

УДК 630*232.311:582.476.4(470.23-25)(045)

Г.А. Фирсов, Л.П. Трофимук

О ПОЛУЧЕНИИ СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА МЕТАСЕКВОЙИ (*METASEQUOIA GLYPTOSTROBOIDES* HU ET W.C. CHENG, TAXODIACEAE) В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ¹

Метасеквойя рассечённошишечная (*Metasequoia glyptostroboides* Hu et W.C. Cheng) выращивается в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН с 1952 г., здесь она и была впервые введена в культуру в России. Это наиболее зимостойкий и пригодный для культуры в открытом грунте представитель семейства *Taxodiaceae* в условиях Санкт-Петербурга. Лучшие экземпляры достигли 14,4 м высоты при диаметре ствола 29 см в возрасте 69 лет. В 2018 г. впервые отмечено семеношение. В 2020 г. получено семенное потомство. В условиях потепления климата в первые два десятилетия XXI века в Санкт-Петербурге наблюдается всплеск генеративной способности древесных экзотов, всё больше видов начинают давать плоды и семена.

Ключевые слова: метасеквойя рассечённошишечная, интродукция растений, биологические особенности, Санкт-Петербург.

DOI: 10.35634/2412-9518-2021-31-2-143-151

Метасеквойя глиптостробусовая, или рассечённошишечная (*Metasequoia glyptostroboides* Hu et W.C. Cheng) – монотипный род, встречается в естественных условиях только в провинциях Китая, Сычуань Хубэй [1]. В природных условиях – листопадное дерево до 50 м выс., со стволом до 2 м в диам., с конической кроной и сбежистым стволом, известны деревья до 600-летнего возраста [2]. С 1947 г. интродуцирована в Западную Европу. Сейчас широко культивируется в умеренных странах по всему миру.

В парке-дендрарии Ботанического сада Петра Великого Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (БИН) в настоящее время представлено 6 экземпляров. Четыре из них представляют один образец, семена были получены из природы Китая. Первые итоги её культуры в Саду и вообще в стране подвёл Борис Николаевич Замятнин в 1958 г. [3]. На конец 1970-х гг. лучший экземпляр метасеквойи в парке БИН достигал 3,48 м выс. при диаметре ствола 5 см и проекции кроны 1,35×1,1 м, с годичным приростом побегов 22-40 см. У растений отмечалась гибель концов побегов от морозов [4]. В течение 6 лет (1980-1985 гг.) ежегодно проводилась оценка зимостойкости, в том числе метасеквойи [5]. В обычные зимы (1979/80 – 1983/84) обмерзание растений составляло 2–3 балла по шкале П.И. Лапина [6]. Однако в зиму 1984/85 г. метасеквойя обмерзла заметно больше обычного, у неё повредились не только годичные побеги, но и скелетные ветви в нижней и средней частях кроны. При этом зимой 1984/85 г. был зарегистрирован самый холодный февраль за предыдущие 30 лет (среднемесячная температура воздуха -14,8 °С), низкой была и среднемесячная температура января 1985 г. (-13,7 °С). К 1986 году в парке-дендрарии БИН произрастало 6 деревьев метасеквойи. «Одно из растений, самое слабое и отстающее в росте, вымерзло сразу после аномально суровой зимы 1986–1987 гг. Другое дерево, растущее рядом (уч. 127), сильно обмерзло и погибло только на второй год, т. е. после зимы 1987–1988 г. Остальные 4 дерева живы (в результате воздействия зимы 1986–1987 гг. у них обмерзли побеги старше одного года, но скелетные ветви не пострадали)» [7. С. 1323]. С той поры таких сильных обмерзаний больше не наблюдалось. Деревья сохраняют жизненную форму дерева и высокую декоративность, прирост побегов ежегодный.

Семеношение за прошедшие годы ни разу не наблюдалось вплоть до 2019 г., деревья находились в вегетативном состоянии. Результаты интродукционных испытаний метасеквойи рассечённошишечной за 65-летний период 1952–2016 гг. были подведены Г.А. Фирсовым с соавторами в 2017 г. [2]. Все эти годы ни разу ни в публикациях, ни в журналах фенологических наблюдений по парку, не было отмечено репродуктивных органов метасеквойи.

¹Работа выполнена в рамках госзадания по плановой теме «Коллекции живых растений Ботанического института им. В.Л. Комарова (история, современное состояние, перспективы использования)», номер АААА-А18-118032890141 – 4.

Материалы и методы исследований

Объектом наблюдений являлись растения *Metasequoia glyptostroboides* коллекции Ботанического сада Петра Великого. Ежегодная оценка зимостойкости проводилась по 7-балльной шкале П.И. Лапина [6]. Оценку жизненного состояния растений проводили по методике В.А. Алексеева [8].

Объектами исследования явились семена метасеквойи урожая 2019 г., собранные в парке дендрарии Ботанического сада Петра Великого БИН РАН на участке 49. Для сравнения использованы семена, собранные в местах, по климатическим характеристикам, приближенным к местам естественного её произрастания. Семена были собраны А.П. Рутковским во время его поездки по странам Восточной Азии в ноябре – декабре 2018 г. Предоставленные им семена хранились перед посевом в течение 17 месяцев при -18°C .

