

УДК 58.006:58.084:631.53:581.543:574:630.181.28(470.23-25)

ВЛИЯНИЕ КОРОТКОПЕРИОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ КЛИМАТА НА РЕПРОДУКТИВНЫЕ СПОСОБНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Г. А. Фирсов, К. Г. Ткаченко, А. В. Волчанская, И. В. Фадеева

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197022, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 2

E-mail: gennady_firsov@mail.ru, kigatka@gmail.com, sandalet@mail.ru, butvik@mail.ru

Поступила в редакцию 11.09.2023 г.

В начале XXI в. в Санкт-Петербурге заметно увеличилось число видов деревьев и кустарников, перешедших в репродуктивное состояние. У целого ряда из них впервые за длительный период интродукции было получено семенное потомство. В таких условиях, когда так заметно меняются уровни адаптированности и по-разному проявляются биологические особенности разных видов растений, несомненно, возрастает роль и значение ведения и обработки длительных рядов непрерывных фенологических наблюдений. За период непрерывного фенологического мониторинга (1980–2022 гг.) в Ботаническом саду Петра Великого Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН установлено, что на фоне потепления климата Санкт-Петербурга, начавшегося с конца 1980-х годов, биологическая цикличность, по Н. Е. Булыгину, проявляется в чередовании раннетеплых (1989, 1990, 1992, 1995, 2007, 2008, 2014, 2015, 2016, 2019, 2020, 2022 гг.) и позднехолодных (1980, 1982, 1985, 1987, 1996, 1998, 2003, 2004, 2006, 2011, 2012, 2013 гг.) лет, что отражается на репродуктивной активности древесных растений и на способности их пережить зимние условия. За 2001–2022 гг. в репродуктивное состояние вступили 238 видов, многие из которых до этого в течение десятилетий находились в вегетативном состоянии. Особенно заметно улучшение в репродуктивной сфере растений после аномально теплой зимы 2006/07 г., оно усилилось в 2015 г. Этот и 2020 г. стали самыми теплыми за период инструментальных метеорологических наблюдений. 50.8 % случаев вступления в первое цветение и плодоношение приходится на раннетеплые годы и только 16.4 % случаев – на позднехолодные. При подведении итогов интродукции и оценке перспективности для разведения древесных растений для урбанофлористики необходимо учитывать цикличность климата региона, сезонный ритм развития растений и их ритмоадаптивные связи.

Ключевые слова: интродукция растений, фенология, мониторинг, парк-арборетум, Ботанический сад Петра Великого, цикличность климата.

DOI: 10.15372/SJFS20240210

ВВЕДЕНИЕ

На VIII Дендрологическом конгрессе социалистических стран в Тбилиси Н. Е. Булыгин (1982a) ввел в научную терминологию понятие биоклиматической цикличности (БКЦ) и в дальнейшем развивал это направление науки. Под этим он понимал цикличность реакции древесных растений на короткопериодные колебания климата с учетом возрастной изменчивости самой этой реакции. Интегральным показателем БКЦ разных типов служат даты наступления фенологического периода и температуры воз-

духа смежных теплой и холодной частей года. Н. Е. Булыгин (1982б) выделял три группы лет: раннетеплые, средние, или нормальные, и позднехолодные. Отдельные соседние годы он объединял в циклы. Наиболее отчетливо БКЦ выражается при сопоставлении двух альтернативных биоклиматических циклов – раннетеплых (РТ) и позднехолодных (ПХ), индикаторами которых служат фенодаты начала «пыления» ольхи серой (*Alnus incana* (L.) Moench).

Биоклиматическая цикличность – это сложное сочетание климатической и сопряженной с ней дендрофенологической цикличности в

связи с многолетней изменчивостью биологических свойств растений. Именно проявление БКЦ определяет временную изменчивость как разных показателей адаптированности растений, так и оценок результатов интродукции и перспективности интродуцентов для разведения (Булыгин, 1996; Булыгин, Фирсов, 1998). При этом цикличность в последние десятилетия (с конца 1980-х годов) проявляется на фоне потепления климата.

Результаты трехвековых интродукционных испытаний древесных растений под Санкт-Петербургом показали, что ведущим экологическим свойством, определяющим их адаптированность, является зимостойкость, которая оценивается через повреждаемость морозом. Однако показатели зимостойкости у разных авторов-наблюдателей зачастую резко различаются. Один и тот же вид часто характеризовался и как зимостойкий, и как вымерзающий. Причины подобной противоречивости результатов исследований кроются в высокой изменчивости самой зимостойкости растений в результате проявления биоклиматической цикличности (Фадеева и др., 2009; Фирсов и др., 2009). Именно она обуславливает повторяемость погодичных биометеорологических ситуаций разных типов, от благоприятных до критических по влиянию на интродуценты. С зимостойкостью теснейшим образом связана и репродуктивная способность растений (сам факт наличия цветения и плодоношения, возраст вступления в репродуктивное состояние, периодичность плодоношения, обилие плодоношения, качество семян и др.).

В начале 1970-х годов фенологи и климатологи обратили внимание на тенденцию к потеплению климата Санкт-Петербурга (Булыгин, Довгулевич, 1974). Климатическая и фенологическая тенденция обеспечила успешность перезимовки многих термофильных и ранее считавшихся непригодными для культуры в Северо-Западном регионе деревьев и кустарников. Ведь холодные и теплые зимы по-разному влияют на растения интродуцированной, а порой и местной дендрофлоры. Заметное потепление началось с 1989 г., который стал самым теплым (7.6 °C) в истории на тот период времени (Фирсов, 2014; Фирсов, Волчанская, 2021). В XXI в. потепление климата усилилось, особенно после 2007 г. Зима 2006/07 г. была рекордно короткой и продолжалась лишь 41 день, зато осень длилась почти 5 мес (Фирсов и др., 2008). Очень теплым было лето 2010 г., при рекордно высоких температурах июля (24.4 °C). Во втором десяти-

лети XXI в. до конца календарного года зима в отдельные года так и не наступает – отсутствует снежный покров, а некоторые растения продолжают вегетацию. Очевидна тенденция к повышению теплообеспеченности и при сравнении среднегодовой температуры воздуха. Она повысилась на 2.5 °C по отношению к норме климата XX столетия, что можно считать очень значительным потеплением. Год 2015 стал самым теплым за период наблюдений с середины XVIII в. – 7.7 °C (его позже превзошел 2020 г. – 8.3 °C). Заметно повысилась и минимальная температура воздуха (Фирсов, Фадеева, 2020). С потеплением климата в начале XXI в. в Санкт-Петербурге заметно увеличилось число видов деревьев и кустарников, перешедших в репродуктивное состояние (Фирсов, Ткаченко, 2020).

Цель настоящей работы – отметить те виды интродуцированных в Ботанический сад Петра Великого БИН РАН древесных, кустарниковых растений и лиан, для которых в XXI в. впервые отмечено цветение и плодоношение, что является реакцией на отмечаемое потепление климата.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования были древесные растения интродуцированной и местной дендрофлоры в Санкт-Петербурге и дендрофеноиндикаторы Календаря природы. Исследование выполнено в Ботаническом саду Петра Великого Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН. Использованы литературные данные по интродукции древесных растений и результаты собственных наблюдений. Ежегодная оценка обмерзания проводится авторами с начала 1980-х годов. Обмерзание растений оценивалось по шкале П. И. Лапина (1967): 1 – отсутствие повреждений, 2 – подмерзание хвои и концов одностебельных побегов, <...> 7 – гибель растения от морозов. В работе использованы данные метеостанции «Санкт-Петербург» Северо-Западного межрегионального территориального управления федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Обозначения фенологических фаз даны по Н. Е. Булыгину (1979). Естественная периодизация года приводится также по Н. Е. Булыгину (1982б). Использована обработка данных в компьютерной программе Microsoft Excel. Основанием для отнесения каждого года к тому или иному БКЦ служат статистики ряда распределения фенодат зацветания ольхи серой, исходя из среднемного-

летней даты начала ее пыления с учетом основной ошибки этой фенодаты ($X \pm m$). БКЦ считается ранним при $x_i \leq X - 3m$, поздним – в случае $x_i \geq X + 3m$, где x_i – погодичная фенодата начала пыления ольхи, т. е. выделение БКЦ осуществляется в доверительном интервале $p = 0.99$. Отсюда при $X = 2.04 \pm 2.4$ раннотеплые годы будут при $x_i \leq 02.04 - 7.2 \leq 24.03$ и поздним в случае $x_i \geq 02.04 + 7.2 \geq 10.04$. В настоящей статье был обработан ряд зацветания ольхи серой за период 1980–2022 гг.

Обозначения, используемые в статье: БИН РАН – Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, БКЦ – биоклиматическая цикличность, РТ – раннотеплый, ПХ – позднехолодный.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Климатологи и фенологи в конце XX в. стали обращать внимание на тенденцию к потеплению климата Санкт-Петербурга. Климатическая и фенологическая тенденция обеспечила успешность перезимовки многих термофильных и ранее считавшихся не пригодными для культуры в Северо-Западном регионе деревьев и кустарников. У целого ряда видов впервые за длитель-

ный период интродукции было получено семенное потомство: клен японский (*Acer japonicum* Thunb.) (Волчанская и др., 2010), ель Глена (*Picea glehnii* (F. Schmidt) Mast.) (Фирсов и др., 2015в), ясень Поярковой (*Fraxinus pojarkoviana* V. Vassil.) (Фирсов и др., 2016а), я. остроплодный (*F. oxycarpa* Willd.) (Фирсов и др., 2016б), айва продолговатая (*Cydonia oblonga* Mill.) (Фирсов и др., 2017б), граб восточный (*Carpinus orientalis* Mill.) (Фирсов, Ткаченко, 2018), клен волосовидный (*Acer capillipes* Maxim.) (Фирсов и др., 2018а), груша зангезурская (*Pyrus zangezura* Maleev) (Ткаченко и др., 2019), кирказон крупнолистный (*Aristolochia macrophylla* Lam.) (Ткаченко и др., 2020). У некоторых видов отмечено первое цветение, например у декеней Фаргеза (*Decaisnea fargesii* Franch.) (Фирсов, 2019а).

