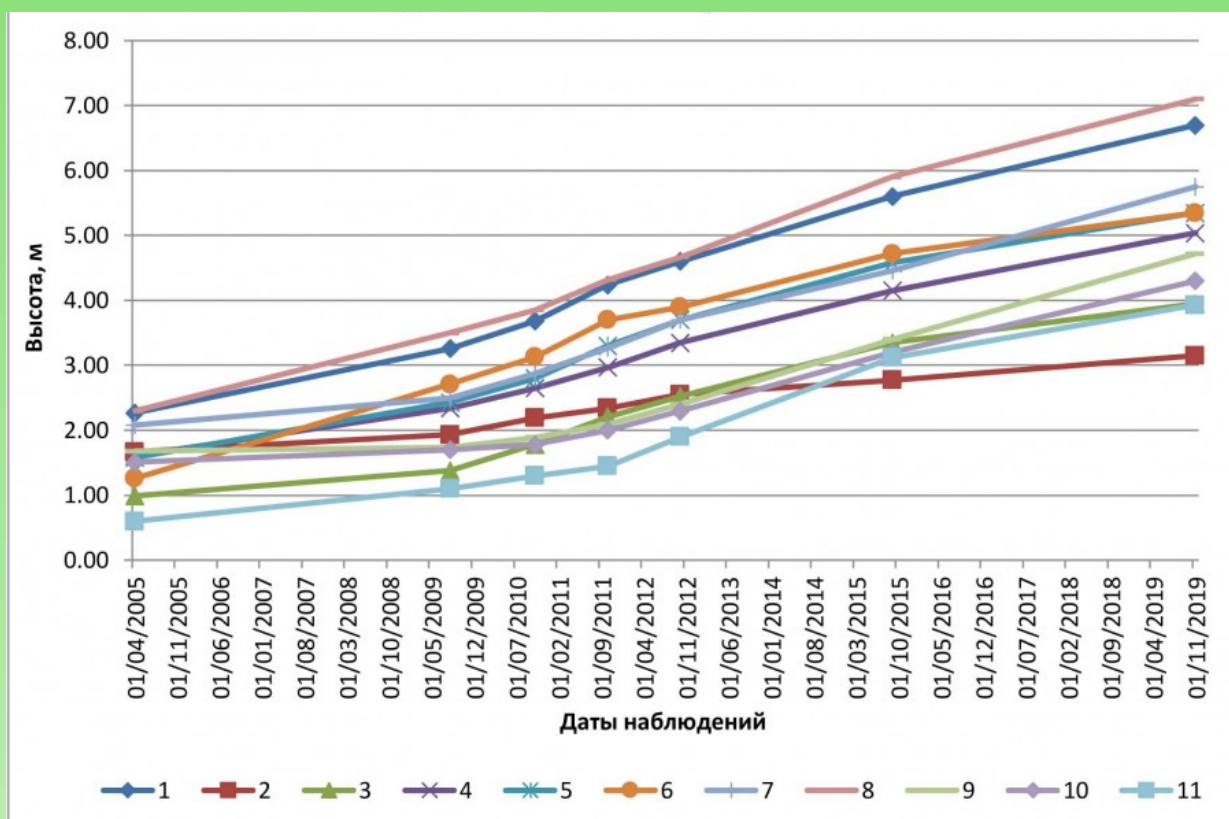


Рис. 6. Динамика роста *Abies gracilis* в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН (м). Представлены все растения № 1–11, наблюдения 2005–2019 гг.

Fig. 6. Growth dynamics of *Abies gracilis* in the Botanical garden of Peter the Great, BIN RAS (m). All plants are presented № 1-11, observations 2005-2019.

Таблица 2. Характеристика растений *Abies gracilis* в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН на участках 127, 135, 139, 142

Table 2. Characteristics of *Abies gracilis* plants in the Botanical garden of Peter the Great, BIN RAS, in sections 127, 135, 139, 142

Растения в БИН РАН	Уч. 127, № 6	Уч. 135, № 7	Уч. 139, № 8	Уч. 142, № 9	Уч. 142, № 10	Уч. 142, № 11
Возраст, лет	33	33	33	28	28	28
Высота, м	5,35	5,75	7,10	4,72	4,30	3,93
Проекция кроны, м	3,1x3,2	4,1x4,4	2,8x3,4	2,0x2,1	2,2x2,2	2,0x1,9
Диаметр ствола, мм	102	146	112	92	86	80
Жизненное состояние по Алексееву	1	1	1	1	2	3
Сухие ветки, %	3	4	5	1	10	30
Средний годовой прирост в 2017 г., мм	62±23	85±31	65±21	72±22	50±15	46±16
Средний годовой прирост в 2018 г., мм	77±30	108±35	80±28	105±37	58±18	41±12
Средний годовой прирост в 2019 г., мм	89±29	62±22	48±17	76±28	56±17	38±10
Средняя подолжительность жизни хвои, лет	5-6	6-7	5-6	5-6	3	3

В Верхнем Дендросаду Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имеется одно молодое дерево этого вида на уч. 17 (89) (59°59'41.4"N, 30°20'20.7"E), высотой 3,56 м. Растения были выращены из семян, полученных из Кроноцкого заповедника с Камчатки, семена были посеяны С. В. Шевчуком в Сиверском лесхозе, всходы получены в 1992 г., он же и передал растения. В 2000 г. были высажены 3 экземпляра *Abies gracilis*, два из них усохли от случайных причин, у оставшейся пихты семеношения не наблюдается. Пихта грациозная зимостойка и холодостойка, хорошо переносит короткий вегетационный сезон, отличается медленным ростом (Орлова и др., 2011).

Из Ботанического сада Петра Великого пихта грациозная передана также на интродукционные испытания в дендрарий научно-опытной станции Отрадное БИН РАН (Приозерский район Ленинградской области). В отличие от Санкт-Петербурга, дендрарий Отрадное находится в подзоне средней тайги, на севере Карельского перешейка, в 100 км к северу, в более суровых климатических условиях. Растение выращено из семян, полученных из Кроноцкого заповедника, всходы 1991 г. Оно передано в НОС Отрадное 8 октября 2009 г., где посажено на постоянное место Н. П. Васильевым (Орлова и др., 2014) на открытом солнечном месте, достаточно увлажненном (60°48'43.4"N, 30°14'18.2"E). На осень 2019 г. это растение высотой 5,0 м, с диаметром ствола 131 мм. Зимостойкость 1.

Таблица 3. Характеристика растений *Abies gracilis* в Верхнем Дендросаду ГЛТУ, научно-опытной станции Отрадное, парке «Дубки» в Сестрорецке и в пос. Колосково на Карельском перешейке

Table 3. Characteristics of *Abies gracilis* plants in the Upper Dendro Garden of SFU, the Otradnoye scientific experimental station, the Dubki Park in Sestroretsk and in the village Koloskovo on the Karelian Isthmus

Растения в СПб и Ленинградской области	ВДС СПб ГЛТУ, уч. 17	НОС Отрадное	парк «Дубки», экз. 1	парк «Дубки», экз. 2	поселок Колосково
Возраст, лет	28	28	25	25	25
Высота, м	3,56	5,0	2,80	2,63	4,8
Проекция кроны, м	2,2x2,1	2,5x2,6	1,9x1,9	1,6x1,8	2,0x2,2
Диаметр ствола, мм	57	131	54	46	73
Жизненное состояние по Алексееву	1	1	1	2	1
Сухие ветки, %	2	2	1	2	1
Средний годовой прирост в 2017 г., мм	52±15	119±30	52±17	50±15	67±12
Средний годовой прирост в 2018 г., мм	75±22	138±41	44±19	75±24	78±17
Средний годовой прирост в 2019 г., мм	47±14	115±32	58±25	72±22	64±15
Средняя продолжительность жизни хвои, лет	6	5-6	6	5	6-7

Одно дерево из питомника БИН РАН передано в Центр комплексного благоустройства Администрации Санкт-Петербурга в г. Пушкине в октябре 2011 г., в возрасте 21 год. Дальнейшая судьба его неизвестна (этот участок представляет собой закрытую для посетителей, изолированную территорию). В 2017 г. еще два растения переданы в парк культуры и отдыха «Дубки» в Сестрорецке и посажены там на детской площадке (60°05'21.4"N, 29°56'15.4"E – экземпляр 1 и 60°05'21.7"N, 29°56'15.3"E – экземпляр 2). До этого в городских садах и парках за пределами ботанических садов *Abies gracilis* не встречалась.

