

УДК 581.543; 57.045

*Г.А. Фирсов, И.В. Фадеева***ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ СЕЗОННОГО РАЗВИТИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ПЕТРА ВЕЛИКОГО В 2022 ГОДУ¹**

В работе рассмотрены динамика наступления феноэтапов в 2022 г. и особенности сезонного развития древесных растений в Ботаническом саду Петра Великого в зависимости от погодных условий зимы и последующего сезона вегетации. Зима 2021–2022 года была средней по продолжительности (105 сут.) и сравнительно мягкая. Температура самого холодного месяца, декабря, составила $-7,5$ °С, а абсолютный минимум температуры воздуха понизился до $-23,1$ °С. Обмерзание большинства деревьев и кустарников отсутствовало или не превышало концов годичного прироста. Особенностью 2022 года стала аномально жаркая погода второй половины и конца лета, с рекордной за всю историю метеорологических наблюдений среднемесячной температурой августа, равной $20,6$ °С. В таких условиях осень наступила 10 сентября, что является рекордно поздней датой за 43-летний мониторинг 1980–2022 гг. Очевидно, что потепление климата Санкт-Петербурга продолжается и усиливается. Осенний период имеет тенденцию к более позднему началу и к увеличению продолжительности. Значительно расширяется ассортимент деревьев и кустарников, перспективных по своей зимостойкости для разведения на Северо-Западе России. Те растения, которые ещё недавно считались оранжерейно-комнатными, теперь в открытом грунте успешно зимуют, цветут и плодоносят.

Ключевые слова: фенология, зимостойкость, древесные растения, интродукция растений, Санкт-Петербург.

DOI: 10.35634/2412-9518-2023-33-1-49-57

В Ботаническом саду Петра Великого Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН наблюдения за естественной периодизацией года, то есть, календарём природы, проводятся с 1980 г. Они осуществляются по программе территориально-феноиндикационной системы календаря природы Ладого-Ильменского дендрофлористического района [1]. Фенологические наблюдения за индикаторами календаря природы ведутся непрерывно и состоят в ежегодном учёте дат наступления определённых фенофаз у древесных растений-феноиндикаторов наступления сезонов, подсезонов и феноэтапов года [2–6]. Для нас представляет интерес посмотреть, как проходила динамика наступления феноэтапов года в 2022 году, каков был термический режим зимы 2021/22 года и последующего сезона вегетации. А также проследить реакцию древесных растений, их состояние в условиях современного климата, их зимостойкость и возможность переносить неблагоприятные условия.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования служили древесные растения интродуцированной и местной дендрофлоры в Санкт-Петербурге. Использованы литературные данные по интродукции древесных растений и результаты собственных наблюдений. Ежегодная оценка обмерзания проводится авторами с начала 1980-х гг. по шкале П.И. Лапина [7]: 1 – отсутствие повреждений, 2 – подмерзание хвои и концов однолетних побегов, <...> 7 – гибель растения от морозов. Использовалась био-экологическая группировка Э.Л. Вольфа [8] с подразделением растений на 5 групп: I – вполне зимостойкие, II – сравнительно зимостойкие, III – сравнительно незимостойкие, IV – незимостойкие, V – вымерзающие.

В работе использованы данные метеостанции Санкт-Петербург Северо-Западного межрегионального территориального управления федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Обозначения фенофаз даны по Н.Е. Булыгину [9], естественная периодизация года приводится по Н.Е. Булыгину [1].

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.

Результаты и их обсуждение

Зима 2021/22 г. наступила 27 ноября, когда произошел устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ в сторону понижения. При среднем значении $19,11\pm 3,5$ сут. эта дата попадает в норму. Зима длилась 105 сут., а следовательно, не была короткой, как многие зимы XXI века. Первый снег был отмечен 24 ноября, а устойчивый снежный покров высотой 3 см выпал 29 ноября, на 30 ноября высота снежного покрова достигла уже 16 см. Декабрь 2021 г. стал самым холодным месяцем этой зимы ($-7,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) и попал в категорию «холодных». При этом наиболее холодной оказалась первая декада ($-11,0\text{ }^{\circ}\text{C}$), при среднесуточной температуре самого холодного дня этой декады 6 декабря ($-18,0\text{ }^{\circ}\text{C}$). Январь 2022 г. был намного теплее декабря и попал в норму ($-4,1\text{ }^{\circ}\text{C}$). Абсолютно минимальная температура воздуха в зиму 2021/22 г. составила $-23,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (26 декабря). Лишь чуть теплее было в следующем месяце, когда 12 января температура опустилась до $-21,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. В феврале (4 февраля) она понижалась до $-19,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Можно констатировать, что это была довольно мягкая зима, и морозы не достигали больших значений. Предшествующая осень была тёплой, и растения могли успешно подготовиться к зиме. Такой ход температуры не должен был вызвать сильных повреждений растений. Для сравнения можно отметить, что предшествующей зимой 2020/21 г. абсолютный минимум достиг $-24,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (18 февраля 2021 г.), а за 30-летний период 1980–2009 гг. минимум $-34,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ регистрировался 10 января 1987 г. (табл. 1).