В таблице приведен список видов, перешедших в репродуктивное состояние, у которых впервые было отмечено цветение и плодоношение в начале третьего десятилетия XXI в. (в первые два и в начале третьего десятилетия нового века – за 2001–2022 гг.).

При этом следует отметить тот факт, что многие из них до этого десятки лет находились в вегетативном состоянии.

Древесные растения Ботанического сада Петра Великого, достигшие репродуктивного возрастного состояния в 2001–2022 гг.

№ п/п	Вид	Год		Литературный источник	Период биоклима- тической цикличности
		появления в саду	первого цветения и/или плодо- ношения		
1	2	3	4	5	6
1	Абелия корейская (<i>Abelia koreana</i> Nakai)	~1995	2005 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021 (растение из экспедиции в 1997 г.)	Средний
2	Айва продолговатая (<i>Cydonia oblonga</i> Mill.)	1949	2014 (пл.)	Фирсов и др., 2017б; Фирсов, Ярмишко, 2021	Раннотеплый
3	Айлант высочайший (<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle)	1990	2018 (цв.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Средний
4	Акантопанакс трёхлистный (<i>Acanthopanax trifoliatum</i> (L.) Merr.)	1992	2008 (цв.)	Там же	Раннотеплый
5	Акебия пятёрная (<i>Akebia quinata</i> (Houtt.) Decne.)	2009	2015 (цв.)	»	»
6	Аралия высокая (<i>Aralia elata</i> (Miq.) Seem.)	2010	2021 (пл.)	»	Средний
7	Арахна колхидская (<i>Leptopus colchicus</i> (Fisch. et C. A. Mey. ex Boiss.) Pojark.)	~2004	2009 (пл.)	»	»
8	Арония сливолистная (<i>Aronia × prunifolia</i> (Marshall) Rehder)	1999	2004 (пл.)	»	Поздне- холодный

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
9	Астрагал белостебельный (<i>Astragalus albicaulis</i> DC.)	~2000	2005 (пл.)	Ориг. (привезен растением в 2004 г., позже погиб от выпревания)	Средний
10	Аукуба японская (<i>Aucuba japonica</i> Thunb.)	2008	2014 (цв.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Раннетеплый
11	Багульник гренландский (<i>Ledum groenlandicum</i> Oed.)	1999	2006 (пл.)	Ориг.	Поздне-холодный
12	Б. подбел (<i>L. hypoleucum</i> Kom.)	2005	2011 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Тот же
13	Б. стелющийся (<i>L. decumbens</i> (Aiton) Lodd. ex Steud.)	2001	2010 (пл.)	Там же	Средний
14	Барбарис Вильсона (<i>Berberis wilsoniae</i> Hemsl.)	1996	2001 (цв.)	Ориг. (позже вымерз)	»
15	Б. сибирский (<i>B. sibirica</i> Pall.)	1992	2002 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	»
16	Б. Генри (<i>B. henryana</i> C. K. Schneid.)	1995	2002 (пл.)	Там же	»
17	Бархат китайский (<i>Phellodendron chinense</i> C. K. Schneid.)	1990	2015 (цв.)	»	Раннетеплый
18	Береза граболистная (<i>Betula grossa</i> Siebold & Zucc.)	2000	2009 (пл.)	»	Средний
19	Б. китайская (<i>B. chinensis</i> Maxim.)	2001	2012 (пл.)	»	Поздне-холодный
20	Б. малорослая (<i>B. pumila</i> L.)	2003	2008 (пл.)	»	Раннетеплый
21	Б. Медведева (<i>Betula medvediewii</i> Regel)	1986	2015 (пл.)	» (растение из НОС Отрадное)	»
22	Б. полезная (<i>B. utilis</i> D. Don)	2001	2009 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Средний
23	Б. чичибуенская (<i>B. chichibuensis</i> H. Hara)	2012	2021 (пл.)	Ориг.	»
24	Б. сычуаньская (<i>B. szechuanica</i> (C. K. Schneid.) Jansson)	2006	2020 (пл.)	» (другие образцы в Саду не соответствуют названию)	Раннетеплый
25	Бересклет Коопмана (<i>Euonymus koopmannii</i> Lauche)	~1998	2003 (пл.)	Ориг.	Поздне-холодный
26	Б. Форчуна (<i>E. fortunei</i> (Turcz.) Hand.-Mazz. f. <i>radicans</i> (Miq.) Rehder)	2000	2017 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Средний
27	Б. широколистный (<i>E. latifolius</i> (L.) Mill.)	2011	2020 (пл.)	Там же	Раннетеплый
28	Бирючина обыкновенная (<i>Ligustrum vulgare</i> L.)	~2004	2014 (пл.)	Ориг. (растение в 2006 г. с Кавказа)	»
29	Бузина канадская (<i>Sambucus canadensis</i> L.)	2003	2011 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021 (была обрезана на пень, потом долго восстанавливалась)	Поздне-холодный
30	Виноград Куанье (<i>Vitis coignetiae</i> Pulliat ex Planch.)	2005	2012 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Тот же
31	Вишня кустарниковая (<i>Cerasus fruticosa</i> Pall.)	1999	2006 (цв.)	Там же	»
32	В. тянь-шанская (<i>C. tianschanica</i> Rojark.)	~2009	2015 (цв.)	Ориг.	Раннетеплый
33	Восковница Уханова (<i>Myrica</i> × <i>uchanovii</i> Byalt et Firsov (<i>M. gale</i> L. × <i>M. tomentosa</i> DC.))	2009	2011 (пл.)	»	Поздне-холодный
34	Вяз (<i>Ulmus</i> × <i>arbuscula</i> E. Wolf (<i>U. pumila</i> × <i>U. glabra</i>))	2009	2022 (пл.)	Ориг.	Раннетеплый
35	В. японский (<i>U. japonica</i> (Rehder) Sarg.)	~1997	2014	Фирсов и др., 2022	»

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
36	Гамamelis виргинский (<i>Hamamelis virginiana</i> L.)	1972	2002 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Средний
37	Гольтерия лежачая (<i>Gaultheria procumbens</i> L.)	1999	2001 (пл.)	Ориг.	»
38	Гортензия Саржента (<i>Hydrangea sargentiana</i> Rehder)	2017	2020 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Раннотеплый
39	Г. лучистая (<i>H. radiata</i> Walter)	2018	2022 (пл.)	Ориг.	»
40	Г. мощная (<i>H. robusta</i> Hook. f. & Thomson)	1996	2014 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	»
41	Граб восточный (<i>Carpinus orientalis</i> Mill.)	~1925	2010 (пл.)	Фирсов, Ткаченко, 2018; Фирсов, Ярмишко, 2021	Средний
42	Г. каролинский (<i>C. caroliniana</i> Walt.)	1989	2009 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	»
43	Г. японский (<i>C. japonica</i> Blume)	1988	2007 (пл.)	Фирсов и др., 2008, 2010; Фирсов, Ярмишко, 2021	Раннотеплый
44	Груша зангезурская (<i>Pyrus zangezura</i> Maleev)	2003	2016 (пл.)	Ткаченко и др., 2019; Фирсов, Ярмишко, 2021	»
45	Г. кавказская (<i>P. caucasica</i> Fed.)	1991	2002 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Средний
46	Дейция гибридная (<i>Deutzia</i> × <i>hybrida</i> Lemoine (<i>D. discolor</i> Hemsl. × <i>D. longifolia</i> Franch.))	2009	2013 (пл.)	Ориг.	Поздне-холодный
47	Декеня Фаргеза (<i>Decaisnea fargesii</i> Franch.)	2011	2019 (цв.)	Фирсов, 2019a (первое цветение 25 мая 2019 г. на феностате РВЗ и продолжалось около 20 сут). Подтвердили Г. А. Фирсов, В. Т. Ярмишко (2021)	Раннотеплый
48	Дрок германский (<i>Genista germanica</i> L.)	2005	2007 (пл.)	Ориг. (в 2008–2010 гг. уже обнаружен самосев).	Средний
49	Д. красильный (<i>G. tinctoria</i> L.)	2001	2005 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	»
50	Дуб белый (<i>Quercus alba</i> L.)	~1886	2002 (пл.)	Фирсов и др., 2008, 2010; Лаврентьев, Фирсов, 2015; Фирсов, Ярмишко, 2021	»
51	Д. зубчатый (<i>Q. dentata</i> Thunb.)	1990	2009 (цв.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	»
52	Д. крупноплодный (<i>Q. macrocarpa</i> Michx.)	1977	2021 (цв.)	Там же	»
53	Д. курчавенький (<i>Q. crispula</i> Blume)	2005	2017 (цв.)	»	»
54	Д. пильчатый (<i>Q. serrata</i> Thunb.)	1998	2012 (цв.)	»	Поздне-холодный
55	Дубровник гирканский (<i>Teucrium hircanum</i> L.)	2014	2016 (пл.)	Ориг.	Раннотеплый
56	Ежевика несская (<i>Rubus nessensis</i> Hall)	~2004	2007 (пл.)	»	»
57	Ель Глена (<i>Picea glehnii</i> (F. Schmidt) Mast.)	1955	1996 (пл.)	Фирсов и др., 2015в, 2019; Фирсов, Орлова, 2019; Фирсов и др., 2020а	»
58	Е. корейская (<i>P. koraiensis</i> Nakai)	1979	2014 (пл.)	Фирсов, Орлова, 2019; Фирсов и др., 2020а	Раннотеплый
59	Е. Шренка (<i>P. schrenkiana</i> Fisch. & С. А. Мей.)	~1965	2022 (пл.)	Ориг.	»
60	Жимолость камчатская (<i>Lonicera caerulea</i> L. var. <i>kamtschatica</i> Sevast.)	2001	2008 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	»
61	Ж. илийская (<i>L. iliensis</i> Pojark.)	2011	2014 (пл.)	Фирсов, Бялт, 2017; Фирсов, Ярмишко, 2021	»
62	Ж. Стевена (<i>L. steveniana</i> Fisch. ex Pojark.)	2014	2021 (цв.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Средний
63	Ж. узкоцветковая (<i>L. stenantha</i> Pojark.)	2001	2005 (пл.)	Там же	»