Два растения из выращенных С. В. Шевчуком в Сиверском лесхозе (всходы 1992 г.) в 2000 г. были посажены на территории храма Святого Преподобного Сергия Радонежского на Средней Рогатке в Санкт-Петербурге. К сожалению, они были повреждены при строительных работах и усохли. Тогда же одно растение было передано на частный участок в поселке Колосково на Карельском перешейке на 70 км севернее СПб (60°35'19.6"N, 30°11'16.7"E). На осень 2019 г. пихта имела высоту 4,8 м и диаметр ствола 73 мм. Семеношения не наблюдается.

В природе в генеративную фазу *Abies gracilis* вступает в возрасте 70 лет, семеношение ежегодно наблюдается у 2-3 % деревьев, полнозернистость семян не превышает 7 %, лабораторная всхожесть в редких случаях достигает 12 %, грунтовая – 0,01 % (Науменко, 1978). В Ботаническом саду Петра Великого в 2007 г. у двух деревьев, высаженных на открытое солнечное место, в возрасте 17 лет впервые наблюдалось семеношение, и были получены семена. Верхняя часть шишки обычно залита смолой, что ее склеивает и препятствует опадению семян (Фирсов и др., 2008, 2015). Однако семена оказались невсхожими. В литературе имеются указания на то, что многие попытки ввести этот вид в культуру оказывались безуспешными в связи с низким качеством семян (Нешатаева, Фирсов, 2006).

Таблица 4. Семеношение *Abies gracilis* в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН в 2014-2019 гг.

Table 4. Seeding of *Abies gracilis* in the Botanical garden of Peter the Great, BIN RAS in 2014-2019

год	показатели	Уч. 94, № 1	Уч. 94, № 2	Уч. 94, № 3	Уч. 94, № 4	Уч. 94, № 5	Уч. 127, № 6
2014	Начало созревания	15.09	-	15.09	12.09	15.09	-
	Количество шишек	>10	-	5	12	>10	-
	Масса 1000 семян, г	не изм.	-	не изм.	5,69	5,25	-
	Всхожесть семян, %	невсх.	-	не изм.	невсх.	невсх.	-
2015	Семеношения ни у одной особи не было						
2016	Начало созревания	-	-	-	12.09	-	-
	Количество шишек	-	-	-	3	-	-
	Масса 1000 семян, г.	-	-	-	5,92	-	-
	Всхожесть семян, %	-	-	-	невсх.	-	-
2017	Начало созревания	10.09	12.09	15.09	10.09	12.09	-
	Количество шишек	>20	4	10	14	15	-
	Масса 1000 семян, г.	7,14	не изм.	5,47	5,29	не изм.	-
	Всхожесть семян, %	невсх.	не изм.	невсх.	невсх.	не изм.	-
2018	Начало созревания	-	-	-	03.09	-	-
	Количество шишек	-	-	-	32	-	-
	Масса 1000 семян, г.	-	-	-	5,75	-	-
	Всхожесть семян, %	-	-	-	0,12	-	-
2019	Начало созревания	28.08	25.08	03.09	28.08	28.08	03.09
	Количество шишек	>50	11	21	85	>30	12
	Масса 1000 семян, г	4,78	6,50	5,02	3,17	5,16	5,93

Семь лет спустя после первого семеношения, в 2014 г., шишки созрели у 5 деревьев, и семеношение было более обильным. Семена были собраны с отдельно стоящего дерева на уч. 135 в начале октября 2014 г. Они были посеяны 15 октября 2014 г., всего 700 шт. семян. Всходы появились в середине мая 2015 г., всхожесть – лишь 0,29 %. К началу осени первого года жизни высота сеянцев достигла 2,5-3 см. Таким образом, здесь впервые получено семенное потомство, и появились растения местной репродукции второго поколения (Фирсов и др., 2015).



Рис. 7. Семеношение *Abies gracilis* на научно-опытной станции Отрадное (Ленинградская обл.). Молодые шишки: 15.06.2018 г. Шишки перед созреванием: 27.08.2018 г.

Fig. 7. Seeding of *Abies gracilis* at the scientific experimental station Otradnoye (Leningrad Region). Young cones: 15.06.2018. Cones before ripening: 27.08.2018.

Таблица 5. Семеношение *Abies gracilis* в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН на уч. 135, 139, 142 и на научно-опытной станции Отрадное в 2014-2019 гг.

Table 5. Seeding of *Abies gracilis* in the Botanical garden of Peter the Great, BIN RAS, at sections 135, 139, 142 and at the Otradnoye scientific experimental station in 2014-2019

Год	Показатели	Уч. 135, № 7	Уч. 139, № 8	Уч. 142, № 9	Уч. 142, № 10	Уч. 142, № 11	НОС Отрадное
2014	Начало созревания	12.09	-	-	-	-	-
	Количество шишек	23	-	-	-	-	-
	Масса 1000 семян, г	6,54	-	-	-	-	-
	Всхожесть семян, %	0,29	-	-	-	-	-
2015	Семеношения ни у одной особи не было						
2016	Семеношения ни у одной особи не было						
2017	Начало созревания	12.09	15.09	-	10.09	10.09	14.10
	Количество шишек	12	19	-	7	4	48
	Масса 1000 семян, г	5,91	3,76	-	не изм.	не изм.	5,38
	Всхожесть семян, %	0,18	невсх.	-	не изм.	не изм.	невсх.
2018	Начало созревания	-	03.09	-	-	-	07.09
	Количество шишек	-	1	-	-	-	18
	Масса 1000 семян, г	-	не изм.	-	-	-	7,96
	Всхожесть семян, %	-	невсх.	-	-	-	0,29
2019	Начало созревания	28.08	28.08	28.08	25.08	25.08	03.09
	Количество шишек	>80	>20	28	37	22	57
	Масса 1000 семян, г	4,56	5,14	5,55	4,82	6,38	7,25

Через год в 2016 г. семеношение было только у одной пихты на уч. 94 (№ 4). На следующий, 2017 г., шишки созрели у 9 деревьев. Но большинство семян оказались невосхожими. Взошли лишь семена, собранные с отдельно стоящего дерева на уч. 135, всхожесть составила 0,18 %. В 2018 г. шишки были только у двух деревьев на уч. 94 (№ 4) и уч. 139. Всхожесть семян с уч. 94 тогда достигла 0,12 %.

В 2019 г. впервые произошло интенсивное семеношение у всех 11 экземпляров *Abies gracilis* парка БИН РАН. Параметры этого феномена приведены в таблицах 4 и 5.

На научно-опытной станции Отрадное БИН РАН первое семеношение произошло в 2017 г. Можно предположить, что оно было инициировано подкормкой NPK удобрениями. Растение в возрасте 26 лет дало обильный урожай семян, которые оказались невосхожими. На следующий год при меньшем количестве шишек, впервые в НОС Отрадное были получены всхожие семена (всхожесть 0,28 %). В 2019 г. снова было обильное семеношение. Так последние 3 года в НОС Отрадное удаётся получить стабильный урожай семян *Abies gracilis*.