Качество семян оценивалось рентгенографическим методом на аппаратно-программном комплексе на основе передвижной рентгенодиагностической установки ПРДУ-02 [9]. Так как семена *Metasequoia glyptostroboides* быстро теряют всхожесть при хранении [10], для повышения показателя был использован оригинальный многокомпонентный препарат АВ-10, разработанный в рамках исследования процессов адаптации лиственных и хвойных пород деревьев в арктических и субарктических природно-климатических зонах по заданию Департамента по науке и инновациям ЯНАО (государственный контракт № 01-15/4 от 25 июля 2012 г). Препарат АВ-10 представляет собой раствор калиевых солей ряда аминокислот, витаминов и регуляторов роста, содержит микроэлементы. Основным действующим веществом является пара-аминобензойная кислота (ПАБК, витамин В10) – это адаптоген и фенотипический активатор роста растений [11; 12]. ПАБК повышает кондиционные свойства семян, оказывает положительное влияние на зародыш. Он наиболее эффективен при воздействии на семена с низкой всхожестью и при выращивании хвойных растений из семян [13]. Предпосевная обработка семян раствором АВ-10 (30 мл/л) при рН 7,0 проводилась в течение 18 часов при $18\text{--}20^{\circ}\text{C}$. Затем семена высевались в ящики, содержащие по 13 л грунта, состоящего из садовой земли, песка и раскисленного торфа в соотношении 1:1:1.

Фенологические наблюдения проводились по методике Н.Е. Булыгина [14]. Фенологическая периодизация года принята по Н.Е. Булыгину [15]. Высоту деревьев определяли нивелирной геодезической рейкой до выс. 5,20 м с точностью до 1 см; выше 5,20 м – высотомером NikonForestryPro с шагом измерения высоты 0,2 м. Размеры растений приводятся по состоянию на осень 2020 г. Используются данные метеостанции Санкт-Петербург, Государственного Учреждения Санкт-Петербургский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями.

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

Кроме общеупотребительных в статье имеются следующие сокращения: выс. – высота, уч. – участок, чер. – черенки, экз. – экземпляр.

Результаты и их обсуждение

Многие годы в парке БИН было представлено в коллекции 4 дерева метасеквойи от первоначальной интродукции 1952 года. Три из них росли группой на уч. 49, и одно – на уч. 127. В 2001 г. один отставший в росте экз. был с уч. 49 пересажен на соседний уч. 36, уже во взрослом состоянии. Будучи предварительно подготовленным, оттуда он был пересажен на более удобное и лучшее место на уч. 142 весной 2017 г. в значительном возрасте [1]. Кроме этого, коллекция метасеквойи пополнилась двумя молодыми растениями. На уч. 127 – вегетативное потомство растущего рядом более старого дерева, выращено из черенков в 2014 г., пос. 8 апреля 2019 г. Размеры при посадке в возрасте 5 лет: выс. 1,28 м, крона $1,2 \times 1,0$ м, дерево с низко опущенной кроной, почти без штамба. На уч. 77 также вегетативное потомство БИН такого же возраста, чер. 13.06.2014, высажено с гряды Ж-9 питомника 4 октября 2019 г.

В табл. 1 приводится характеристика растений современной коллекции метасеквойи Ботанического сада Петра Великого.

Ежегодная оценка зимостойкости по 7-балльной шкале П.И. Лапина за период после публикации нашей статьи [2] показала, что все растения *Metasequoia glyptostroboides* в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН имеют балл зимостойкости 2 – обмерзает не более половины длины однолетних побегов.

Таблица 1

**Характеристика растений *Metasequoia glyptostroboides* Hu et W.C. Cheng
в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН**

Участок	49-1	49-2	127-1	127-2	77	142
Параметры						
Возраст	69	69	69	7	7	69
Категория по Алексееву	1	2	1	1	1	2
Высота, м	14,4	13,6	10,2	2,2	2,4	3,9
Проекция кроны, м	6,0 × 5,6	5,4 × 5,8	5,8 × 5,2	1,4 × 1,5	1,0 × 1,1	2,2 × 2,0
Диаметр ствола, см	28	29	18	1	2	6
Сухие ветки, %	3	5	3	–	5	5
Семеношение в 2018 г.	+	–	–	–	–	–
Семеношение в 2019 г.	+	–	–	–	–	–
Семеношение в 2020 г.	–	–	–	–	–	–
Годовой прирост в 2018 г., мм	142±47	130±44	167±73	215±65	190±32	122±50
Годовой прирост в 2019 г., мм	125±61	135±52	150±64	204±80	211±55	167±71
Годовой прирост в 2020 г., мм	135±56	140±49	185±48	221±76	222±48	125±55

По соотношению высота–диаметр ствола все *Metasequoia glyptostroboides* развиваются равномерно, нет как сильно ослабленных, так и исключительно развитых (господствующих) деревьев (рис.1). Визуально по классификации Крафта [16; 17] все метасеквойи можно отнести к 3 классу – умеренно развитые деревья (согосподствующие).