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
64	Жимолость Толмачева (<i>Lonicera tolmatchevii</i> Pojark.)	2004	2008 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Раннотеплый
65	Ж. Фердинанда (<i>L. ferdinandii</i> Franch.)	1988	2008 (пл.)	Фирсов, Бялт, 2017; Фирсов, Ярмишко, 2021	»
66	Ж. этруская (<i>L. etrusca</i> Santi)	~2014	2021 (цв.)	Фирсов, Ярмишко (2021) отметили цв. В прошлом вводили неоднократно, но была очень недолговечной из-за слабой зимостойкости	Средний
67	Ж. Зайцева (<i>L. × zaitzevii</i> V. V. Byalt, A. Byal et Firsov (<i>L. demissa</i> Rehd. × <i>L. xylostereum</i> L.))	2009	2015 (пл.)	Фирсов и др., 2018; Фирсов, Ярмишко, 2021	Раннотеплый
68	Жостер уссурийский (<i>Rhamnus ussuriensis</i> J. J. Vassil.)	1998	2010 (цв.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Средний
69	Ж. японский (<i>Rh. japonica</i> Maxim.)	1998	2008 (пл.)	Там же	Раннотеплый
70	Заманиха высокая (<i>Oplopanax elatus</i> (Nakai) Nakai)	~1994	2003 (пл.)	»	Поздне- холодный
71	Зверобой красильный (<i>Hypericum androsaemum</i> L.)	1999	2001 (пл.)	Ориг.	Средний
72	З. олимпийский (<i>H. olympicum</i> L.)	1999	2002 (пл.)	»	»
73	Ива кавказская (<i>Salix caucasica</i> Anderss.)	~2008	2015 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021 (из экспедиции в 2011 г., погибла в 2022 г.)	Раннотеплый
74	И. кангинская (<i>S. kangensis</i> Nakai)	2005	2009 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Средний
75	И. козья, подвид Хультена (<i>S. caprea</i> L. subsp. <i>hultenii</i> (B. Floder) Kom.)	~2001	2008 (пл.)	Там же (из экспедиции в 2004 г.)	Раннотеплый
76	И. Коха (<i>S. kochiana</i> Trautv.)	2005	2008 (цв.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	»
77	И. Ледебур (<i>S. ledebouriana</i> Trautv.)	2005	2009 (пл.)	Там же	Средний
78	И. тонкостолбиковая (<i>S. gracilistyla</i> Miq.)	1997	2007 (пл.)	»	Раннотеплый
79	И. тарайкинская (<i>S. taraikensis</i> Kimura)	~1997	2004 (пл.)	» (у второго образца из экс- педиции 2004 г. пл. отмече- но в 2005 г.)	Поздне- холодный
80	И. удская (<i>S. udensis</i> Trautv. & C. A. Mey.)	~1999	2006 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Средний
81	Иглица колхидская (<i>Ruscus colchicus</i> Yeo)	~2006	2012 (цв.)	Ориг. (позже вымерзла)	Поздне- холодный
82	Ирга ютская (<i>Amelanchier utachensis</i> Koehne)	1982	2008 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021 (была посажена в затенённом месте, долго находилась в вегета- тивном состоянии).	Раннотеплый
83	Иссоп узколистный (<i>Hyssopus angustifolius</i> Bieb.)	2007	2009 (цв.)	Ориг.	Средний
84	Иtea виргинская (<i>Itea virginica</i> L.)	~2007	2015 (цв.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Раннотеплый
85	Каликант цветущий (<i>Calycanthus floridus</i> L.)	1996	2009 (пл.)	Там же	Средний
86	Калина морщинистостолбчатая (<i>Viburnum rhytidophyllum</i> Hemsl.)	~1997	2021 (пл.)	Цв. отметили Фирсов, Ярмишко (2021), пл. приводится впервые	»
87	К. Райта (<i>V. wrightii</i> Miq.)	1991	2001 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	»
88	К. съедобная (<i>V. edule</i> (Michx.) Raf.)	1999	2006	Васильев и др., 2012; Фирсов, Ярмишко, 2021	Поздне- холодный

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
89	Калина Фаррера (<i>Viburnum farreri</i> Stearn)	~1992	2009 (цв.)	Фирсов, Ярмишко, 2021 (вид зимнего цветения, которое возможно в случае тёплых зим и длительных оттепелей)	Средний
90	Кария овальная (<i>Carya ovata</i> (Mill.) K. Koch)	1947	2011 (пл.)	Фирсов, Гаврилова, 2021; Фирсов, Ярмишко, 2021	Поздне-холодный
91	Катальпа Бунге (<i>Catalpa bungei</i> C. A. Mey.)	1993	2007 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Раннотеплый
92	К. прекрасная (<i>Catalpa speciosa</i> (Warder) Warder ex Engelm.)	1992	2021 (пл.)	Там же	Средний
93	Каштан посевной (<i>Castanea sativa</i> Mill.)	2003	2022 (пл.)	Первое цв. отметили Г. А. Фирсов, В. Т. Ярмишко (2021), в 2022 г. были пл., хотя и недоразвитые	Раннотеплый
94	Кизил Уолтера (<i>Cornus walteri</i> Wangerin)	2012	2019 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	»
95	Кизильник Антонины (<i>Cotoneaster</i> × <i>antoninae</i> Juz. ex N. I. Orlova (<i>C. cinnabarinus</i> Juz. × <i>C. melanocarpus</i> Fisch. ex Blytt))	~2004	2017 (пл.)	Там же	Средний
96	К. крупноплодный (<i>C. megalocarpus</i> Popov)	1998	2003 (пл.)	Ориг.	Поздне-холодный
97	Кипарисовик туполистный (<i>Chamaecyparis obtusa</i> (Siebold & Zucc.) Endl.)	2009	2018 (пл.)	Фирсов, 2020	Средний
98	Кирказон крупнолистный (<i>Aristolochia macrophylla</i> Lam.)	1958	2007 (пл.)	Ткаченко и др., 2020; Фирсов, Ярмишко, 2021	Раннотеплый
99	Кладрастис кентуккийский (<i>Cladrastis kentukea</i> (Dum. Cours.) Rudd)	1976	2013 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Поздне-холодный
100	Клекачка трехлистная (<i>Staphylea trifolia</i> L.)	1999	2015 (цв.)	Там же	Раннотеплый
101	Клен бархатистый (<i>Acer velutinum</i> Boiss.)	~2008	2015 (пл.)	»	»
102	К. виноградолистный (<i>A. cissifolium</i> (Siebold et Zucc.) K. Koch)	1999	2019 (пл.)	Фирсов и др., 2021; Фирсов, Ярмишко, 2021	»
103	К. волосовидный (<i>A. capillipes</i> Maxim.)	~1996	2014 (пл.)	Фирсов и др., 2018а; Фирсов, Ярмишко, 2021 (растение из Швеции в 1998 г.)	»
104	К. Генри (<i>A. henryi</i> Pax)	2001	2013 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Поздне-холодный
105	К. рыхлоцветковый (<i>A. laxiflorum</i> Pax)	2010	2022 (цв.)	Ориг.	Раннотеплый
106	К. Гроссера (<i>A. grosseri</i> Pax)	2006	2019 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	»
107	К. Давида (<i>A. davidii</i> Franch.)	1999	2012 (пл.)	Там же	Поздне-холодный
108	К. дланевидный (<i>A. palmatum</i> (Thunb.) Thunb)	1981	2007 (пл.)	Фирсов и др., 2008, 2010; Фирсов, Ярмишко, 2021	Раннотеплый
109	К. калинолистный (<i>A. opalus</i> Mill.)	1989	2019 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	»
110	К. Комарова (<i>A. tschonoskii</i> Maxim. subsp. <i>komarovii</i> (Pojark.) Nedoluzhko)	1982	2004 (пл.)	Там же (растение позже погибло от фитофторы)	Поздне-холодный
111	К. Майра (<i>A. mayrii</i> Schwer.)	~2001	2019 (пл.)	Там же (растение из экспедиции в 2004 г.)	Раннотеплый

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
112	Клен пенсильванский (<i>Acer pensylvanicum</i> L.)	~2001	2015 (цв.)	Фирсов, Ярмишко, 2021 (растение из Финляндии в 2003 г.)	Раннотеплый
113	К. сахарный (<i>A. saccharum</i> Marshall)	1975	2011 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Поздне-холодный
114	К. серый (<i>A. griseum</i> (Franch.) Pax)	1999	2019 (пл.)	Там же	Раннотеплый
115	К. трёхцветковый (<i>A. triflorum</i> Kom.)	1958	2008 (пл.)	Фирсов и др., 2010; Фирсов, Ярмишко, 2021	»
116	К. японский (<i>A. japonicum</i> Thunb.)	1999	2015 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	»
117	К. черный (<i>A. saccharum</i> Marshall subsp. <i>nigrum</i> (Michx. f.) Desmarais)	1977	2011 (пл.)	Там же	Поздне-холодный
118	Корилописис колосистый (<i>Corylopsis sinensis</i> Hemsl.)	2002	2015 (цв.)	»	Раннотеплый
119	Красивоплодник японский (<i>Callicarpa japonica</i> Thunb.)	2009	2012 (цв.)	»	Поздне-холодный
120	Криптомерия японская (<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L. f.) D. Don)	2009	2015 (пл.)	Фирсов, Орлова, 2019; Фирсов и др., 2020a	Раннотеплый
121	Курильский чай оголённый (<i>Pentaphylloides glabrata</i> (Willd. ex Schlecht.) O. Schwarz (<i>Potentilla davurica</i> Nestle))	~1999	2002 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Средний
122	Лаванда узколистная (<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.)	2012	2016 (пл.)	Там же (отметили цветение)	Раннотеплый
123	Лапина узкокрылая (<i>Pterocarya stenoptera</i> DC.)	1984	2011 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Поздне-холодный
124	Лейцестерия красивая (<i>Leycesteria formosa</i> Wall.)	2009	2010 (цв.)	Ориг.	Средний
125	Леспедеца двуцветная (<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz.)	2006	2010 (цв.)	»	»
126	Лещина древовидная (<i>Corylus colurna</i> L.)	~1980	2015 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021 (растение из питомника Лесотехнического университета, Санкт-Петербург, в 1989 г.)	Раннотеплый
127	Л. большая (<i>C. maxima</i> Mill.)	2016	2022 (пл.)	Фирсов, Ярмишко (2021) отмечали пл. только у пурпурнолистной формы.	»
128	Линдера смоляная (<i>Lindera benzoin</i> (L.) Blume)	2003	2012 (цв.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Поздне-холодный
129	Липа разнолистная (<i>Tilia heterophylla</i> Vent.)	1977	2014 (пл.)	Там же	Раннотеплый
130	Лириодендрон тюльпанный (<i>Liriodendron tulipifera</i> L.)	1956	2019 (пл.)	»	»
131	Лиственница ольгинская (<i>Larix olgensis</i> A. Henry)	1998	2013 (пл.)	Фирсов и др., 2020a	Поздне-холодный
132	Ложнотополь сердцелистный (<i>Toisusu cardiophylla</i> (Trautv. et C. A. Mey.) Kimura)	~2001	2008 (пл.)	Фирсов, Трофимук, 2019; Фирсов, Ярмишко, 2021 (растение в 2004 г. из экспедиции)	Раннотеплый
133	Ломонос борщевиколистный (<i>Clematis heracleifolia</i> DC.)	2000	2012 (цв.)	Фирсов, Ярмишко, 2021 (в первые годы сильно обмерзал, был перечеренкован)	Поздне-холодный
134	Луносемянник даурский (<i>Menispermum dahuricum</i> DC.)	2008	2017 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Средний