Рис. 8. Семеношение *Abies gracilis* в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН на участке 94. Семена полностью созрели, шишки рассыпаются, 03.09.2018 г.

Fig. 8. Seeding of *Abies gracilis* in the botanical garden of Peter the Great, BIN RAS, at site 94. The seeds are fully ripe, the cones are scattered, 03.09.2018.

В 2019 г. отмечено первое семеношение пихты грациозной в парке «Дубки». У растения (экз. 1) вызрело 2 шишки. Все семена оказались невыполненными. В Санкт-Петербурге и Ленинградской области пихта грациозная начала семеносить гораздо раньше, чем это отмечено в литературе для природных условий. Семеношение вначале эпизодическое, но потом становится более регулярным.

Из всех выше приведенных данных можно сделать вывод, что для стабильного семеношения *Abies gracilis* необходимы следующие факторы: хорошая освещенность, достаточное увлажнение почвы. В тени больших деревьев или при загущенной посадке, в сухом месте результаты будут гораздо хуже. Желательна подкормка NPK удобрениями. На научно-опытной станции Отрадное подкормка проводилась следующим образом: в середине августа вносился монофосфат калия (PK) в количестве 15–20 г/м², весной сразу после таяния снега (третья декада апреля) вносилась калийная селитра (NK) в количестве 20–25 г/м². Внесение проводилось на приствольный круг диаметром 3 м.

Для внедрения в культуру *Abies gracilis* вне естественного ареала важно изучить ее способы размножения и возможность получения жизнеспособного потомства.

Для изучения качества семян *Abies gracilis* проведено их рентгенографическое исследование. Изучались семена, собранные в Ботаническом саду Петра Великого с уч. 139 (№ 8) в 2017 г., с уч. 94 (№ 4) в 2018 г. и все семена (11 образцов), собранные в 2019 г. А также семена, собранные на станции Отрадное в 2017-2019 гг. На рис. 9 и 10 приводятся две наиболее характерные рентгенограммы семян пихты грациозной.

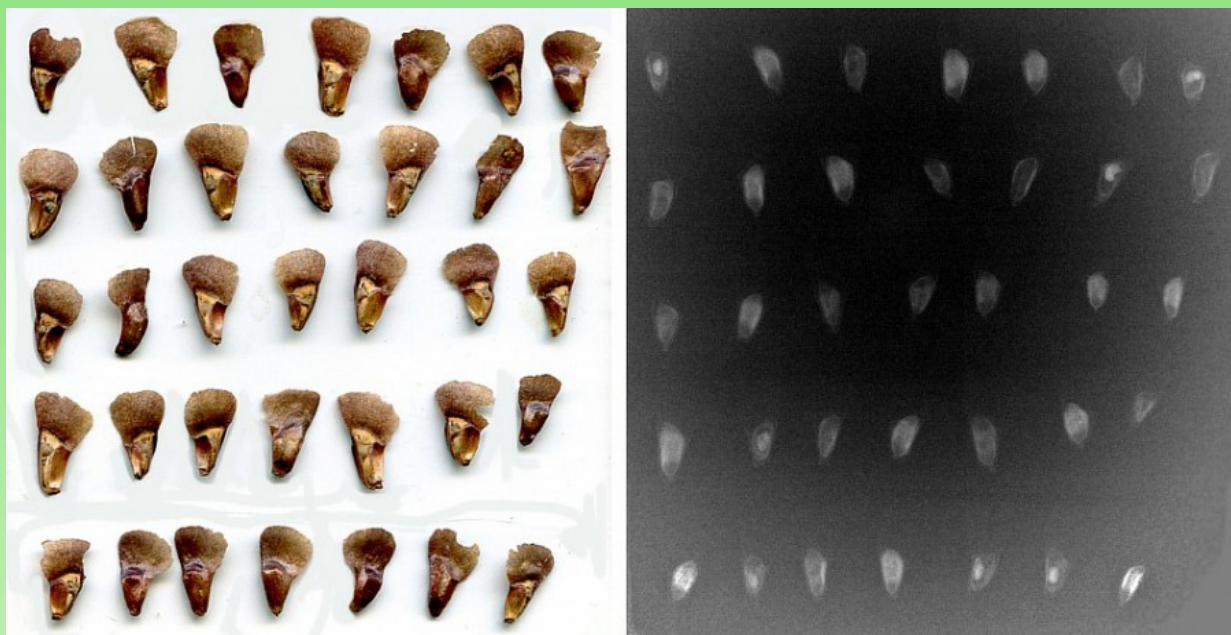


Рис. 9. Семена *Abies gracilis*, собранные в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН (Санкт-Петербург) на уч. 142 (№ 9) в 2019 г., и их рентгеновские изображения.

Fig. 9. *Abies gracilis* seeds collected in the Botanical Garden of Peter the Great, BIN RAS (St. Petersburg) at section 142 (№ 9) in 2019 and their x-ray images.

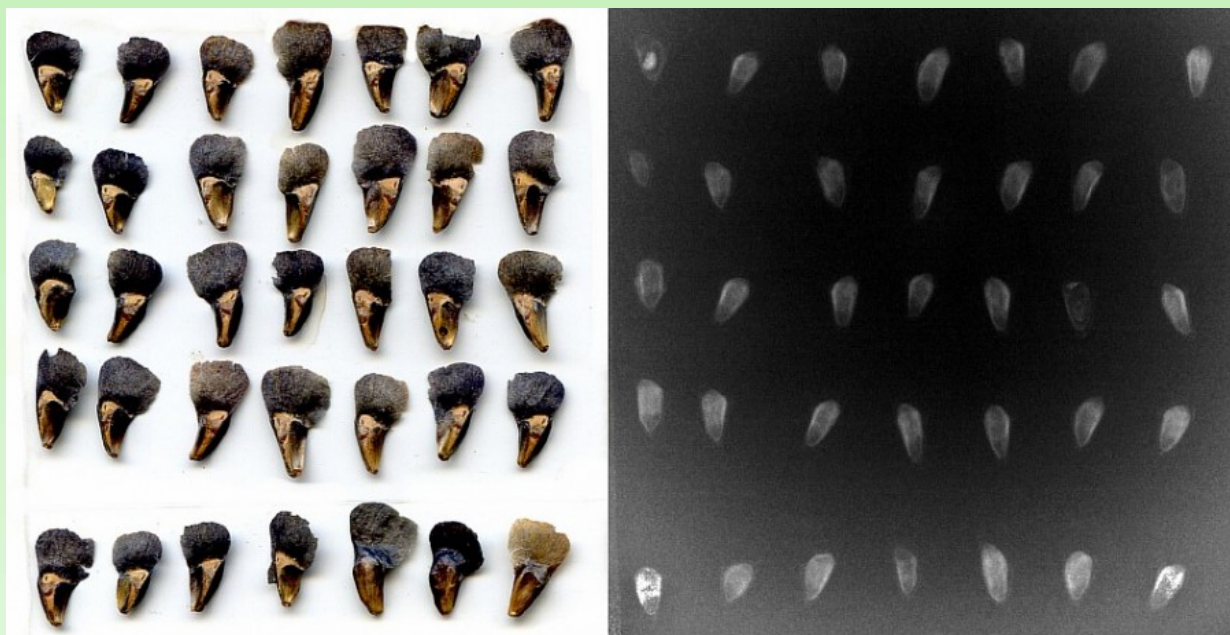


Рис. 10. Семена *Abies gracilis*, собранные на научно-опытной станции Отрадное (Ленинградская обл.) в 2019 г., и их рентгеновские изображения.

Fig. 10. Seeds of *Abies gracilis* collected at the Otradnoye scientific experimental station (Leningrad region) in 2019 and their x-ray images.