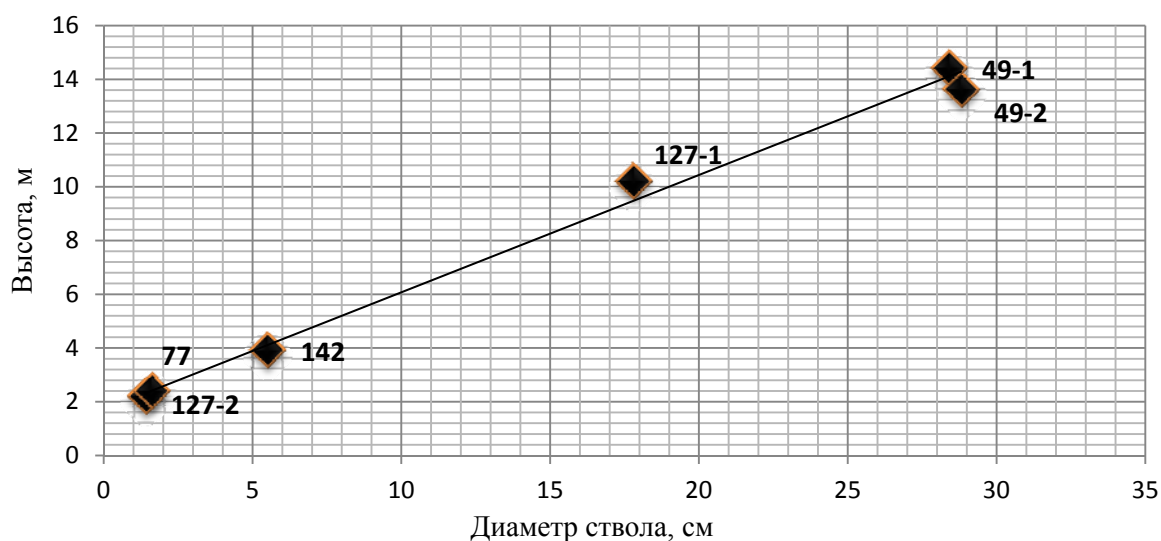


Рис. 1. Соотношение высота–диаметр ствола *Metasequoia glyptostroboides* в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН

Первые шишки метасеквойи в Ботаническом саду БИН были собраны в ноябре 2019 г. При этом 12 шт. свежих шишек с семенами (как на земле, так и с дерева) собраны в группе из двух деревьев на уч. 49. И здесь же, под кроной дерева, были собраны несколько прошлогодних шишек, уже начавших разлагаться и без семян. Таким образом, первое семеношение у метасеквойи в Ботаническом саду было в 2018 г.

Характеристика семян метасеквойи урожая 2019 г. в Ботаническом саду Петра Великого приводится в табл. 2. При этом представляется возможность сравнить их качество с другими пунктами интродукции.

Образец 1. Ботанический сад Петра Великого БИН РАН. Уч.49. Группа из двух самых больших деревьев в парке. Растения посажены довольно тесно, в двух метрах друг от друга, в полутени, но сверху затенения нет. Притенены с востока и юга. Ограничены во влаге и питании, так как в трёх метрах с южной стороны в 1964 г. посажено дерево *Pinus strobus*, в последние годы заметно увеличившееся в размерах.

Образец 2. Qingliangshan Park, Нанкин, Китай. Групповые посадки, более 10 деревьев, 12–18 м выс.

Образец 3. Kōjimachi, Chiyoda City, Токио, Япония. Группа из 2 деревьев около 15 м выс. на улице в небольшом сквере перед зданием.

Образец 4. Dangju-dong, Jongno-gu, Сеул, Южная Корея. Группа из 3 деревьев в небольшом сквере.

Таблица 2

Особенности шишек и семян *Metasequoia glyptostroboides* Hu et W.C. Cheng в Санкт-Петербурге и других пунктах интродукции

№ образца шишек/семян	1	2	3	4
Географические координаты	59°58'12.8"N 30°19'37.0"E	32°03'01"N 118°45'18"E	35°41'07.5"N 139°43'52.0"E	37°34'18.7"N 126°58'30.2"E
Дата сбора	октябрь 2019	декабрь 2018	05.12.2018	декабрь 2018
Число шишек, шт.	12	35	23	30
Масса сухой шишки, г	0,660±0,105	0,875±0,122	0,693±0,110	0,822±0,102
Длина шишки, мм	16,2±3,0	19,8±3,5	17,9±3,3	18,3±3,4
Ширина шишки, мм	13,0±2,1	18,5±2,8	15,1±2,5	16,4±2,7
Количество семян в одной шишке, шт.	20	85	62	71
Масса 1000 семян, г	1,75	2,15	1,85	1,81

Из данных табл. 2 видно, что макропараметры шишек и семян *Metasequoia glyptostroboides*, собранных в Ботаническом саду Петра Великого, несколько уступают макропараметрам шишек и семян из других пунктов интродукции, более близких к природному ареалу, – China *Metasequoia* Botanical Garden, Moudaozhen, Личуань, Хубэй, Китай (30°25'47"N, 108°41'22"E). Особенно заметно меньшее количество семян в одной шишке в Санкт-Петербурге (в 3–4 раза). По всей вероятности, это связано со слабым перекрестным опылением в малой группе особей (2 растения).

Для определения качества семян *Metasequoia glyptostroboides* проведено их рентгенографическое исследование (рис. 2). По результатам рентгенографии определена полнозернистость семян. У семян выявлены следующие скрытые дефекты: пустозернистость, несформированность эндосперма и зародыша, недовыполненность семян.