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
135	Магнолия звездчатая (<i>Magnolia stellata</i> (Siebold et Zucc.))	1993	2019 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Раннотеплый
136	М. кобус (<i>M. kobus</i> DC.)	2002	2017 (пл.)	Там же	Средний
137	М. лекарственная (<i>M. officinalis</i> Rehd. & E. H. Wilson)	1996	2022 (пл.)	Первое цв. отметили Фирсов, Ярмишко (2021), первое пл. в 2022 г.	Раннотеплый
138	М. обратнойцевидная (<i>Magnolia obovata</i> Thunb.)	1990	2022 (пл.)	Ориг.	»
139	Малина западная (<i>Rubus occidentalis</i> L.)	1997	2001 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Средний
140	Малина Джиральда (<i>Rubus giraldianus</i> Focke)	~1997	2008 (пл.)	Там же	Раннотеплый
141	Мензизия ржавая (<i>Menziesia ferruginea</i> Sm.)	1999	2007 (пл.)	»	»
142	Метасеквойя глиптостробусовая (<i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu & W. C. Cheng)	1952	2018 (пл.)	Фирсов, Трофимук, 2021	Средний
143	Микробиота перекрёстнопарная (<i>Microbiota decussata</i> Kom.)	1991	2010 (пл.)	Фирсов и др., 2010; Фирсов, Орлова, 2019	»
144	Можжевельник твёрдый (<i>Juniperus rigida</i> Siebold & Zucc.)	~1998	2009 (пл.)	Фирсов и др., 2020a	»
145	Мушмула германская (<i>Mespilus germanica</i> L.)	1988	2008 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Раннотеплый
146	Нейлия китайская (<i>Neillia sinensis</i> Oliv.)	2004	2007 (пл.)	Ориг.	»
147	Норичник меловой (<i>Scrophularia cretacea</i> Fisch. ex Spreng.)	~2006	2010 (цв.)	Ориг. (из экспедиции в 2009 г., позже вымерзла)	Средний
148	Ольховник вырезанный (<i>Duschekia sinuata</i> (Regel) Pouzar)	1999	2007 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Раннотеплый
149	О. курчавый (<i>D. crispa</i> (Aiton) Pouzar)	2001	2014 (пл.)	Там же	»
150	О. твердый (<i>D. firma</i> (Siebold et Zucc.) Pouzar)	2008	2018 (пл.)	»	Средний
151	Острокильница чернеющая (<i>Lembotropis nigricans</i> (L.) Griseb. (<i>Cytisus nigricans</i> L.))	2005	2007 (пл.)	Ориг.	Раннотеплый
152	Падуб морщинистый (<i>Ilex rugosa</i> Fr. Schmidt)	~2001	2012 (пл.)	Ориг. (из экспедиции в 2004 г., позже был высажен в парк и погиб)	Поздне-холодный
153	П. мутовчатый (<i>I. verticillata</i> (L.) A. Gray)	1996	2004 (цв.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Тот же
154	Персик обыкновенный (<i>Persica vulgaris</i> Mill.)	2012	2021 (пл.)	Там же	Средний
155	Пион жёлтый (<i>Paeonia lutea</i> Delavay ex Franch.)	1996	2009 (пл.)	» (первые годы сильно обмерзал)	»
156	Пихта аризонская (<i>Abies arizonica</i> (Merriam))	1973	2019 (пл.)	Ориг.	Раннотеплый
157	П. Арнольда (<i>A. × arnoldiana</i> Nitzelius) (<i>A. koreana</i> E. H. Wilson) × <i>A. veitchii</i> Lindl.)	2007	2018 (пл.)	Фирсов и др., 2020a	Средний
158	П. белая (<i>A. alba</i> Mill.)	1971	2013 (пл.)	Фирсов, Хмарик, 2017a; Фирсов, Орлова, 2019; Фирсов и др., 2020a	Поздне-холодный
159	П. грациозная (<i>A. gracilis</i> Kom.)	1986	2007 (пл.)	Фирсов и др., 2008; Фирсов, Хмарик, 2017a, b; Фирсов, Орлова, 2019; Фирсов и др., 2020a	Раннотеплый

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
160	Пихта Майра (<i>Abies sachalinensis</i> F. Schmidt var. <i>mayriana</i> Miyabe et Kudo)	~2000	2019 (пл.)	Ориг. (растение из экспедиции в 2004 г.)	Раннетеплый
161	П. Семенова (<i>A. semenovii</i> B. Fedtsch.)	1958	2000 (пл.)	Фирсов и др., 2008, 2010; Ткаченко и др., 2016; Фирсов, Хмарик, 2017а, б; Фирсов, Орлова, 2019; Фирсов и др., 2020а	Средний
162	П. субальпийская (<i>A. lasiocarpa</i> (Hook.) Nutt.)	1975	2008 (пл.)	Фирсов, Орлова, 2019; Фирсов и др., 2020а	Раннетеплый
163	Платикратер острый (<i>Platycrater arguta</i> Siebold & Zucc.)	2008	2010 (цв.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Средний
164	Полынь Маршалла (<i>Artemisia marshalliana</i> Spreng.)	~2003	2007 (цв.)	Ориг. (позже погибла)	Раннетеплый
165	П. солянковидная (<i>A. salsoloides</i> Willd.)	~2006	2010 (пл.)	» » »	Средний
166	Пузырник восточный (<i>Colutea orientalis</i> Mill.)	2004	2007 (цв.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Раннетеплый
167	Пустынница Корина (<i>Eremogone coriniana</i> (Fisch. ex Fenzl) Ikonn.)	~2011	2015 (пл.)	Ориг. (из экспедиции в 2014 г., позже погибло)	»
168	Ракитничек австрийский (<i>Chamaecytisus austriacus</i> (L.) Link)	1999	2002 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Средний
169	Рододендрон Клементины (<i>Rhododendron clementinae</i> Forrest ex W. W. Sm.)	2009	2022 (пл.)	Ориг.	Раннетеплый
170	Р. короткоплодный (<i>Rh. brachycarpum</i> D. Don subsp. <i>tigerstedtii</i> Nitzelius)	2002	2017 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Средний
171	Р. мелколистный (<i>Rh. parvifolium</i> Adams)	~1995	2008 (пл.)	Ориг. (растение из экспедиции в 2004 г.)	Раннетеплый
172	Р. мелкоцветковый (<i>Rh. micranthum</i> Turcz.)	2005	2010 (пл.)	Ориг.	Средний
173	Рута душистая (<i>Ruta graveolens</i> L.)	2012	2016 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Раннетеплый
174	Рябина греческая (<i>Sorbus graeca</i> (Spach) Lodd. ex Schauer)	1999	2015 (пл.)	Там же	»
175	Р. цвета слоновой кости (<i>S. eburnea</i> McAll.)	1999	2008 (пл.)	Фирсов и др., 2018б; Фирсов, Ярмишко, 2021	»
176	Р. кашмирская (<i>S. cashmiriana</i> Hedl.)	~2000	2011 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Поздне-холодный
177	Р. кустистая (<i>S. frutescens</i> McAll.)	1999	2006 (пл.)	Там же	Средний
178	Р. лестничная (<i>S. scalaris</i> Koehne)	~2007	2019 (пл.)	»	Раннетеплый
179	Р. ольхолистная (<i>S. alnifolia</i> (Siebold et Zucc.) K. Koch)	~1995	2014 (пл.)	» (растение в 1997 г. из экспедиции)	»
180	Р. персидская (<i>S. persica</i> Hedl.)	1999	2006 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Средний
181	Р. Саржента (<i>S. sargentiana</i> Koehne)	~2003	2022 (пл.)	Ориг. (прививка в 2006 г. на рябину обыкновенную)	Раннетеплый
182	Р. смешанная (<i>S. reflexipetala</i> Koehne)	2000	2009 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Средний
183	Р. отдаленная (<i>S. reducta</i> Diels)	2010	2019 (пл.)	Там же	Раннетеплый
184	Р. «Джозеф Рок» (<i>S. sp. 'Joseph Rock'</i>)	2006	2015 (пл.)	Фирсов и др., 2018б; Фирсов, Ярмишко, 2021	»
185	Самшит Генри (<i>Buxus henryi</i> Mayr)	2012	2022 (пл.)	Ориг.	»
186	Саркококка приземистая (<i>Sarcococca humilis</i> Rehd. et E. E. Wilson)	2017	2021 (цв.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Средний
187	Сирень широколистная (<i>Syringa oblata</i> Lindl. f. <i>alba</i> Rehd.)	1994	2004 (пл.)	Там же	Поздне-холодный