Рентгенографический анализ всех исследованных образцов семян показал, что подавляющее большинство семян оказались пустыми. Наружных повреждений нет, как нет и повреждений энтомовыми вредителями. Выявлены следующие скрытые дефекты семян: пустозернистость, несформированность эндосперма и зародыша, невыполненность. Данный факт обусловил крайне низкую всхожесть исследуемых семян.

В 2015 г. из семян, собранных на уч. 135 (№ 7) в сентябре 2014 г., впервые удалось получить семенное потомство второго поколения (Фирсов и др., 2015). После этого было несколько неудачных опытов по проращиванию семян *Abies gracilis*, собранных в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН и в НОС Отрадное.

Следующий удачный опыт по проращиванию семян пихты грациозной был поставлен в Санкт-Петербургском государственном аграрном университете (СПб ГАУ). Были использованы семена, собранные в сентябре 2017 г. в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН с пихты грациозной на уч. 135 (№ 7). Посев был проведен свежесобранными семенами в начале октября в открытый грунт. В начале июня 2018 г. появились всходы. Всхожесть составила 0,18 %.



Рис. 11. Сеянцы *Abies gracilis* через 100 дней после появления всходов.

Fig. 11. *Abies gracilis* seedlings 100 days after emergence.

В 2019 г. были получены всходы пихты грациозной из семян, собранных в сентябре 2018 г. в Ботаническом саду Петра Великого с пихты грациозной на уч. 94 (№ 4) и в НОС Отрадное. Всхожесть соответственно составила 0,12 и 0,29 %. При посеве осенью 2018 г. в ряде других опытов семена оказались неспособными к прорастанию. Данные сведены в таблицу 6.

В 2018–2019 гг. проведен ряд экспериментов по проращиванию семян пихты изящной без стратификации с использованием оригинальных регуляторов прорастания семян, ранее показавших эффективность при проращивании семян *Pinus sibirica* и *Pinus pumila* (Karamysheva et al., 2019; Карамышева и др., 2019). Во всех случаях был получен отрицательный результат – семена не взошли.

Сотрудниками Главного ботанического сада имени Н. В. Цицина РАН в Москве поставлен эксперимент по проращиванию семян *Abies gracilis*, собранных в НОС Отрадное в 2019 г. После стратификации в обогреваемой теплице 02.03.2020 г. было высеяно 1200 шт. семян. На 22.03.2020 г. взошли 2 семени пихты

грациозной (0,167 %).

Обращает на себя внимание крайне медленный рост сеянцев в первые 2 года. На второй год больше идет развитие разветвленной корневой системы. Зимостойкость сеянцев – 1, такая же, как и у взрослых растений.

Таблица 6. Результаты посева семян *Abies gracilis* свежесобранными семенами

Table 6. The results of *Abies gracilis* freshly picked seeds sowing

№	Место сбора семян	Дата посева	Количество семян, шт.	Всхожесть, %	Средняя высота через 3 мес., мм
1	БИН РАН уч. 135 (№ 7)	15.10.2014	700	0,29	25-30
2	БИН РАН уч. 135 (№ 7)	октябрь 2017	2720	0,18	22±4
3	БИН РАН уч. 94 (№ 4)	18.10.2018	1640	0,12	23±3
4	НОС Отрадное	18.10.2018	1035	0,29	24±4

Из-за низкой всхожести семян и крайне медленного развития сеянцев интерес представляют способы вегетативного размножения *Abies gracilis*. По результатам испытаний в Главном ботаническом саду РАН в Москве (Демидов, 2005), выход укорененных черенков пихты изящной составил 27 %. Такой результат был получен при обработке черенков раствором 3-индолилмасляной кислоты (ИМК) в концентрации 0,01 % (1:10000) в течении 24 часов.



Рис. 12. Укорененные черенки *Abies gracilis* (сентябрь 2015 г.).

Fig. 12. Rooted cuttings of *Abies gracilis* (September 2015).

В результате проведенных исследований (Кириллов и др., 2016; Trofimuk et al., 2019) нам удалось увеличить выход укорененных черенков до 67,5 %. Такой результат был получен при использовании оригинальных стимуляторов корнеобразования. Для эффективного укоренения черенков были использованы препараты, имеющие в своем составе как известные (3-индолилуксусная кислота), так и оригинальные (3-(1Н-индолил-3)-2-(4-тиоксо-1,3,5-триазинил-1)-пропионовая кислота) регуляторы роста и биологически активные вещества (аминокислоты, сахара), усиливающие их действие и одновременно являющиеся питательной средой. Простейшим таким стимулятором корнеобразования является состав, состоящий из 3-индолилуксусной кислоты, глицина и глюкозы. С ним выход укорененных черенков составил 42,5 %.



Рис. 13. Укорененные черенки *Abies gracilis*. Через год (сентябрь 2016 г.). Через 3 года (май 2019 г.).

Fig. 13. Rooted cuttings of *Abies gracilis*. A year later (September 2016). After 3 years (May 2019).

Срезку черенков *Abies gracilis* лучше всего проводить, когда растение находится в состоянии глубокого покоя (третья декада декабря – январь). Срезку проводят небольшими ветвями (40–60 см) с северной стороны нижней части кроны. До укоренения ветви хранят в снегу или в холодильнике при 0° ... +3°С. Для укоренения обычно используются черенки с 2-3 междоузлиями длиной 10-18 см. Укоренение проводят в период с 20 апреля по 10 мая (второй феноэтап «оживления весны» – первый – второй феноэтапы «разгара весны») в притененной уличной тепличке. Для укоренения используют различные субстраты. Наилучшие результаты получились в субстрате, состоящем из крупнозернистого песка, вермикулита и верхового торфа (рН 3,5–4,5) в соотношении 3:1:1. Осенью укорененные черенки высаживают на грядки.

Развитие растений *Abies gracilis*, размноженных черенками, проходит следующим образом: на второй год идет развитие разветвленной корневой системы. Прирост крайне незначителен. В последующие годы прирост стабилен и возрастает. Средний прирост за 3 года составляет 77±22 мм (16 растений). Первые 3-5 лет пихта растет вбок, в виде ветки. Верхушечный побег формируется на 5-7 год, и деревца приобретают естественную форму.

После последней нашей публикации (Trofimuk et al., 2019) в 2019 г. было поставлено ряд опытов по укоренению черенков *Abies gracilis* с участием стимуляторов корнеобразования в виде пудр, содержащих известные регуляторы укоренения (3-индолилуксусная кислота, α-нафтилуксусная кислота) и одностенные углеродные нанотрубки (SWCNT). Хотя использование стимуляторов корнеобразования в виде пудр предельно упрощает процесс обработки черенков, выход укорененных черенков не превысил 50 %.

В настоящее время внутривидовая изменчивость *Abies gracilis* не изучена, и её культивары в России неизвестны. При отборе и закреплении перспективных форм необходимо знать способы быстрого и качественного размножения. Одним из таких способов является прививка.



Рис. 14. Летние прививки *Abies gracilis*. На левом снимке: на следующий год (июль 2017 г.); на правом: через 2 года (август 2019 г.).

Fig. 14. Summer graftings *Abies gracilis*. In the left picture: the next year (July 2017); on the right: after 2 years (August 2019).

Первый эксперимент по прививке был проведен на территории Ботанического сада БИН РАН 12.08.2016 г., на втором феноэтапе «спада лета». В качестве подвоя использованы 4-5 летние сеянцы *Abies balsamea*, предварительно высаженные в горшки. Привой *Abies gracilis* привезен из Кроноцкого заповедника с Камчатки. Взят с плюсового дикорастущего дерева, отличающегося интенсивной голубоватой окраской хвои (селекционный отбор).