Оптимизация предпосевной обработки семян **проведена с помощью оригинального** многокомпонентного препарата АВ-10. После обработки 08.05.2020 семена были высеяны в ящики с субстратом. При посеве семена заглублялись на 3–5 мм. Проращивание семян проводилось в неотопливаемой теплице при температуре 17 ... 25 °С. Не допускалось пересыхание субстрата. В начале августа ящики с растениями были вынесены на улицу, где и оставлены на перезимовку. После замера макропараметров часть растений отсажена в контейнеры и оставлены на зиму в оранжерее при 0 ... +5 °С.

Таблица 3

Результаты посева семян *Metasequoia glyptostroboides* Hu et W.C. Cheng

Образец семян	Полнозернистость, %	Посеяно семян, г/шт.	Появление всходов, дни	Абсолютная всхожесть, %	Грунтовая всхожесть, %
1	15,5	0,404 / 231	19	19,4	3,0
2	21,0	1,5 / 697	18	56,7	11,9
3	12,0	0,945 / 510	18	52,5	6,3
4	10,0	2 / 1104	17	27,2	2,7

По данным, представленным в табл. 3, видно, что полнотелость, абсолютная и грунтовая всхожесть семян *Metasequoia glyptostroboides*, собранных в Ботаническом саду Петра Великого, незначительно уступает или находится на том же уровне, что и аналогичные показатели семян из других пунктов интродукции. Лучшие показатели образца семян № 2 (Нанкин, Китай) связаны с достаточно большой (более 10 деревьев) групповой посадкой растений, соответственно более интенсивным перекрестным опылением. Для *Metasequoia glyptostroboides* характерно низкое качество семян у одиночных растений и малых групп [18].

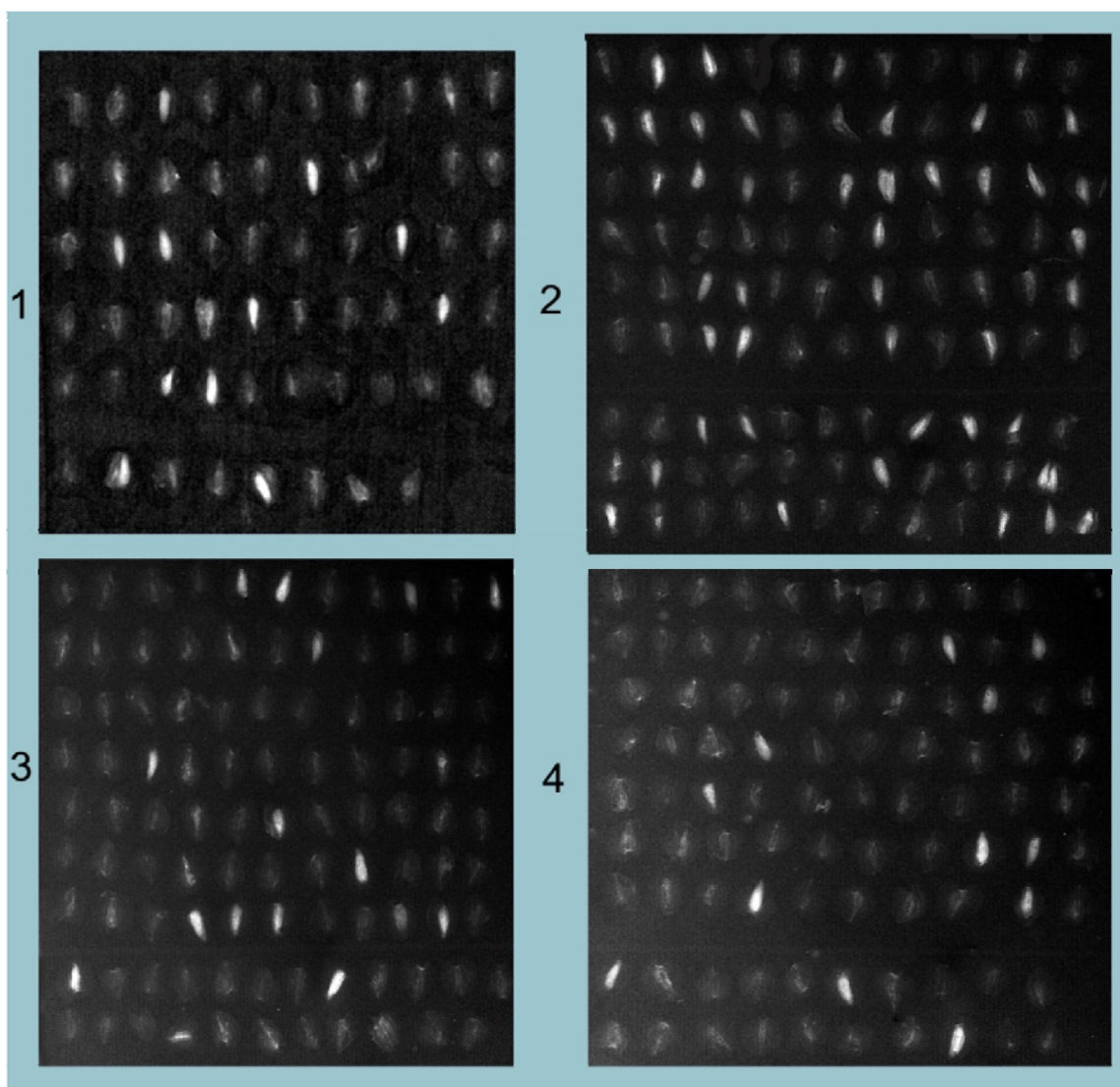


Рис. 2. Рентгенограммы семян *Metasequoia glyptostroboides* Hu et W.C. Cheng, где 1 – семена из Ботанического сада Петра Великого БИН РАН, 2 – семена из Нанкина, Китай, 3 – семена из Токио, Япония, 4 – семена из Сеула, Южная Корея.