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
188	Сирень Дебельгера (<i>Syringa debelgerorum</i> J. L. Fiala)	2006	2018 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021 (первое цв. в 2016 г., первое пл. в 2018 г.)	Средний
189	Слива согдийская (<i>Prunus sogdiana</i> Vass.)	2010	2015 (цв.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Раннотеплый
190	Корейская горная вишня (<i>P. verecunda</i> (Koidz.) Koehne)	2013	2019 (цв.)	Там же	»
191	Смородина Биберштейна (<i>Ribes biebersteinii</i> Berland. ex DC.)	~2009	2018 (цв.)	»	Средний
192	С. каменная (<i>R. saxatile</i> Pall.)	2003	2008 (цв.)	»	Раннотеплый
193	С. Комарова (<i>R. komarovii</i> Pojark.)	2006	2011 (пл.)	»	»
194	С. кроваво-красная (<i>R. sanguineum</i> Pursh)	2006	2014 (пл.)	»	»
195	С. Максимовича (<i>R. maximowiczianum</i> (Maxim.) Kom.)	1999	2005 (пл.)	»	Средний
196	С. печальная (<i>R. triste</i> Pall.)	2001	2008 (цв.)	»	Раннотеплый
197	С. пучковатая (<i>R. fasciculatum</i> Siebold & Zucc.)	2017	2020 (пл.)	»	»
198	Снежноцвет виргинский (<i>Chionanthus virginicus</i> L.)	1954	2014 (пл.)	»	»
199	Снежногидник толуценский (<i>Symphoricarpos toluensis</i> Hork. ex K. Koch)	2005	2022 (пл.)	Ориг.	»
200	Солнцецвет аппенинский (<i>Helianthemum apenninum</i> (L.) Mill. var. <i>roseum</i> (Jacq.) Gross.)	2001	2004 (пл.)	»	Поздне-холодный
201	С. монетолистный (<i>H. nummularium</i> (L.) Mill.)	2014	2016 (пл.)	»	Раннотеплый
202	Сосна густоцветковая (<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc.)	1998	2014 (цв.)	Фирсов и др., 2020а	»
203	С. мелкоцветная (<i>P. parviflora</i> Siebold & Zucc.)	2009	2022 (пл.)	Ориг.	Раннотеплый
204	С. Палласова (<i>P. pallasiana</i> D. Don)	1960	2007 (пл.)	Фирсов и др., 2020а	»
205	С. смолистая (<i>P. resinosa</i> Sol. ex Aiton)	1974	2007 (пл.)	Фирсов, Орлова, 2019; Фирсов и др., 2020а	»
206	С. Фриза (<i>P. friesiana</i> Wich.)	~2006	2016 (пл.)	Там же	»
207	С. черная (<i>P. nigra</i> J. F. Arnold)	1949	2007 (пл.)	»	»
208	Спирея городчатая (<i>Spiraea crenata</i> L.)	~1998	2004 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Поздне-холодный
209	С. зверобоелистная (<i>S. hypericifolia</i> L.)	~1997	2005 (пл.)	Там же	Средний
210	С. низкая (<i>S. humilis</i> Pojark.)	2005	2007 (пл.)	»	Раннотеплый
211	С. шелковистая (<i>S. media</i> Fr. Schmidt var. <i>sericea</i> (Turcz.) Regel)	1999	2006 (пл.)	»	Средний
212	Сумах оленерогий (<i>Rhus typhina</i> L.)	~2013	2020 (пл.)	»	Раннотеплый
213	Тисс канадский (<i>Taxus canadensis</i> Marshall)	2009	2015 (пл.)	Фирсов и др., 2020а	»
214	Тсуга каролинская (<i>Tsuga caroliniana</i> Engelm.)	1991	2022 (пл.)	Ориг.	»
215	Туя корейская (<i>Thuja koraiensis</i> Nakai)	1993	2005 (пл.)	Фирсов и др., 2020а	Средний
216	Т. складчатая (<i>Th. plicata</i> Donn ex D. Don)	1997	2004 (пл.)	Фирсов, Орлова, 2019; Фирсов и др., 2020а (в 2008 г. получено семенное потомство)	Поздне-холодный

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6
217	Фотергилла большая (<i>Fothergilla major</i> Lodd.)	~2000	2008 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Раннотеплый
218	Фотиния мохнатая (<i>Photinia villosa</i> (Thunb.) DC.)	1994	2003 (пл.)	Там же	Поздне-холодный
219	Хмелеграб виргинский (<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) K. Koch)	~1955	2010 (пл.)	»	Средний
220	Х. обыкновенный (<i>O. carpinifolia</i> Scop.)	1999	2019 (пл.)	»	Раннотеплый
221	Чозения толокнянколистная (<i>Chosenia arbutifolia</i> (Pall.) A. K. Skvortsov)	~1998	2019 (пл.)	»	»
222	Чубушник Сатсуми (<i>Philadelphus satsumi</i> Lindl. ex Paxton)	1998	2007 (пл.)	»	Раннотеплый
223	Шелковица атласная (<i>Morus bombycis</i> Poir.)	2006	2018 (пл.)	»	Средний
224	Шиповник двузубый (<i>Rosa × diplodonta</i> Dubovik)	2004	2008 (пл.)	Ориг.	Раннотеплый
225	Ш. длинноплодный (<i>R. dolichocarpa</i> Galushko)	2014	2019 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	»
226	Ш. кокандский (<i>R. kokanica</i> (Regel) Regel ex Juz.)	~2004	2009 (пл.)	Там же	Средний
227	Ш. корейский (<i>R. koreana</i> Kom.)	1998	2003 (пл.)	»	Поздне-холодный
228	Ш. припудренный (<i>R. pulverulenta</i> Bieb.)	2012	2017 (пл.)	Ориг.	Средний
229	Ш. Роксбурга (<i>R. roxburghii</i> Tratt.)	2012	2017 (пл.)	»	»
230	Ш. терскольский (<i>R. terskolensis</i> Galushko)	2012	2020 (пл.)	»	Раннотеплый
231	Ш. щитконосный (<i>R. corymbifera</i> Borkh.)	2014	2019 (пл.)	»	»
232	Ш. Роксбурга вар. Хиртула (<i>Rosa roxburghii</i> Tratt. var. <i>hirtula</i> (Regel) Rehd. et E. H. Wilson)	1989	2013 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021 (до этого долго цвела, но пл. не было)	Поздне-холодный
233	Экзохорда Джиральда (<i>Exochorda giraldii</i> Hesse)	1993	2003 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Тот же
234	Э. кистистая (<i>E. racemosa</i> (Lndl.) Rehd.)	2006	2013 (пл.)	Там же	»
235	Элеутерококк Симона (<i>Eleutherococcus simonii</i> Decne.)	1994	2002 (пл.)	Ориг.	Средний
236	Яблоня бурая (<i>Malus fusca</i> (Raf.) C. K. Schneid.)	1981	2011 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	Поздне-холодный
237	Ясень остроплодный (<i>Fraxinus oxycarpa</i> Willd.)	~1965	2014 (пл.)	Фирсов и др., 2016б; Фирсов, Ярмишко, 2021	Раннотеплый
238	Ясень поярковай (<i>Fraxinus pojarkovianae</i> V. Vassil.)	1980	2015 (пл.)	Фирсов, Ярмишко, 2021	»
239	Я. четырехгранный (<i>F. quadrangulata</i> Michx.)	1965	2018 (пл.)	Там же	Средний
240	Ясменник пахучий (<i>Asperula graveolens</i> M. Bieb. ex Schult. & Schult. f.)	2005	2007 (цв.)	Ориг. (зацвела из семян на 3-й год, позже погибла от выпревания)	Раннотеплый

Примечание. (–) – приблизительный год появления в Ботаническом саду Петра Великого; пл. – плодоношение; цв. – цветение; ориг. – данные авторов, публикуемые впервые.

В таблице приведены год появления всходов (выращивания из черенков), год первого цветения и/или плодоношения и обозначен тип БКЦ (раннотеплый, средний или позднехолодный), когда впервые наблюдалось плодоношение (у некоторых видов первое цветение).

За период непрерывного фенологического мониторинга (1980–2022 гг.) в Ботаническом саду Петра Великого установлено, что на фоне потепления климата Санкт-Петербурга, начавшегося с конца 1980-х годов, биоклиматическая цикличность проявляется в чередовании раннотеплых (1989, 1990, 1992, 1995, 2007, 2008, 2014, 2015, 2016, 2019, 2020, 2022 гг.) и позднехолодных (1980, 1982, 1985, 1987, 1996, 1998, 2003, 2004, 2006, 2011, 2012, 2013 гг.) лет.

В основном растения выращены из семян. При этом можно легко посчитать возраст перехода в репродуктивное состояние, но в ряде случаев они введены в коллекцию вегетативным способом, преимущественно черенкованием, или получены молодыми растениями (в случае экспедиционных привозов).

В таблицу включены 238 видов, из них только у 16.4 % (39 видов) начало первого плодоношения или цветения пришлось на позднехолодный год, а 50.8 % (121 вид) репродуктивного состояния достигли в раннотеплые годы, т. е. цикличность климата влияет на сроки вступления в репродуктивное состояние. На раннотеплые годы приходится большинство случаев, когда древесные растения начинают цвести и плодоносить, в 30.9 % случаев (73 вида) это приходится на средний год.

На рис. 1 показано соотношение древесных видов (в %), впервые вступивших в репродуктивное состояние в раннотеплые, позднехолодные и средние годы в Ботаническом саду Петра Великого (по данным 2001–2022 гг.).

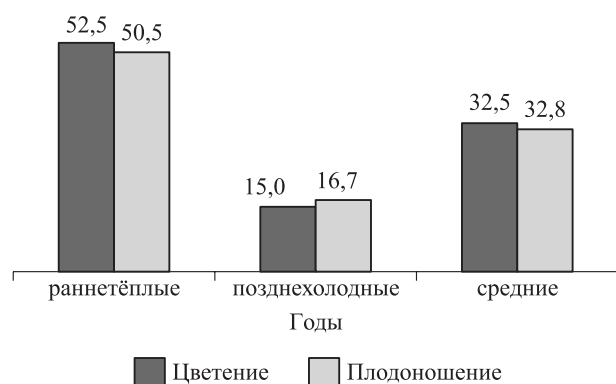


Рис. 1. Соотношение древесных видов (%), впервые вступивших в репродуктивное состояние в Ботаническом саду Петра Великого (по данным 2001–2022 гг.).