Был использован способ прививки – в приклад сердцевинной на камбий. Всего сделано 33 прививки. Привитые растения поставлены в затененное место. На 10.09.2017 г. прижилось 27 прививок (81,8 %). Осенью следующего года растения с прижившимися прививками высажены на грядки. В мае 2019 г. удалены части подвоя выше прививки. Средний прирост за 3 года: 22±7 мм, 2018 г. - 63±17 мм, 2019 г. - 56±20 мм. В 2019 г. у большинства растений сформировался верхушечный побег.

Данный эксперимент показывает совместимость *Abies gracilis* и *Abies balsamea* при прививке и возможность такого способа размножения пихты грациозной. Очевидно, совместимыми будут прививки и с близкородственными пихтами *Abies sachalinensis* и *Abies nephrolepis*.

Таким образом, для размножения пихты грациозной подходят все три выше указанных способа размножения. Проблемой остаются: низкая всхожесть семян и медленное развитие растений в молодом возрасте. Это справедливо по отношению как к растениям, размноженным семенным путём, так и вегетативным.

Выводы и заключение

Пихта грациозная (*Abies gracilis* Kom.) в Санкт-Петербурге выращивается с 1986 г., в возрасте 33 лет достигла 7,1 м высоты. Первое семеношение с 2007 г., заметно раньше по сравнению с природными

условиями естественного ареала. Вначале было эпизодическим и не ежегодным, с 2016 г. стало регулярным, в 2019 г. - обильное. Всхожесть семян составляет 0,12-0,28 %, семенное потомство впервые получено в 2015 г. Семена отличаются высокой партенокарпией, при рентгенографическом анализе выявляются пустозернистость, несформированность эндосперма и невыполненность зародыша. При вегетативном размножении черенками выход составил до 67,5 %. Процент укоренения увеличивается при использовании оригинальных многокомпонентных стимуляторов корнеобразования. В опытах по размножению прививкой в приклад сердцевинной на камбий на подвой *Abies balsamea* приживаемость их составила 81,8 %. Размножение возможно всеми тремя способами: семенами, черенками и прививкой. Проблемой остаются низкая всхожесть семян и медленное развитие растений в молодом возрасте.

Культура пихты грациозной может быть продвинута дальше на север. Как медленнорастущая, она может быть пригодна для альпинариев и небольших парков и садов, где ограничивающим фактором являются крупные размеры деревьев. К потеплению климата в Санкт-Петербурге (Фирсов, 2014) пихта грациозная относится пока нейтрально, без изменений, остаётся зимостойкой и в последние годы устойчиво семеносит.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания по плановым темам «Коллекции живых растений Ботанического института имени В. Л. Комарова (история, современное состояние, перспективы использования)», (AAAA-A18-118032890141-4) и «Сосудистые растения Евразии: систематика, флора, растительные ресурсы». (AAAA-A19-119031290052-1). Авторы выражают глубокую благодарность сотрудникам ФГБНУ Агрофизического научно-исследовательского института Н. С. Прияткину, М. В. Архипову, Л. П. Гусаковой и П. А. Шукиной за помощь в рентгенографическом исследовании семян, сотрудникам Главного ботанического сада имени Н. В. Цицина РАН в Москве С. В. Михеевой и И. О. Яценко за проведенный эксперимент по проращиванию семян пихты грациозной, собранных в НОС Отрадное в 2019 г.

Литература

- Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51—57.
- Архипов М. В., Прияткин Н. С., Гусакова Л. П., Карамышева А. В., Трофимук Л. П., Потрахов Н. Н., Бессонов В. Б., Шукина П. А. Методика микрофокусной рентгенографии для выявления скрытой дефектности семян древесных лесных пород и других видов сосудистых растений. // Журн. техн. физики. 2020. Т. 90. Вып. 2. С.338—346. DOI: 10.21883/JTF.2020.02.48830.178-19 .
- Бобров Е. Г. Лесообразующие хвойные СССР. Л.: Наука, 1978. 188 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.
- Васильев Я. Я., Уханов В. В. Род 1. *Abies* Mill. – Пихта // Деревья и кустарники СССР. Т. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1949. С. 53—103.
- Гончарова О. А. Состав коллекции интродуцированных растений семейства Pinaceae Lindl. в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте // Hortus bot. 2015. Т. 10. С.197—202. URL:<http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=2741>. DOI: 10.15393/j4.art.2015.2741.
- Древесные растения Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН: 60 лет интродукции / А. С. Демидов (ред.). М.: Наука, 2005. 586 с.
- Дитмар К. Поездки и пребывание в Камчатке в 1851-1855 гг. Карла фон Дитмара. Ч. 1 // Исторический отчет по путевым дневникам. СПб.: 1901. 756 с.
- Карамышева А. В., Фирсов Г. А., Трофимук Л. П., Орлова Л. В. Особенности и способы размножения кедрового стланика (*Pinus pumila* (Pall.) Regel) в Санкт-Петербурге // Вестник Удмурт. ун-та. Серия Биология. Наука о Земле. 2019. Т. 29. Вып. 2. С. 181—189. DOI: 10.35634/2412-9518-2019-29-2-181-189 .

Каталог культивируемых древесных растений России / Ю. Н. Карпун (отв. ред.). Сочи-Петрозаводск, 1999. 174 с.

Кириллов П. С., Егоров А. А., Трофимук Л. П. Вегетативное размножение *Abies gracilis* в условиях северо-запада России с применением новых стимуляторов роста // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : Матер. науч.-техн. конф. СПб., 2016. Т. 1. С. 192—195.

Кожевников А. Е., Кожевникова З. В. Семейство Сосновые — Pinaceae // Флора российского Дальнего Востока. Дополнения и изменения к изданию «Сосудистые растения советского Дальнего Востока». 1985—1996. Т. 1—8. Владивосток: Дальнаука, 2006. С. 38—41.

Комаров В. Л. Путешествие по Камчатке в 1908—1909 гг. М., 1912. 456 с.

Комаров В. Л. Флора полуострова Камчатки. Л.: Изд.-во АН СССР, 1927. 339 с.

Комаров В. Л. Избранные сочинения. Т. 7. Флора полуострова Камчатки. Ч. 1. М.-Л., 1951. 306 с.

Коропачинский И. Ю. Отдел Pinophyta // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Л.: Наука, 1989. Т. 4. С. 9—25.

Корпачевский Л. О. Загадка природы или тайна истории // Природа. 1968. № 3. С. 78—81.

Красная книга Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2007. Т. 2. С. 146—147.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Гл. редкол.: Ю. П. Трутнев и др.; сост. Р. В. Камелин и др. М.: Тов-ство науч. изд. КМК, 2008. 855 с.

Красная книга РСФСР (растения). М.: Росагропромиздат, 1988. 590 с.

Красная книга СССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. М.: Лесная промышленность, 1978. 460 с.

Красная книга СССР. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Лесная промышленность, 1984. Т. 2. 480 с.

Крашенинников С. П. Описание Земли Камчатки. СПб., 1755. Т. 1. 438 с.

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

Лапин П. И., Сиднева С. В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений. М.: ГБС АН СССР, 1973. С. 7—67.

Науменко А. Т. Научные задачи охраны и воспроизводства пихты камчатской // Ботанические исследования на Дальнем Востоке / Тр. Биол.-почв. ин-та ДВНЦ АН СССР. 1978. Нов. сер. Т. 51 (154). С. 140—143.

Науменко А. Т. Стационарное исследование рощи пихты камчатской // Флора и растительность заповедников РСФСР. М.: ЦНИЛ Главохоты РСФСР, 1981. С. 119—128.

Науменко А. Т., Лобков Е. Г., Никаноров А. П. Кроноцкий заповедник. М.: Агропромиздат, 1986. 192 с.

Недолужко В. А. Конспект дендрофлоры Российского Дальнего Востока. Владивосток, 1995. 207 с.