На рис. 3 приводится динамика прорастания семян метасеквойи в Санкт-Петербурге из местных семян и из других пунктов интродукции.

Как видно из рис. 3, все 4 образца семян начинают всходить через 17–19 дней после посева. Большая часть семян всходит относительно равномерно в промежутке от 19 до 30 дней. Это соответствует литературным данным [10; 19]. В промежутке от 30 до 50 дней после посева количество всходов *Metasequoia glyptostroboides* несколько снижается. Это связано с выпадом слабых растений. Обычно выпадает 3–5 % от общего количества всходов.

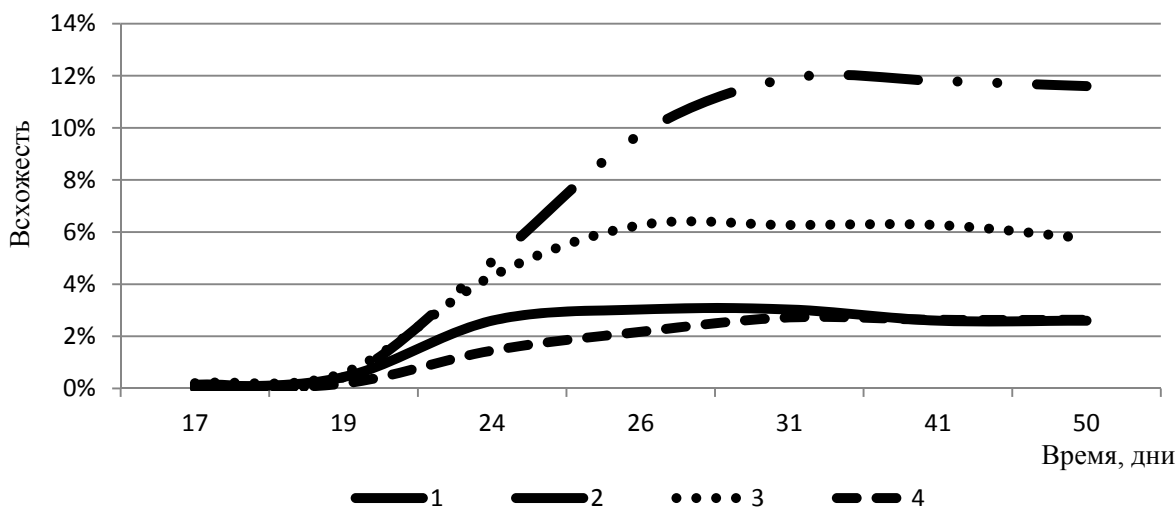


Рис. 3. Динамика прорастания семян *Metasequoia glyptostroboides* Hu et W.C. Cheng, где 1 – семена из Ботанического сада Петра Великого БИН РАН Уч.49, 2 – семена из Нанкина, Китай, 3 – семена из Токио, Япония, 4 – семена из Сеула, Южная Корея.

Осенью 2020 г. были измерены биометрические показатели сеянцев *Metasequoia glyptostroboides*. Средняя и максимальная высота сеянцев измерялась у всей популяции растений. Параметры корневой системы измерялись у 10 растений для каждого опыта. Все результаты даны по состоянию на 25.11.2020 и представлены в табл. 4.

Таблица 4

Биометрические показатели сеянцев *Metasequoia glyptostroboides* Hu et W.C. Cheng

Образец	Высота сеянцев, мм	Мак. высота, мм	Число корней 1-го порядка, мм	Длина корней 1-го порядка, мм	Число корней 2-го порядка, мм	Длина корней 2-го порядка, мм
1	208,3±47,5	230	3,02±0,91	149,4±31,2	58,21±6,64	34,81±21,75
2	209,4±78,7	292	3,67±0,52	136,5±49,7	54,67±6,32	37,48±23,55
3	244,2±72,0	370	3,33±0,65	126,0±40,9	71,33±6,08	47,01±32,89
4	197,5±85,5	310	3,76±1,02	149,6±41,9	70,60±11,18	37,05±30,43

По данным, представленным в табл. 4, видно, что по основным параметрам сеянцы, выращенные из семян, собранных в Ботаническом саду Петра Великого, не уступают аналогичным параметрам из других пунктов интродукции. Сеянцы уступают только по максимальной высоте, но этот показатель формируется рядом случайных причин.

По результатам проведенных испытаний можно сказать, что семена *Metasequoia glyptostroboides* урожая 2019 г. из Ботанического сада Петра Великого по всем показателям незначительно уступают семенам из других пунктов интродукции с климатическими условиями, более близкими к природному ареалу. Из этих семян выращены полноценные растения. Благодаря появлению семеношения *Metasequoia glyptostroboides* в Ботаническом саду Петра Великого в 2018–2019 гг., теперь Санкт-Петербург является самой северной точкой (по крайней мере, в Восточной Европе и Азии), где наблюдалось её семеношение и получено второе поколение этих растений из местных семян.