В раннотеплые годы впервые зацвело 52.5 % видов (21 вид из 40 начавших цвести к 2022 г.) и 50.5 % (100 из 198 видов) заплодоносило, в позднехолодные годы – соответственно 15 % (6 из 40 видов) и 16.7 % (33 из 198 видов), в средние годы – 13 из 40 видов, т. е. 32.5 и 32.8 % (65 из 198 видов). Из гистограммы видно, что распределение по группам лет в зависимости от биоклиматических показателей схоже как по впервые заплодоносившим, так и по впервые зацветшим видам. На раннотеплые годы приходится более 50 % видов, как впервые зацветших, так и заплодоносивших. Что касается жизненных форм, то в этом списке преобладают кустарники разных групп роста.

Но много и видов деревьев, в том числе и первой величины, которым требуется длительный период времени для вступления в репродуктивное состояние (пихта белая, пихта Семёнова, ель Глена и др.), имеются полукустарники (малина Джиральда), кустарнички, полукустарники и полукустарнички (дубровник гирканский), а также лианы (виноград Куанье).

На рис. 2 показан всплеск репродуктивной способности после 2007 г. Для сравнения: среднее число зацветших или заплодоносивших видов с 2001–2006 по 2007–2014 г. увеличилось на 5.9 (т. е. почти в 2 раза). Всплеск репродуктивных способностей наблюдался в 2007, 2008, 2015 и 2019 гг., когда впервые зацвело или заплодоносило 18–20 видов в год. В 2015 г. отмечено семеношение даже у криптомерии японской, считавшейся до этого оранжерейно-комнатным растением. Примерно на таком же уровне всплеск репродуктивных способностей поддерживается и после 2015 г. (почти вдвое больше видов, по сравнению с 2001–2006 гг.).

По числу видов самыми урожайными и благоприятными были четыре таких года: 2007 и 2008 гг. (два раннотеплых соседних года) – 19 и 20 видов, 2015 г. (один из самых теплых за всю историю наблюдений) – 20 видов и 2019 г. (18 видов).

В начале XXI в. продолжается прогрессирующее потепление климата, проявляющееся с конца 1980-х годов, после последней аномально холодной зимы 1986/87 гг. На этот период пришлись самые теплые и короткие зимы за весь период (с 1752 г.) непрерывных инструментальных метеорологических наблюдений в Санкт-Петербурге, что, несомненно, благоприятно для репродуктивной сферы большинства растений.

Число случаев вступления в репродуктивное состояние заметно увеличилось после 2007 г.

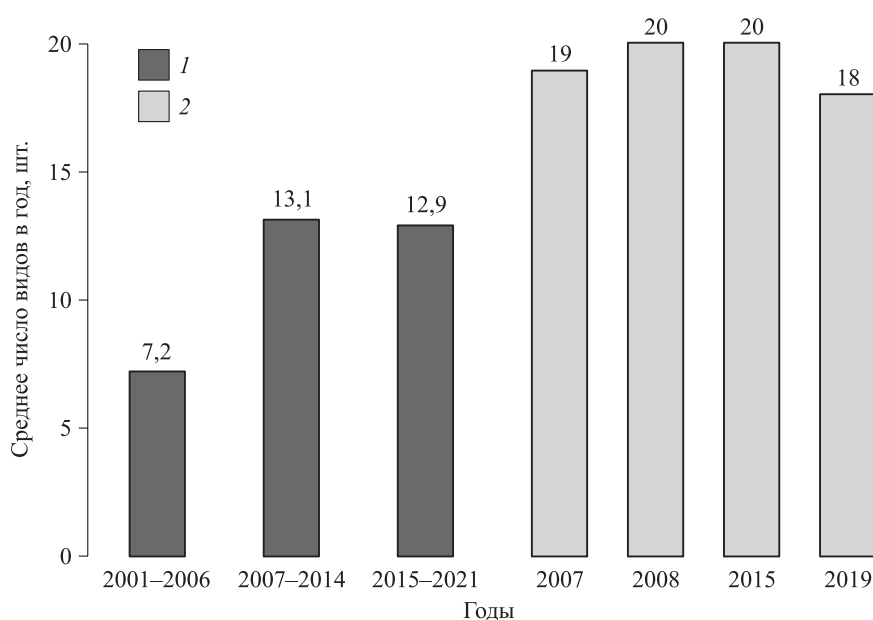


Рис. 2. Число видов, вступивших в фазу цветения и/или плодоношения в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН за отдельные периоды (1) и в годы с максимальным первым цветением и плодоношением (2).

В 2015 г., было отмечено семеношение даже у криптомерии японской, считавшейся до этого оранжерейно-комнатным растением. Как раз в этот период времени впервые отмечено плодоношение ряда видов, которые десятки лет до этого находились в вегетативном состоянии (некоторые только цвели). Так, дуб белый культивируется здесь с 1886 г., но только в 2002 г. отмечено плодоношение и впервые получено семенное потомство (Лаврентьев, Фирсов, 2015). Снежноцвет виргинский есть в коллекции с 1954 г., отличается слабой зимостойкостью, в парке вымерз и остался только на питомнике. Многие годы отмечалось только цветение, и лишь в 2014 г. впервые – плодоношение.

По мнению Н. Е. Булыгина (1996), оценивать устойчивость тех или иных видов деревьев и кустарников и перспективность для разведения следует в позднехолодные годы (поскольку именно в такие годы снижается зимостойкость растений), а работы, связанные с размножением растений, проводить в раннотеплые биоклиматические циклы. Из данных таблицы видно, что раннотеплые годы действительно полезны для репродуктивной сферы растений. Однако очевидно, что в прошлом термические различия в разные биоклиматические циклы имели большее лимитирующее значение, чем сейчас. В настоящее время в условиях прогрессирующего потепления климата и позднехолодные годы могут становиться все более благоприятными для растений. Кроме того, это зависит и от условий

произрастаний видов в природе. Для таких видов, как багульник grenландский и лиственница ольгинская, у которых первое плодоношение пришлось на позднехолодный год, пониженная теплообеспеченность и более короткий вегетационный сезон – нормальное их состояние, они и существуют в таких условиях в природе. Для многих других растений более южного происхождения из стран теплого климата действительно, даже незначительное изменение теплообеспеченности имеет важное значение. Можно привести ряд примеров, когда на протяжении подготовки и публикации фундаментальной сводки «Деревья и кустарники СССР» (1949–1962) в условиях особенностей климата тех лет, который считали «нормой современного климата» (Фирсов, 2014; Фирсов, Волчанская, 2021), многие виды признавали заведомо не пригодными для культуры.

Вопросы качества пыльцы, изменения (улучшения) качества семян, обилие плодоношения в годы РТ и ПХ, пока недостаточно изучены, особенно на фоне современных тенденций изменений климата. На будущий урожай и качество плодов и семян влияют не только сумма положительных температур, но и особенности погоды во время цветения (осадки, их количество и продолжительность; для ветроопыляемых видов древесных растений имеет значение ветровой режим).

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. Почему же происходит такой «всплеск» репродуктивных способностей растений, и как это видно из данных таблицы?

– Этому способствует смягчение зимних температур. Повышение минимальной температуры воздуха уже привело к смещению границ зимней устойчивости древесных растений, и границы зон все сильнее смещаются к северу и востоку (Фирсов, Хмарик, 2016). Особенно важно повышение зимних температур для тех видов деревьев и кустарников, у которых цветочные почки закладывают летом года, предшествующего цветению (Булыгин, 1979). В прошлом у таких видов в холодные зимы они просто вымерзали.

– Значительное удлинение вегетационного периода способствует вызреванию вегетативных побегов, а также плодов и семян. В прошлом в неблагоприятные годы не вызревали семена даже у видов местной флоры (как у клена остролистного (*Acer platanoides* L.) в 1976 г.).

– Очень важно увеличение безморозного периода, особенно для раннецветущих видов, таких как клен серебристый (*Acer saccharinum* L.) (Булыгин, Фирсов, 1985).

– Для развития их репродуктивной сферы важное значение имеют высокие летние температуры (например, как для карины овальной (*Carya ovata* (Mill.) K. Koch), интродукта с востока Северной Америки). После аномально жаркого лета 2010 г. с так называемым «блокирующим антициклоном» на научно-опытной станции БИН РАН «Отрадное» (Ленинградская область) отмечен самосев багрянника японского (*Cercidiphyllum japonicum* Siebold et Zucc.) (Фирсов и др., 2020б).

– Возможно, что для насекомоопыляемых видов растений более высокие температуры воздуха в период цветения оказывают благоприятное влияние на посещение цветков насекомыми-опылителями и, следовательно, на возможность опыления.

Потепление климата значительно расширяет возможности привлечения в культуру многих теплолюбивых видов более южных широт (Ткаченко и др., 2020).

Еще одна сторона этого вопроса, что на фоне продолжающегося потепления климата появляется самосев целого ряда видов, у которых он ранее не наблюдался (граб обыкно-

венный (*Carpinus betulus* L.), кипарисовик горохоплодный (*Chamaecyparis pisifera* (Siebold & Zucc.) Endl.), вишня Максимовича (*Cerasus maximowiczii* (Rupr.) Kom.), спирея березолистная (*Spiraea betulifolia* Pall.) и др.). Это служит важным показателем адаптации и признаком возможной будущей натурализации вида на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области (и в целом на Северо-Западе России). При этом многие виды могут стать и становятся потенциально инвазионными (Фирсов, Бялт, 2015; Фирсов и др., 2017а, б), что ставит вопросы об их тщательном мониторинге и культуре в контролируемых условиях. Особенности появления и развития самосева у разных видов в годы РТ и ПХ – вопрос дальнейших углубленных исследований.

В целом надо учитывать, что цикличность существует при любом климате. Интродукторы, садоводы и лесоводы должны учитывать ее в своей работе. На фоне выраженного потепления климата имеет место чередование ранне-теплых и позднехолодных биоклиматических циклов или отдельных лет, когда одни и те же растения обнаруживают совсем разные показатели фенологического биоритма, уровней адаптированности и репродуктивной способности.