Нешатаева В. Ю., Фирсов Г. А. О международном природоохранном статусе *Abies gracilis* Kom. (Pinaceae) и состоянии ее уникальной рощи // Ботан. журн. 2006. Т. 91. № 1. С. 143—151.

Орлова Л. В. О систематическом положении *Abies gracilis* Kom. (Pinaceae) // Новости систематики высших растений. СПб, 2003. Т. 35. С. 21—26.

Орлова Л. В., Фирсов Г. А. К истории изучения пихты изящной (*Abies gracilis* Kom.) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Матер. IV науч. конф., Петропавловск-Камчатский, 18-19 ноября 2003 г. Петропавловск-Камчатский, 2003. С. 84—89.

Орлова Л. В., Фирсов Г. А., Егоров А. А., Неверовский В. Ю. Хвойные Санкт-Петербургской

лесотехнической академии (аннотированный каталог). СПб.: СПб ГЛТА, 2011. 88 с.

Орлова Л. В., Фирсов Г. А., Васильев Н. П., Бялт В. В., Волчанская А. В. Хвойные (Coniferae) научно-опытной станции Отрадное Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН // Вестник СПбГУ. 2014. Сер. 3. Вып. 2. С. 66—76.

Раскатов П. Б., Науменко А. Т. Морфолого-анатомическое строение коры пихты камчатской // Ботанические исследования на Дальнем Востоке / Тр. Биол.-почв. инст. 1978. Т. 51 (154). С.67—71.

Семерикова С. А. Происхождение разнообразия пихт Северо-Восточной Азии // Бюлл. ботан. сада-института. 2016. Вып. 15. С. 72—74.

Стеллер Г. В. Описание земли Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2011. 576 с.

Турков В. Г., Шамшин В. А. Пихта на Камчатке // Леса Камчатки и их лесохозяйственное значение. М. С., 1963. 297—312.

Фирсов Г. А., Орлова Л. В. Хвойные в Санкт-Петербурге. СПб.: ООО «Изд-во «Росток», 2008. 336 с.

Фирсов Г. А., Орлова Л. В., Волчанская А. В. Пихта грациозная (*Abies gracilis* Kom.) в Санкт-Петербурге // Чтения памяти А. П. Хохрякова : Матер. Всерос. науч. конф. (Магадан, 28-29 октября 2008 г.). Магадан: Ноосфера, 2008. С. 193—196.

Фирсов Г. А., Егоров А. А., Бялт В. В., Неверовский В. Ю., Орлова Л. В., Волчанская А. В., Лаврентьев Н. В. Древесные растения «Красной книги» России в коллекции Санкт-Петербургской лесотехнической академии // Hortus botanicus. 2010. С. 1—16. http://hb.karelia.ru/files/redaktor_pdf/1358201318.pdf.

Фирсов Г. А., Смирнов Ю. С. Времена года в Ботаническом саду Петра Великого на Аптекарском острове. СПб., 2012. 118 с.

Фирсов Г. А. Древесные растения Ботанического сада Петра Великого (XVIII-XXI вв.) и климат Санкт-Петербурга // Ботаника: история, теория, практика (к 300-летию основания Ботанического института им. В. Л. Комарова Российской академии наук) : Тр. межд. науч. конф. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014. С. 208—215.

Фирсов Г. А., Трофимук Л. П., Орлова Л. В. Пихта грациозная (*Abies gracilis* Kom.) в Ботаническом саду Петра Великого в Санкт-Петербурге // Бюлл. Ботан. сада-института ДВО РАН. 2015. Вып. 14. С. 4—10.

Фирсов Г. А., Орлова Л. В. Хвойные в Санкт-Петербурге. Издание второе, расширенное и переработанное. Изд-во «Дом садовой литературы», 2019. 492 с.

Штейнбахер И. Перелеты птиц и их изучение. М.: Изд-во иностранной литературы, 1956. 164 с.

Штреккер Л. Георг Вильгельм Стеллер - пионер европейской этноботаники // Пятые Международные исторические и Свято-Иннокентьевские чтения «К 270-летию выхода России к берегам Америки и начала освоения Тихого океана (1741-2011)» : матер. (Петропавловск-Камчатский, 19-20 окт. 2011 г.). Петропавловск-Камчатский, 2012. С. 214—225.

Farjon A. Pinaceae (Drawings and descriptions of the genera *Abies*, *Cedrus*, *Pseudolarix*, *Keteleeria*, *Nothotsuga*, *Tsuga*, *Cathaya*, *Pseudotsuga*, *Larix* and *Picea*) // Regnum Veg. 1990. Vol. 121. 330 p.

Farjon A., Page Ch. N. Conifers. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN/SSC Conifer Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 1999. 121 p.

Hulten E. Flora of Kamtchatka and adjacent islands // Kgl. Sv.Vetensk. Akad. Handl. 1927—1929. Bd. 5. Art. 1. 112 p.

Karamysheva A., Trofimuk L., Priyatkin N., Arkhipov M., Schukina P. Comparative characteristics and germination of *Pinus sibirica* seeds collected from places of natural growth and in the St. Petersburg Peter the Great Botanic Garden // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Volume 316 (2019) 012017. P. 1—8. DOI: 10.1088/1755-1315/316/1/012017.

Krussmann G. Manual of cultivated Conifers. Portland, Oregon. 1995. 361 p.

Nedoluzhko V. A. Endangered woody plants of the Russian Far East // Biodiversity and Allelopathy: From organisms to ecosystems in the Pacific. Taipei, Academia Sinica, 1999. P. 63—83.

Orlova L. V., Firsov G. A. Mysterious Silver Fir of Kamchatka // The British Conifer Society Journal. 2004. № 3. P. 38—42.

Patschke W. Über die extratropischen ostasiatischen Coniferen und ihre Bedeutung für die pflanzengeographische Gliederung Ostasiens // Bot. Jahrb. 1913. Bd. 48. S. 626—776.

Rehder A. Manual of cultivated trees and shrubs. New York, 1949. 996 p.

Semerikova S. A., Semerikov V. L., Lascoux M. Post-glacial history and introgression in *Abies* (Pinaceae) species of the Russian Far East inferred from both nuclear and cytoplasmic markers // Journ. Biogeography. 2011. Vol. 38. P. 326—340.

Semerikova S. A., Lascoux M., Semerikov V. L. Nuclear and cytoplasmic genetic diversity reveals long-term population decline in *Abies semenovii*, an endemic fir of Central Asia // Canad. Journ. Forest. Res. 2012. Vol. 42. № 12. P. 2142—2152.

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

The graceful fir (*Abies gracilis* Kom., Pinaceae) in Saint-Petersburg and Leningrad region: history of arboriculture, biological peculiarities and methods of reproduction

ORLOVA Larisa Vladimirovna	Komarov Botanical Institute RAS, Professora Popova, 2, St. Petersburg, 197376, Russia orlarix@mail.ru LOrlova@binran.ru
FIRSOV Gennady Afanasevich	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
KARAMYSHEVA Anastasia Vladimirovna	Komarov Botanical Institute RAS, Professora Popova, 2, St. Petersburg, 197376, Russia korovinaav@mail.ru

Key words:

ex situ, Kamchatka silver fir (Graceful fir), history of study, arboriculture, botanic gardens, Saint-Petersburg, Leningrad region, methods of reproduction, *Pinaceae*, *Abies gracilis*

Summary: The article is devoted to the history of arboriculture, biological features and methods of reproduction of graceful fir (*Abies gracilis* Kom.). This plant has been cultivated in St. Petersburg since 1986 and in Leningrad Region - since 2009. The best specimens have reached 7,1 m high under the age 33 years. The first fruiting was observed in 2007 under the age 17 years, which is much earlier than in natural habitats in Kamchatka. Originally the fruiting was episodic and not every year; it has become regular since 2016, and was very heavy in 2019. Germination ability is 0,12-0,29 %, the seed reproductions of second generation was obtained in 2015. The seeds are characterized by high parthenocarp. The high level of empty seeds, the poor quality of endosperm and the lack of embryo are discovered on x-ray analysis. On vegetative propagations by cuttings the ratio of rooted cuttings reach up to 67,5 %. The rooting percentage increases with the use of original multicomponent root formation stimulants. The vitality of grafting by applying the pith on cambium with stock of *Abies balsamea* (L.) Mill. was reached to 81,8 %. So, the propagation is possible by all three methods: by seeds, cuttings and grafting. The problems remain: the low germination ability of seeds and the slow growth and development of young plants.