Что касается условий созревания семян, то в 2018 г. температурный режим Санкт-Петербурга в целом заметно превышал норму. Март оказался холодным (-4,4 °C). Зато 7 других месяцев года были теплее нормы. Август 2018 г. стал самым тёплым во втором десятилетии XXI века (19,2 °C), лишь немного уступая августу 1972 г. (19,9 °C) – рекорду за весь период наблюдений. Самая низкая температура в эту зиму достигла значения лишь -21,5 °C (1 марта 2018 г.). Как год, так и вегетационный

сезон были сухими. За три летних месяца (июнь – август) осадки составили только 188 мм. Таким образом, этот год подтверждает, что потепление климата в Санкт-Петербурге во втором десятилетии XXI века продолжается и усиливается. В 2018 г. на фоне повышенной теплообеспеченности имела место мощная феноаномалия. С конца весны до конца лета 8 феноэтапов подряд (с третьего этапа подсезона «Разгара весны» до второго этапа «Спада лета» включительно) наступили в достоверно ранние сроки. А 5 осенних феноэтапов (из семи) – наоборот, отодвинулись по срокам их наступления. Это говорит об увеличении вегетационного и безморозного периода.

Заключение

С начала интродукционной деятельности в Санкт-Петербурге стало очевидно, что основным ограничением для введения древесных растений в открытом грунте является недостаточная их зимостойкость [20]. Заметное потепление климата началось с 1989 г. В XXI в. оно усилилось, особенно после 2006 г., год 2015 стал самым тёплым на этот момент времени за период наблюдений: 7,7 °С. В начале XXI века на фоне потепления климата заметно выросло число видов деревьев и кустарников, достигших репродуктивного состояния. У целого ряда видов впервые за длительный период интродукции было получено семенное потомство, в том числе у метасеквойи. Происходит «всплеск» репродуктивных способностей растений [21]. Семеношение *Metasequoia glyptostroboides* отмечено в 2018 г., а в 2020 г. получено её семенное потомство. Из местных семян выращены полноценные растения, высота сеянцев 1-го года жизни достигает 21-23 см. Санкт-Петербург является одним из самых северных мест в мире, где наблюдается семеношение метасеквойи. Получено её второе поколение из местных семян. Изменение климата в сторону потепления дает возможность выращивать большее число видов из семян местной репродукции, и, в конечном счете, способствовать их акклиматизации и введению в практику городского озеленения. Можно надеяться, что метасеквойя рассечённошишечная найдёт достойное применение в озеленении Санкт-Петербурга.

Благодарности

Авторы выражают глубокую благодарность А.П. Рутковскому за семена *Metasequoia glyptostroboides*, собранные им в странах Восточной Азии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фирсов Г.А., Орлова Л.В., Волчанская А.В. Аннотированный каталог голосеменных растений парка-дендрария Ботанического сада Петра Великого БИН РАН. СПб.: Изд-во «Первый ИПХ», 2020. 208 с.
2. Фирсов Г. А., Трофимук Л. П., Хмарик А.В., Орлова Л. В. Метасеквойя (*Metasequoia glyptostroboides* Hu et W.C. Cheng, Taxodiaceae) в Санкт-Петербурге // Вестн. Удм. ун-та, Сер. Биология. Науки о Земле. 2017. Т. 27, вып. 1. С. 59-65.
3. Замятин Б.Н. О культуре метасеквойи в открытом грунте // Бюлл. Глав. ботан. сада. 1958. Вып. 31. С. 116-117.
4. Головач А.Г. Деревья, кустарники и лианы Ботанического сада БИН АН СССР (итоги интродукции). Л.: Наука, 1980. 188 с.
5. Комарова В.Н., Фирсов Г.А., Булыгин Н.Е., Ловелиус Н.В. Зимостойкость хвойных интродуцентов в условиях суровой зимы 1984/85 г. в Ленинграде // Бюлл. Глав. ботан. сада. 1988. Вып. 147. С. 8-13.
6. Лапин П.И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции // Бюлл. Глав. ботан. сада. 1967. Вып. 65. С. 13-18.
7. Булыгин Н.Е., Ловелиус Н.В., Фирсов Г.А. Реакция *Metasequoia glyptostroboides* (Taxodiaceae) на изменения тепло- и влагообеспеченности в Ленинграде // Ботан. журн. 1989. Т. 74, № 9. С. 1323-1328.
8. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51-57.
9. Архипов М.В., Прияткин Н.С., Гусакова Л.П., Карамышева А.В., Трофимук Л.П., Потрахов Н.Н., Бессонов В.Б., Щукина П.А. Методика микрофокусной рентгенографии для выявления скрытой дефектности семян древесных лесных пород и других видов сосудистых растений // Журнал технической физики. 2020. Т. 90, вып. 2. С.338-346. DOI: 10.21883/JTF.2020.02.48830.178-190.
10. Kolasinski M. How can we propagate the *Metasequoia glyptostroboides* Hu et W.C. Cheng? // Journal of Polish Agricultural Universities (EJPAU). 2012. Vol. 15, Issue 2, #01. URL: <http://www.ejpau.media.pl/articles/volume15/issue2/art-01.pdf> (дата обращения: 16.01.2021)
11. Рапопорт И.А. Действие ПАБК в связи с генетической структурой // Химические мутагены и парааминобензойная кислота в повышении урожайности сельскохозяйственных растений. М.: Наука, 1989. С. 3-37.