В современных условиях важно организовать массовое и целенаправленное выращивание растений из семян местной репродукции. Это стало актуальным в условиях начала 1990-х годов, когда с открытием границ после распада бывшего Советского Союза в страну стал поступать поток разных видов и культиваров, ранее не испытанных, не районированных и зачастую не пригодных для климатических условий, в частности Северо-Запада России. Сейчас представляется возможность внедрить в местные питомники для размножения целый ряд интересных и проверенных деревьев и кустарников (ель Глена, смородину пучковатую, рябину Саржента и др.), которые стали продуцировать полноценные жизнеспособные семена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые проведен анализ репродуктивной активности почти 240 видов древесных растений разных жизненных форм коллекции Ботанического сада Петра Великого БИН РАН как реакции на происходящее и фиксируемое потепление климата за последние 22 года, с начала XXI в.

Установлено, что на фоне потепления климата Санкт-Петербурга, начавшегося с конца 1980-х годов, биоклиматическая цикличность проявляется в чередовании раннетёплых и позднехолодных лет. Это отражается на репродуктивной способности древесных растений и на способности их пережить зимние условия. Все наиболее суровые и неблагоприятные зимы пришлось на позднехолодные годы. В раннетеплые годы по сравнению с позднехолодными заметно теплее самые холодные зимние месяцы года, достаточно заметное различие проявляется и весной. В XXI в. имеет место всплеск репродуктивной способности древесных растений разных жизненных форм. За 2001–2022 гг. в репродуктивное состояние вступили 238 видов, многие из которых до этого в течение десятилетий находились в вегетативном состоянии. Особенно заметно улучшение в репродуктивной сфере растений после аномально теплой зимы 2006/07 г. Оно усилилось после 2015 г., который стал самым теплым за период инструментальных метеорологических наблюдений. При этом 50,8 % случаев вступления в первое плодоношение (цветение) приходится на раннетеплые годы, и только 16,4 % – на позднехолодные.

В начале XXI в. в Санкт-Петербурге заметно увеличилось число видов деревьев и кустарников, достигших репродуктивного состояния. У целого ряда растений отмечен «всплеск» перехода в репродуктивный период и впервые за длительный период интродукции было получено семенное потомство. В таких условиях, когда так заметно меняются уровни адаптированности и по-разному проявляются биологические особенности растений, несомненно, возрастает роль и значение ведения и обработки длительных рядов непрерывных фенологических наблюдений.

В условиях потепления и изменения климата еще не до конца изучены отдельные факторы, влияющие на рост, развитие и продолжительность жизни древесных растений. Важно проверить, меняется ли и как циркуляция атмосферы, скорость и направление ветра на протяжении последних десятилетий. Летом 2010 г. мы столкнулись с таким явлением, как «блокирующий антициклон», когда в условиях аномально жаркой погоды и при длительной засухе определяющими факторами стали жаростойкость и засухоустойчивость растений. В таких условиях очень важными становятся непрерывный мониторинг, накопление и обработка длительных рядов непрерывных фенологических и метеорологических наблюдений.

Присущие климату циклические колебания приводят к проявлению у растений различных уровней адаптации. При подведении итогов интродукции и оценке перспективности для разведения необходимо учитывать цикличность климата, сезонный ритм растений и их ритмадаптивные связи. В таких условиях открываются широкие возможности для пополнения, расширения и улучшения ассортимента древесных растений городских зелёных насаждений Санкт-Петербурга и всего Северо-Запада России в целом.

Работа выполнена в рамках государственного задания по плановой теме № 122011900031-0 «Коллекции живых растений Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (история, современное состояние, перспективы развития и использования)».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Булыгин Н. Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями. Л.: ЛЛТА им. С. М. Кирова, 1979. 97 с.
- Булыгин Н. Е. Биоклиматическая цикличность и зимостойкость древесных интродуцентов // Тезисы докладов VIII дендрологического конгресса социалистических стран. Тбилиси, 1982а. С. 219.
- Булыгин Н. Е. Биологические основы дендрофенологии. Л.: ЛЛТА им. С. М. Кирова, 1982б. 80 с.
- Булыгин Н. Е. Короткопериодные колебания климата и интродукция растений // Труды Первой Всероссийской конференции по ботаническому ресурсоведению, Санкт-Петербург, 25–30 ноября 1996 г. СПб., 1996. С. 113.
- Булыгин Н. Е., Довгулевич З. Н. О фенологической тенденции и цикличности в «вековых» фенологических рядах на Северо-Западе России // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. Межвуз. сб. науч. тр. Л.: ЛЛТА им. С. М. Кирова, 1974. Вып. 3. С. 25–33.
- Булыгин Н. Е., Фирсов Г. А. Клен серебристый в Ленинграде и перспективы его использования в озеленении на Северо-Западе РСФСР. Рукопись представлена ЛЛТА им. С. М. Кирова. Деп. в ВИНТИ 26.08.1985 г. № 6296-85. Деп. 31 с.
- Булыгин Н. Е., Фирсов Г. А. Биоклиматическая цикличность и адаптация древесных растений муссонного климата при интродукции их на Северо-Запад России // Материалы Международной конференции, посвященной 50-летию Ботанического сада-института ДВО РАН. Владивосток: Дальнаука, 1998. С. 157–160.
- Васильев Н. П., Волчанская А. В., Сорокин А. А., Фирсов Г. А. О сохранении *Viburnum edule* (Viburnaceae) in situ и ex situ // Раст. мир Азиат. России. 2012. № 2 (10). С. 139–141.
- Волчанская А. В., Фирсов Г. А., Лаврентьев Н. В. Клён японский (*Acer japonicum* Thunb.) в Санкт-Петербурге // Вестн. ОрелГАУ. 2010. № 2 (23). С. 66–72.

- Деревья и кустарники СССР: дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции: в 6 т. М.; Л.: Изд-во АН СССР. Т. 1: Голосеменные / ред. С. Я. Соколов, Б. К. Шишкин, 1949. 464 с.; Т. 2: Покрытосеменные / ред. С. Я. Соколов, 1951. 612 с.; Т. 3: Покрытосеменные. Семейства Троходендроновые – Розоцветные / ред. С. Я. Соколов, 1954. 872 с.; Т. 4: Покрытосеменные. Семейства Бобовые – Гранатовые / ред. С. Я. Соколов, 1958. 976 с.; Т. 5: Покрытосеменные. Семейства Миртовые – Маслиновые / ред. С. Я. Соколов, 1960. 544 с.; Т. 6: Покрытосеменные. Семейства Логаниевые – Сложноцветные / ред. С. Я. Соколов, 1962. 380 с.
- Лаврентьев Н. В., Фирсов Г. А. Дуб белый (*Quercus alba* L., Fagaceae) в Санкт-Петербурге // Изв. СПбЛТА. 2015. Вып. 212. С. 29–41.
- Латин П. И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции // Бюл. Гл. бот. сада АН СССР. 1967. Вып. 65. С. 13–18.
- Ткаченко К. Г., Фирсов Г. А., Волчанская А. В. Качество семян *Aristolochia macrophylla* Lam. и *A. manshuriensis* Kom. в Санкт-Петербурге // Тр. по прикл. бот., генет. и селекц. 2020. Т. 181. № 2. С. 14–22.
- Ткаченко К. Г., Фирсов Г. А., Грязнов А. Ю., Староверов Н. Е. *Abies semenovii* B. Fedtsch. в Ботаническом саду Петра Великого // Hortus bot. 2016. Т. 11. С. 111–118.
- Ткаченко К. Г., Фирсов Г. А., Яндовка Л. Ф., Волчанская А. В., Староверов Н. Е., Грязнов А. Ю. Груша зангезурская (*Pyrus zangezura*, Rosaceae) в Санкт-Петербурге // Тр. по прикл. бот., генет. и селекц. 2019. Т. 180. Вып. 3. С. 12–18.
- Фадеева И. В., Фирсов Г. А., Булыгин Н. Е. Биоклиматическая цикличность в Санкт-Петербурге в конце XX в. и ее влияние на интродуцированную и местную дендрофлору // Бот. журн. 2009. Т. 94. № 9. С. 1351–1358.
- Фирсов Г. А. Древесные растения ботанического сада Петра Великого (XVIII–XXI вв.) и климат Санкт-Петербурга // Ботаника: история, теория, практика (к 300-летию основания Бот. ин-та им. В. Л. Комарова РАН): Тр. Междунар. науч. конф. СПб: СПбГЭТУ «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), 2014. С. 208–215.
- Фирсов Г. А. Первое цветение *Decaisnea fargesii* Franch. (Lardizabalaceae) в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН // Цветоводство: история, теория, практика: Сб. ст. IX Междунар. науч. конф., Санкт-Петербург, 7–13 сент. 2019 г. СПб: СПбГЭТУ «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), 2019а. С. 226–228.
- Фирсов Г. А. Коллекция растений рода *Chamaecyparis* Sprach (Cupressaceae) в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН // Бюл. Гл. бот. сада. 2020. Вып. 206. № 4. С. 9–15.
- Фирсов Г. А., Бялт В. В. Новые формы клёнов (*Acer* L., Aсeгасeae), культивируемые в Ботаническом саду Петра Великого в г. Санкт-Петербурге (Россия) // Hortus bot. 2015. Т. 10. С. 100–106.
- Фирсов Г. А., Бялт В. В. Род *Lonicera* L. в Ботаническом саду Петра Великого // Hortus bot. 2017. №. 12. С. 235–248.
- Фирсов Г. А., Волчанская А. В. Древесные растения в условиях климатических изменений в Санкт-Петербурге. М.: Маска, 2021. 128 с.
- Фирсов Г. А., Волчанская А. В., Ткаченко К. Г. Ель Глена (*Picea glehnii* (F. Schmidt) Mast., Pinaceae) в Санкт-Петербурге // Вестн. Волгоград. гос. ун-та. Сер. 11. Естеств. науки. 2015в. № 2 (12). С. 27–39.
- Фирсов Г. А., Волчанская А. В., Ткаченко К. Г. Ясень Поляковой (*Fraxinus pojarkoviana* V. Vassil., Oleaceae) в Санкт-Петербурге // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Хим. Биол. Фарм. 2016а. № 4. С. 105–109.
- Фирсов Г. А., Волчанская А. В., Ткаченко К. Г. Жимолость Толмачёва (*Lonicera tolmatchevii* Pojark., Caprifoliaceae) в Санкт-Петербурге // Hortus bot. 2017а. Т. 12. С. 254–260.
- Фирсов Г. А., Волчанская А. В., Ткаченко К. Г. Клён волосовидный (*Acer capillipes* Maxim. ex Miq., Sapindaceae) в Санкт-Петербурге // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Хим. Биол. Фарм. 2018а. № 1. С. 152–158.
- Фирсов Г. А., Волчанская А. В., Ткаченко К. Г. Рябина «Джозеф Рок» (*Sorbus Joseph Rock*, Rosaceae) в Санкт-Петербурге // Вестн. Удмурт. гос. ун-та. Сер. биол. Науки о земле. 2018б. Т. 28. Вып. 2. С. 130–137.
- Фирсов Г. А., Волчанская А. В., Ткаченко К. Г., Староверов Н. Е., Грязнов А. Ю. Ясень остроплодный (*Fraxinus oxycarpa* M. Bieb. ex Willd., Oleaceae) в Ботаническом саду Петра Великого // Бюл. Бот. сада-ин-та ДВО РАН. 2016б. Вып. 16. С. 16–21.
- Фирсов Г. А., Волчанская А. В., Ткаченко К. Г., Староверов Н. Е., Грязнов А. Ю. Айва обыкновенная (*Cydonia oblonga*, Rosaceae) в Ботаническом саду Петра Великого // Тр. по прикл. бот., генет. и селекц. 2017б. Т. 177. Вып. 4. С. 28–36.
- Фирсов Г. А., Гаврилова О. А. Интродукционный потенциал *Carya ovata* (Juglandaceae) в Санкт-Петербурге // Раст. рес. 2021. Т. 57. Вып. 1. С. 83–88.
- Фирсов Г. А., Егоров А. А., Фадеева И. В., Бялт В. В. К вопросу об ассортименте древесных растений парков Санкт-Петербурга // Hortus bot. 2010. № 5. С. 26–40.
- Фирсов Г. А., Орлова Л. В. Хвойные в Санкт-Петербурге. Изд. второе, расшир. и перераб. СПб.: Дом садовой лит-ры, 2019. 492 с.
- Фирсов Г. А., Орлова Л. В., Волчанская А. В. Аннотированный каталог голосеменных растений парка-дендрария Ботанического сада Петра Великого БИН РАН. СПб.: Первый ИПХ, 2020а. 208 с.
- Фирсов Г. А., Орлова Л. В., Хмарик А. Г. Род *Picea* A. Dietr. (Pinaceae) в Ботаническом саду Петра Великого // Hortus bot. 2019. Т. 14. С. 246–285.
- Фирсов Г. А., Семёнова Н. С., Трофимук Л. П. Род *Liriodendron* L. (Magnoliaceae) в Санкт-Петербурге и Ленинградской области // Вестн. Удмурт. гос. ун-та. Сер. биол. Науки о земле. 2018. Т. 28. Вып. 3. С. 235–241.
- Фирсов Г. А., Ткаченко К. Г. Граб восточный (*Carpinus orientalis* Mill., Betulaceae) в Санкт-Петербурге // Бюл. Гл. бот. сада. 2018. Вып. 204. № 2. С. 9–15.
- 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: Материалы XVI Междунар. науч. экол. конф., посв. пам. А. В. Присного, Белгород, 24–26 ноября 2020 г. Белгород: Изд. дом «Белгород», 2020. С. 260–263.