Is received: 12 february 2020 year

Is passed for the press: 26 january 2021 year

References

- Alekseev V. A. Diagnostika zhiznennogo sostoyaniya derevev i drevostoev // Lesovedenie. 1989. № 4. S. 51—57.
- Arkhipov M. V., Priyatkin N. S., Gusakova L. P., Karamysheva A. V., Trofimuk L. P., Potrakhov N. N., Bessonov V. B., Tshukina P. A. Metodika mikrofokusnoj rentgenografii dlya vyyavleniya skrytoj defektnosti semyan drevesnykh lesnykh porod i drugikh vidov sosudistykh rastenij. // Zhurn. tekhn. fiziki. 2020. T. 90. Vyp. 2. S.338—346. DOI: 10.21883/JTF.2020.02.48830.178-19 .
- Bobrov E. G. Lesoobrazuyutshie khvojnye SSSR. L.: Nauka, 1978. 188 s.
- Bulygin N. E. Dendrologiya. Fenologicheskie nablyudeniya nad khvojnymi porodami. L.: LTA, 1974. 82 s.
- Bulygin N. E. Biologicheskie osnovy dendrofenologii. L.: LTA, 1982. 80 s.
- Vasilev Ya. Ya., Ukhanov V. V. Rod 1. *Abies* Mill. – *Pikhta* // Derevyia i kustarniki SSSR. T. 1. M.: Izd-vo AN SSSR, 1949. S. 53—103.
- Gontcharova O. A. Sostav kollektsii introdutsirovannykh rastenij semejstva Pinaceae Lindl. v Polyarno-alpijskom botanicheskom sadu-institute // Hortus bot. 2015. T. 10. C.197—202. URL:<http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=2741>. DOI: 10.15393/j4.art.2015.2741.

Drevesnye rasteniya Glavnogo botanicheskogo sada im. N. V. Tsitsina RAN: 60 let introduksii / A. S. Demidov (red.). M.: Nauka, 2005. 586 s.

Ditmar K. Poezdki i prebyvanie v Kamtchatke v 1851-1855 gg. Karla fon Ditmara. Tch. 1 // Istoricheskij ottchet po putevym dnevnikam. SPb.: 1901. 756 s.

Karamysheva A. V., Firsov G. A., Trofimuk L. P., Orlova L. V. Osobennosti i sposoby razmnzheniya kedrovogo stlanika (*Pinus pumila* (Pall.) Regel) v Sankt-Peterburge // Vestnik Udmurt. un-ta. Seriya Biologiya. Nauki o Zemle. 2019. T. 29. Vyp. 2. S. 181—189. DOI: 10.35634/2412-9518-2019-29-2-181-189.

Katalog kultiviruemykh drevesnykh rastenij Rossii / Yu. N. Karpun (otv. red.). Sochi-Petrozavodsk, 1999. 174 s.

Kirilov P. S., Egorov A. A., Trofimuk L. P. Vegetativnoe razmnzhenie *Abies gracilis* v usloviyakh severo-zapada Rossii s primeneniem novykh stimulyatorov rosta // Lesa Rossii: politika, promyshlennost, nauka, obrazovanie : Mater. nauch.-tekhn. konf. SPb., 2016. T. 1. S. 192—195.

Kozhevnikov A. E., Kozhevnikova Z. V. Semejstvo Sosnovye — Pinaceae // Flora Rossijskogo Dalnego Vostoka. Dopolneniya i izmeneniya k izdaniyu «Sosudistye rasteniya Sovetskogo Dalnego Vostoka». 1985–1996. T. 1–8. Vladivostok: Dalnauka, 2006. C. 38—41.

Komarov V. L. Puteshestvie po Kamtchatke v 1908–1909 gg. M., 1912. 456 c.

Komarov V. L. Flora poluostrova Kamtchatki. L.: Izd.-vo AN SSSR, 1927. 339 s.

Komarov V. L. Izbrannye sochineniya. T. 7. Flora poluostrova Kamtchatki. Tch. 1. M.-L., 1951. 306 c.

Koropatchinskij I. Yu. Otdel Pinophyta // Sosudistye rasteniya Sovetskogo Dalnego Vostoka. L.: Nauka, 1989. T. 4. S. 9—25.

Korpatchevskij L. O. Zagadka prirody ili tajna istorii // Priroda. 1968. № 3. S. 78—81.

Krasnaya kniga Kamtchatki. Petropavlovsk-Kamtchatskij: Kamtchatskij petchatnyj dvor, 2007. T. 2. S. 146—147.

Krasnaya kniga Rossijskoj Federatsii (rasteniya i griby) / Gl. redkoll.: Yu. P. Trutnev i dr.; sost. R. V. Kamelin i dr. M.: Tov-stvo nauch. izd. KMK, 2008. 855 s.

Krasnaya kniga RSFSR (rasteniya). M.: Rosagropromizdat, 1988. 590 s.

Krasnaya kniga SSSR. Redkie i nakhodyatshiesya pod ugrozoy istcheznoveniya vidy zhivotnykh i rastenij. M.: Lesnaya promyshlennost, 1978. 460 s.

Krasnaya kniga SSSR. Izd. 2-e, pererab. i dop. M.: Lesnaya promyshlennost, 1984. T. 2. 480 s.

Krashennikov S. P. Opisanie Zemli Kamtchatki. SPb., 1755. T. 1. 438 s.

Lapin P. I. Sezonnyj ritm razvitiya drevesnykh rastenij i ego znatchenie dlya introduksii // Byul. Glav. botan. sada. 1967. Vyp. 65. S. 13—18.

Lapin P. I., Sidneva S. V. Otsenka perspektivnosti introduksii drevesnykh rastenij po dannym vizualnykh nablyudenij // Opyt introduksii drevesnykh rastenij. M.: GBS AN SSSR, 1973. S. 7—67.

Naumenko A. T. Nauchnye zadatchi okhrany i vosproizvodstva pikhty kamtchatskoj // Botanicheskie issledovaniya na Dalnem Vostoke / Tr. Biol.-potchv. in-ta DVNTs AN SSSR. 1978. Nov. ser. T. 51 (154). S. 140—143.

Naumenko A. T. Statsionarnoe issledovanie rotshi pikhty kamtchatskoj // Flora i rastitelnost zapovednikov RSFSR. M.: TsNIL Glavokhoty RSFSR, 1981. S. 119—128.

Naumenko A. T., Lobkov E. G., Nikanorov A. P. Kronotskij zapovednik. M.: Agropromizdat, 1986. 192 s.

Nedoluzhko V. A. Konspekt dendroflory Rossijskogo Dalnego Vostoka. Vladivostok, 1995. 207 s.

Neshataeva V. Yu., Firsov G. A. O mezhdunarodnom prirodookhrannom statuse *Abies gracilis* Kom. (Pinaceae) i sostoyanii ee unikalnoj rotshi // Botan. zhurn. 2006. T. 91. № 1. S. 143—151.