12. Кириллова Л.Л., Назарова Г.Н., Иванова Е.П. *l*-аминобензойная кислота стимулирует всхожесть семян, рост растений, фотосинтез и ассимиляцию азота у амаранта (*Amaranthus L.*) // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51, вып. 5. С. 688-695. doi: 10.15389/agrobiology.2016.5.688.
13. Иванов В.П., Марченко С.И., Нартов Д.И., Иванов Ю.В. Характер роста лесных культур сосны обыкновенной под воздействием пара-аминобензойной кислоты // Сибирский экологический журнал. 2015. Вып. 1. С. 163-172.
14. Булыгин Н. Е. Дендрология. Фенологические наблюдения над хвойными породами. Л.: ЛТА, 1974. 82 с.
15. Эйтинген Г.Р. Лесоводство. М.: Сельхозгиз, 1949. 246 с.
16. Ипатов В.С. Дифференциация деревьев в лесных сообществах // Биосфера. 2010. Т. 2, № 4. С. 544-553.
17. Булыгин Н.Е. Биологические основы дендрофенологии. Л.: Изд-во ЛТА, 1982. 80 с.
18. Kuser J. Inbreeding depression in *Metasequoia* // Journal Arnold Arboretum, 1983. Vol. 64, no. 3. P. 475-481.
19. Kolasinski M. Rozmnażanie *metasekwoi* z nasion (Propagation of *Metasequoia* from seeds) // Szkółkarstwo. 2000. Vol. 5. P. 36-37.
20. Фирсов Г.А. Древесные растения ботанического сада Петра Великого (XVIII–XXI вв.) и климат Санкт-Петербурга // Ботаника: история, теория, практика (к 300-летию основания Ботан. ин-та им. В.Л. Комарова Российской академии наук): тр. межд. науч. конф. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014. С. 208-215.
21. Фирсов Г.А., Ткаченко К.Г. Улучшение репродуктивных возможностей древесных растений в Санкт-Петербурге в условиях потепления климата в начале XXI века // Пространственно-временные аспекты функционирования биосистем: Сб. матер. XVI Межд. науч. экол. конф., посв. памяти А. В. Присного (24–26 ноября 2020 г.). Белгород: Издательский дом «Белгород», 2020. С. 260-263.

Поступила в редакцию 14.04.2021

Фирсов Геннадий Афанасьевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
отдела Ботанического сада Петра Великого
E-mail: gennady_firsov@mail.ru

Трофимук Лев Павлович, агроном Научно-опытной станции «Отрадное»
E-mail: radoste@yandex.ru

ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН»
197376, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 2

G.A. Firsov, L.P. Trofimuk

ON THE PRODUCTION OF SEED PROGENY OF *METASEQUOIA GLYPTOSTROBOIDES* HU ET W. C. CHENG (TAXODIACEAE) IN ST. PETERSBURG

DOI: 10.35634/2412-9518-2021-31-2-143-151

Metasequoia glyptostroboides Hu et W.C. Cheng has been grown in the Peter the Great Botanical Garden of the BIN RAS since 1952, where it was first introduced into cultivation in Russia. It is the most winter-hardy representative of the Taxodiaceae family suitable for open field culture in St. Petersburg. The best specimens reached 14.4 m in height with a trunk diameter of 29 cm at the age of 69 years. In 2018, seed production was recorded for the first time. Seed offspring were obtained in 2020. In the conditions of the warming of the climate of St. Petersburg in the first two decades of the 21st century, there is a surge in the generative ability of woody exotics, an increasing number of trees and shrubs are beginning to bear fruits and seeds.

Keywords: *Metasequoia glyptostroboides*, plant introduction, biological features, St. Petersburg.

REFERENCES

1. Firsov G.A., Orlova L.V., Volchanskaya A.V. *Annotirovannyi katalog golosemennykh rasteniy parka-dendrariya Botanicheskogo sada Petra Velikogo BIN RAN* [Annotated catalog of gymnosperms in the arboretum of the Peter the Great Botanical Garden, BIN RAS], St. Petersburg: PervyyIPKh Publ., 2020, 208 p. (In Russ.).
2. Firsov G.A., Trofimuk L.P., Khmarik A.V., Orlova L.V. [*Metasequoia glyptostroboides* Hu et W.C. Cheng, *Taxodiaceae* at Saint-Petersburg], in *Vestn. Udmurt. Univ., Ser. Biologiya. Nauki o Zemle*, 2017, vol. 27, iss. 1, pp. 59-65 (In Russ.).
3. Zamjatnin B.N. O kulture *metasekvoyi* v otkrytom grunte [About culture of *Metasequoia* outdoor], in *Byulleten' Glavnogo Botanicheskogo sada*, 1958, iss. 31, pp. 116-117 (In Russ.).