- Фирсов Г. А., Ткаченко К. Г., Трофимова А. С. Клёны (*Acer* L.) Ботанического сада Петра Великого Ботанического института им. В. Л. Комарова Российской академии наук // Полевой журн. биол. 2021. Т. 3. № 4. С. 357–369.
- Фирсов Г. А., Трофимова А. С., Трофимук Л. П. Вяз японский (*Ulmus japonica* (Rehd.) Sarg.) в Ботаническом саду Петра Великого в Санкт-Петербурге // Вестн. Удмурт. гос. ун-та. Сер. биол. «Науки о земле». 2022. Т. 32. Вып. 1. С. 5–9.
- Фирсов Г. А., Трофимук Л. П. Ложнотополь сердцелистный (*Toisusu cardiophylla* (Trautv. et C. A. Mey.) Kimura, Salicaceae) в Санкт-Петербурге // Бюл. Гл. бот. сада. 2019. Вып. 205. № 1. С. 39–44.
- Фирсов Г. А., Трофимук Л. П. О получении семенного потомства метасеквойи (*Metasequoia glyptostroboides* Hu et W. C. Cheng, Taxodiaceae) в Санкт-Петербурге // Вестн. Удмурт. гос. ун-та. Сер. биол. Науки о земле. 2021. Т. 31. Вып. 2. С. 143–151.
- Фирсов Г. А., Трофимук Л. П., Орлова Л. В. Пихта грациозная (*Abies gracilis* Kom.) в ботаническом саду Петра Великого в Санкт-Петербурге // Бюл. Бот. сада-ин-та ДВО РАН. 2015. Вып. 14. С. 4–10.
- Фирсов Г. А., Фадеева И. В. Изменение климата и возможные изменения ассортимента древесных растений Санкт-Петербурга // Бюл. Гл. бот. сада. 2020. Вып. 206. № 1. С. 57–63.
- Фирсов Г. А., Фадеева И. В., Булыгин Н. Е. Биоклиматическая цикличность в Санкт-Петербурге в XIX – второй половине XX вв. // Проблема и стратегия сохранения биоразнообразия растительного мира Северной Азии: Материалы Всерос. конф., Новосибирск, 9–11 сент. 2009 г. Новосибирск: Офсет, 2009. С. 251–253.
- Фирсов Г. А., Фадеева И. В., Волчанская А. В. Влияние метео-фенологической аномалии зимы 2006/07 года на древесные растения в Санкт-Петербурге // Лесн. вестн. 2008. № 6 (63). С. 22–28.
- Фирсов Г. А., Хмарик А. Г. Смещение зон зимней устойчивости древесных растений на Северо-Западе России в условиях потепления климата // Вестн. Удмурт. гос. ун-та. Сер. биол. «Науки о земле». 2016. Т. 26. Вып. 3. С. 58–65.
- Фирсов Г. А., Хмарик А. Г. Род пихта (*Abies* Mill., Pinaceae) в Ботаническом саду Петра Великого // Вестн. Волгоград. гос. ун-та. Сер. 11. Естеств. науки. 2017а. Т. 7. № 1. С. 7–18.
- Фирсов Г. А., Хмарик А. Г. Род сосна (*Pinus* L., Pinaceae) в Ботаническом саду Петра Великого // Вестн. Волгоград. гос. ун-та. Сер. 11. Естеств. науки. 2017б. Т. 7. № 3. С. 13–24.
- Фирсов Г. А., Хмарик А. Г., Трофимук Л. П. Багрянник японский (*Cercidiphyllum japonicum* Siebold et Zucc.) на северо-востоке Карельского перешейка (Ленинградская область) // Бюл. Гл. бот. сада. 2020б. Вып. 206. № 2. С. 25–30.
- Фирсов Г. А., Ярмишко В. Т. Аннотированный каталог покрытосеменных растений Парка-дендрария Ботанического сада Петра Великого БИН РАН. М.: РОСА, 2021. 452 с.

THE INFLUENCE OF SHORT-TERM CLIMATE FLUCTUATIONS ON THE REPRODUCTIVE CAPACITY OF WOODY PLANTS IN ST. PETERSBURG

G. A. Firsov, K. G. Tkachenko, A. V. Volchanskaya, I. V. Fadeeva

*Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences
Professor Popov str., 2, St. Petersburg, Russian Federation*

E-mail: gennady_firsov@mail.ru, kigatka@gmail.com, sandalet@mail.ru, butvil@mail.ru

At the beginning of the 21st century in St. Petersburg, the number of species of trees and shrubs that have entered a reproductive state has noticeably increased. A number of them produced seed offspring for the first time over a long period of introduction. In such conditions, when the levels of adaptation change so noticeably and the biological characteristics of different plant species manifest themselves differently, the role and importance of conducting and processing long-term series of continuous phenological observations undoubtedly increases. During the period of continuous phenological monitoring (1980–2022) in the Botanical Garden of Peter the Great Komarov Botanical Institute Russian Academy of Sciences established that against the backdrop of climate warming in St. Petersburg, which began in the late 1980s, biological cyclicality, according to N. E. Bulygin, manifests itself in the alternation of early warm periods (1989, 1990, 1992, 1995, 2007, 2008, 2014, 2015, 2016, 2019, 2020, 2022) and late cold years (1980, 1982, 1985, 1987, 1996, 1998, 2003, 2004, 2006, 2011, 2012, 2013), which is reflected on the reproductive activity of woody plants and their ability to survive winter conditions. For the period 2001–2022 238 species entered the reproductive state, many of which had previously been in a vegetative state for decades. The improvement in the reproductive sphere of plants is especially noticeable after the abnormally warm winter of 2006/07; it intensified in 2015. This year and 2020 became the warmest during the period of instrumental meteorological observations in St. Petersburg. 50.8 % of cases of the first flowering and fruiting occur in early warm years; and only 16.4 % of cases – in late cold years. When summing up the results of introduction and assessing the prospects for breeding woody plants for urban floristics, it is necessary to take into account the cyclical climate of the region, the seasonal rhythm of plant development and their rhythm-adaptive connections.

Keywords: *plant introduction, phenology, monitoring, park-arboretum, Peter the Great Botanical Garden, climate cyclicality.*

How to cite: *Firsov G. A., Tkachenko K. G., Volchanskaya A. V., Fadeeva I. V. The influence of short-term climate fluctuations on the reproductive capacity of woody plants in St. Petersburg // Sibirskij Lesnoj Zhurnal (Sib. J. For. Sci.). 2024. N. 2. P. 84–102 (in Russian with English abstract and references).*