- Orlova L. V. O sistematicheskom polozhenii *Abies gracilis* Kom. (Pinaceae) // Novosti sistematiki vysshikh rastenij. SPb, 2003. T. 35. S.21—26.
- Orlova L. V., Firsov G. A. K istorii izutcheniya pikhty izyatsknoj (*Abies gracilis* Kom.) // Sokhranenie bioraznobraziya Kamtchatki i prilgayutshikh morej : Mater. IV nauch. konf., Petropavlovsk-Kamtchatskij, 18-19 noyabrya 2003 g. Petropavlovsk-Kamtchatskij, 2003. S. 84—89.
- Orlova L. V., Firsov G. A., Egorov A. A., Neverovskij V. Yu. Khvojnye Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii (annotirovannyj katalog). SPb.: SPb GLTA, 2011. 88 s.
- Orlova L. V., Firsov G. A., Vasilev N. P., Byalt V. V., Voltchanskaya A. V. Khvojnye (Coniferae) nauchno-opytnej stantsii Otradnoe Botanicheskogo instituta im. V. L. Komarova RAN // Vestnik SPbGU. 2014. Ser. 3. Vyp. 2. C. 66—76.
- Raskatov P. B., Naumenko A. T. Morfologo-anatomicheskoe stroenie kory pikhty kamtchatskoj // Botanicheskie issledovaniya na Dalnem Vostoke / Tr. Biol.-potchv. inst. 1978. T. 51 (154). S.67—71.
- Semerikova S. A. Proiskhozhdenie raznobraziya pikht Severo-Vostotchnoj Azii // Byull. botan. sada-instituta. 2016. Vyp. 15. S. 72—74.
- Steller G. V. Opisanie zemli Kamtchatki. Petropavlovsk-Kamtchatskij: Kholdingovaya kompaniya «Novaya kniga», 2011. 576 s.
- Turkov V. G., Shamshin V. A. Pikhta na Kamtchatke // Lesa Kamtchatki i ikh lesokhozyajstvennoe znachenie. M. S., 1963. 297—312.
- Firsov G. A., Orlova L. V. Khvojnye v Sankt-Peterburge. SPb.: OOO «Izd-vo «Rostok», 2008. 336 s.
- Firsov G. A., Orlova L. V., Voltchanskaya A. V. Pikhta gratsioznaya (*Abies gracilis* Kom.) v Sankt-Peterburge // Tchteniya pamyati A. P. Khokhryakova : Mater. Vseros. nauch. konf. (Magadan, 28-29 oktyabrya 2008 g.). Magadan: Noosfera, 2008. S. 193—196.
- Firsov G. A., Egorov A. A., Byalt V. V., Neverovskij V. Yu., Orlova L. V., Voltchanskaya A. V., Lavrentev N. V. Drevesnye rasteniya «Krasnoj knigi» Rossii v kolleksii Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii // Hortus botanicus. 2010. S. 1—16. http://hb.karelia.ru/files/redaktor_pdf/1358201318.pdf .
- Firsov G. A., Smirnov Yu. S. Vremena goda v Botanicheskom sadu Petra Velikogo na Aptekarskom ostrove. SPb., 2012. 118 s.
- Firsov G. A. Drevesnye rasteniya Botanicheskogo sada Petra Velikogo (XVIII-XXI vv.) i klimat Sankt-Peterburga // Botanika: istoriya, teoriya, praktika (k 300-letiyu osnovaniya Botanicheskogo instituta im. V. L. Komarova Rossijskoj akademii nauk) : Tr. mezhd. nauch. konf. SPb.: Izd-vo SPbGETU «LETI», 2014. C. 208—215.
- Firsov G. A., Trofimuk L. P., Orlova L. V. Pikhta gratsioznaya (*Abies gracilis* Kom.) v Botanicheskom sadu Petra Velikogo v Sankt-Peterburge // Byull. Botan. sada-instituta DVO RAN. 2015. Vyp. 14. S. 4—10.
- Firsov G. A., Orlova L. V. Khvojnye v Sankt-Peterburge. Izdanie vtoroe, rasshirennoe i pererabotannoe. Izd-vo «Dom sadovoj literatury», 2019. 492 s.
- Shtejnbakher I. Perelety ptits i ikh izutchenie. M.: Izd-vo inostrannoj literatury, 1956. 164 s.
- Shtrekker L. Georg Vilgelm Steller - pioner evropejskoj etnobotaniki // Pyatye Mezhdunarodnye istoricheskie i Svyato-Innokentevskie tchteniya «K 270-letiyu vykhoda Rossii k beregam Ameriki i natchala osvoeniya Tikhogo okeana (1741-2011)» : mater. (Petropavlovsk-Kamtchatskij, 19-20 okt. 2011 g.). Petropavlovsk-Kamtchatskij, 2012. S. 214—225.
- Farjon A. Pinaceae (Drawings and descriptions of the genera *Abies*, *Cedrus*, *Pseudolarix*, *Keteleeria*, *Nothotsuga*, *Tsuga*, *Cathaya*, *Pseudotsuga*, *Larix* and *Picea*) // Regnum Veg. 1990. Vol. 121. 330 p.
- Farjon A., Page Ch. N. Conifers. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN/SSC Conifer Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 1999. 121 p.

Hulten E. Flora of Kamtchatka and adjacent islands // Kgl. Sv.Vetensk. Akad. Handl. 1927–1929. Bd. 5. Art. 1. 112 p.

Karamysheva A., Trofimuk L., Priyatkin N., Arkhipov M., Sshukina P. Comparative characteristics and germination of *Pinus sibirica* seeds collected from places of natural growth and in the St. Petersburg Peter the Great Botanic Garden // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Volume 316 (2019) 012017. P. 1–8. DOI: 10.1088/1755-1315/316/1/012017 .

Krussmann G. Manual of cultivated Conifers. Portland, Oregon. 1995. 361 p.

Nedoluzhko V. A. Endangered woody plants of the Russian Far East // Biodiversity and Allelopathy: From organisms to ecosystems in the Pacific. Taipei, Academia Sinica, 1999. P. 63–83.

Orlova L. V., Firsov G. A. Mysterious Silver Fir of Kamchatka // The British Conifer Society Journal. 2004. № 3. P. 38–42.

Patschke W. Über die extratropischen ostasiatischen Coniferen und ihre Bedeutung für die pflanzengeographische Gliederung Ostasiens // Bot. Jahrb. 1913. Bd. 48. S. 626–776.

Rehder A. Manual of cultivated trees and shrubs. New York, 1949. 996 p.

Semerikova S. A., Semerikov V. L., Lascoux M. Post-glacial history and introgression in *Abies* (Pinaceae) species of the Russian Far East inferred from both nuclear and cytoplasmic markers // Journ. Biogeography. 2011. Vol. 38. P. 326–340.

Semerikova S. A., Lascoux M., Semerikov V. L. Nuclear and cytoplasmic genetic diversity reveals long-term population decline in *Abies semenovii*, an endemic fir of Central Asia // Canad. Journ. Forest. Res. 2012. Vol. 42. № 12. P. 2142–2152.

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

Цитирование: Орлова Л. В., Фирсов Г. А., Трофимук Л. П., Карамышева А. В. Пихта грациозная (*Abies gracilis* Kom., Pinaceae) в Санкт-Петербурге и Ленинградской области: история интродукции, биологические особенности и способы ее размножения // Hortus bot. 2020. Т. 15, 2020, стр. 140 - 164, URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=7045>. DOI: [10.15393/j4.art.2020.7045](https://doi.org/10.15393/j4.art.2020.7045)

Cited as: Orlova L. V., Firsov G. A., Trofimuk L., Karamysheva A. V. (2020). The graceful fir (*Abies gracilis* Kom., Pinaceae) in Saint-Petersburg and Leningrad region: history of arboriculture, biological peculiarities and methods of reproduction // Hortus bot. 15, 140 - 164. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=7045>