4. Golovach A.G. *Derevja, kustarniki i liani Botanicheskogo sada AN SSSR (itogi introdukzii)* [Trees, shrubs and lianas of Botanic Garden BIN AS USSR (results of introduction)], Leningrad: Nauka Publ., 1980, 188 p. (In Russ.).
5. Komarova V.N., Firsov G.A., Buligin N.E., Lovelius N.V. Zimostoykost' khvoynykh introduktsentov v usloviyakh surovoy zimy 1984/85 g. v Leningrade [Winter hardiness of conifer introducents in conditions of severe winter 1984/85 in Leningrad], in *Byulleten' Glavnogo Botanicheskogo sada*, 1988, iss. 147, pp. 8-13 (In Russ.).
6. Lapin P.I. Sezonnnyy ritm razvitiya drevesnykh rasteniy i ego znachenie dlya introduktsii [Seasonal rhythm of development of plants and its significance for introduction], in *Byulleten' Glavnogo Botanicheskogo sada*, 1967, iss. 65, pp. 13-18 (In Russ.).
7. Buligin N.E., Lovelius N.V., Firsov G.A. Reakcija *Metasequoia glyptostroboides* (Taxodiaceae) na izmeneniya teplo- i vlagoobespechennosti v Leningrade [Reaction of *Metasequoia glyptostroboides* (Taxodiaceae) on change of warmth and moisture in Leningrad], in *Botan. Journ.*, 1989, vol. 74, no. 9, pp. 1323-1328 (In Russ.).
8. Alekseev V.A. Diagnostika zhiznennogo sostojaniya derev'ev i drevostoev [Diagnostics of the vital state of trees and stands], in *Lesovedenie*, 1989, no. 4, pp.51-57 (In Russ.).
9. Arkhipov M.V., Priyatkin N.S., Gusakova L.P., Karamysheva A.V., Trofimuk L.P., Potrakhov N.N., Bessonov V.B., Shchukina P.A. [Microfocus X-ray technique for latent defectiveness of woody forest species and other types of vascular plants], in *Zhurnal tekhnicheskoy fiziki*, 2020, vol. 90, iss. 2, pp. 338-346. DOI: 10.21883/JTF.2020.02.48830.178-19 (In Russ.).
10. Kolasinski M. How can we propagate the *Metasequoia glyptostroboides* Hu et W.C. Cheng?, in *Journal of Polish Agricultural Universities (EJPAU)*, 2012, vol. 15, iss. 2, #01. Available at: <http://www.ejpau.media.pl/articles/volume15/issue2/art-01.pdf> (accessed: 16.01.2021).
11. Rapoport I.A. Dejstvie PABK v svyazi s geneticheskoy strukturoj [The action of PABA in connection with the genetic structure], in *Khimicheskie mutageny i para-aminobenzoy'naya kislota v povyshenii urozhaynosti sel'skokhozyaystvennykh rasteniy*, Moscow: Nauka Publ., 1989, pp. 3-37 (In Russ.).
12. Kirillova L.L., Nazarova G.N., Ivanova E.P. [P-aminobenzoic acid stimulates seed germination, plant growth, photosynthesis and assimilation of nitrogen in amaranth (*Amaranthus L.*)], in *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*, 2016, vol. 51, iss. 5, pp. 688-695. doi: 10.15389/agrobiology.2016.5.688 (In Russ.).
13. Ivanov V.P., Marchenko S.I., Nartov D.I., Ivanov Yu.V. [Growth pattern of Scots pine forest cultures under the influence of P-aminobenzoic acid], in *Sibirskiy ekologicheskij zhurnal*, 2015, iss. 1, pp. 163-172 (In Russ.).
14. Buligin N.E. *Dendrologiya. Fenologicheskie nabludenija nad hvojnimi porodami* [Dendrology, Phenological observations on conifers], Leningrad: LTA Publ., 1974, 82 p. (In Russ.).
15. Eitingen G.R. *Lesovodstvo* [Forestry], Moscow: Sel'khozgiz Publ., 1949, 246 p. (In Russ.).
16. Ipatov V.S. [Differentiation of trees in forest communities], in *Biosfera*, 2010, vol. 2, no. 4, pp. 544-553 (In Russ.).
17. Buligin N.E. *Biologicheskie osnovy dendrofenologii* [Biological bases of woody phenology], Leningrad: LTA Publ., 1982, 80 p. (In Russ.).
18. Kuser J. Inbreeding depression in *Metasequoia*, in *Journal Arnold Arboretum*, 1983, vol. 64, no. 3, pp. 475-481.
19. Kolasinski M. Rozmnozanie metasekwoi z nasion (Propagation of *Metasequoia* from seeds), in *Szkółkarstwo*, 2000, vol. 5, pp. 36-37 (In Polish).
20. Firsov G.A. [Woody plants of Peter the Great Botanic Garden (XVIII-XX centuries) and climate of Saint-Petersburg], in *Tr. mezhd. nauch. conf. «Botanika: istorija, teorija, praktika (k 300-let. osnov. Botan. Inst. im. V.L. Komarova Ros. Acad. Nauk)»*, St. Petersburg: SPbGETU "LETI" Publ., 2014, pp. 208-215 (In Russ.).
21. Firsov G.A., Tkachenko K.G. [Improving the reproductive capabilities of woody plants in St. Petersburg in the context of a warming climate at the beginning of the XXI century], in *Sborn. mater. XVI Mezhd. nauch. ekol. konf. "Prostranstvenno-vremennye aspekty funkcionirovaniya biosistem"*, posv. pamyati A.V. Prinsnogo, Belgorod: Belgorod Publ., 2020, pp. 260-263 (In Russ.).

Received 14.04.2021

Firsov G.A., Candidate of Biology, Senior Researcher of the Department botanic garden

E-mail: gennady_firsov@mail.ru

Trofimuk L.P., agronomist of the Otradnoje Research Station

E-mail: radoste@yandex.ru

Komarov Botanical Institute RAS

Prof. Popova st., 2, St. Petersburg, Russia, 197376