Таблица 1

Среднемесячная температура воздуха в Санкт-Петербурге в 2022 году в сравнении с климатической нормой

Месяц года	Температура воздуха, $T\text{ }^{\circ}\text{C}$					
	Норма климата в XX веке	Норма климата, 1980–2009 гг.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
I	-7,7	$-5,4\pm 0,7$	-6,4 (Н)*	1,5(Т)	-4,6 (Н)	-4,1 (Н)
II	-7,9	$-5,8\pm 0,7$	-0,5 (Т)	0,6 (Т)	-9,2 (Х)	-1,2 (Т)
III	-4,2	$-1,3\pm 0,5$	0,1 (Т)	2,2 (Т)	-0,8 (Н)	-0,3 (Н)
IV	3,0	$5,1\pm 0,3$	7,3 (Т)	4,2 (Н)	5,6 (Н)	4,3 (Н)
V	9,6	$11,1\pm 0,3$	12,1 (Т)	10,0 (Х)	12,1 (Т)	10,0 (Х)
VI	14,8	$15,5\pm 0,4$	18,6 (Т)	19,1 (Т)	21,4 (Т)	17,6 (Т)
VII	17,8	$18,5\pm 0,3$	16,6 (Х)	17,6 (Н)	23,1 (Т)	19,9 (Т)
VIII	16,0	$16,8\pm 0,3$	17,0 (Т)	17,2 (Т)	16,9 (Н)	20,6 (Т)
IX	10,8	$11,5\pm 0,3$	12,2 (Н)	14,3 (Т)	10,2 (Х)	10,3 (Х)
X	4,8	$6,2\pm 0,3$	6,1 (Н)	9,1 (Т)	8,0 (Т)	8,1 (Х)
XI	-0,5	$0,0\pm 0,5$	1,9 (Т)	3,9 (Т)	2,2 (Т)	0,5 (Н)
XII	-5,1	$-3,6\pm 0,6$	1,8 (Т)	-0,7 (Т)	-7,5 (Х)	-3,2 (Н)
Год:	4,3	$5,8\pm 0,2$	7,2 (Т)	8,3 (Т)	6,5 (Т)	6,9 (Т)
Абс. мин.	-35,6 17.01.40	-34,7 10.01.87	-22,5 22.01.19	-8,9 05.02.20	-24,5 18.02.21	-23,1 26.12.21

Примечание: * – в скобках указано, к какой группе относится месяц: Х – холодный, Н – нормальный, Т – теплый. Ранжирование приведено исходя из среднесуточного значения температуры воздуха за 1980–2009 гг., с учётом основной ошибки этого значения ($T\pm m$). К холодным относятся месяцы при $t_i < T - 3m$, к теплым – в случае $t_i > T + 3m$, где t_i – среднемесячная температура воздуха.

Февраль 2022 г. был тёплым. Переход максимальной суточной температуры через 0° (индикатор феноэтапа «Предвесень») произошёл очень рано (хотя и не достиг рекордных значений) – 6 февраля, и далее положительная дневная температура держалась до конца месяца. Лишь 23 февраля на один день она упала до $-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В марте максимальная температура ещё более поднялась до 3,7 °С. При этом имели место понижения до отрицательных значений в отдельные дни (8 марта –4,5 °С). Но это был лишь кратковременный возврат холодов: 5, 7–10 марта. В апреле и мае установилась положительная температура.

Что касается следующей важнейшей фенодаты, устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С, как индикатора начала весны – то это произошло 12 марта – в сроки, практически совпадающие со среднемноголетним значением (15 марта). Разрыв между датами феноэтапов «Предвесенье» и «Снеготаяние» – больше месяца. Это показывает, что весна на этом отрезке времени не была дружной, а наступала медленно и постепенно. В целом март оказался зимним месяцем, со среднемесячной температурой воздуха, равной –0,3 °С. Статистически он попал в «норму» (–1,3±0,5 °С), при этом в последние годы март всё чаще становится месяцем с положительной температурой: 2019 г. (0,1 °С), 2020 г. (2,2 °С). В конце месяца наблюдался возврат холодов с отрицательными среднесуточными температурами от –2,8 °С (27 марта) до –1,3 °С (31 марта). Это похолодание распространилось и на первые числа апреля. Но это был лишь кратковременный весенний минимум. Последний день со среднесуточной отрицательной температурой воздуха имел место 6 апреля: –1,3 °С. Последний день с минимальной отрицательной температурой воздуха наблюдался 17 апреля (–0,6 °С, заморозок в воздухе). По среднемесячной температуре воздуха апрель 2022 г. попал в норму (4,3 °С).

В таких условиях зацветание *Alnus incana* (L.) Moench (индикатор наступления подсезона «Оживление весны» и всего вегетационного сезона в геосистеме) и начало сокодвижения *Betula pendula* Roth (индикатор второго феноэтапа подсезона «Снеготаяние») отмечены в один день, 23 марта. Для *Alnus incana* это достоверно ранняя дата, а для *Betula pendula* она попадает в норму.

Следующее явление – апрельское, это зацветание *Salix caprea* L., которое символизирует начало посадочных и садовых работ, когда в парке уже оттаивает снег и начинает просыхать почва. Средняя дата второго феноэтапа подсезона «Оживление весны»: 22.04±1,5 сут., в условиях потепления климата она всё чаще сдвигается на более ранние сроки. Вот и в этом году она наступила 14 апреля, что попадает в категорию «ранних», на 8 суток раньше среднемноголетнего значения.

В мае установилась устойчивая положительная температура. Май оказался холодным месяцем (среднемесячная температура составила 10,0 °С). И дендрофеноиндикаторы Календаря природы чутко прореагировали на это. Если первый и второй этапы подсезона «Разгар весны» пришлись на средние сроки, в пределах нормы (6 мая и 18 мая соответственно), то Предлетье (последний феноэтап весны) и следующий за ним этап Начала лета – наступили в поздние сроки.

Далее температура выровнялась, и развитие природы пошло в обычные сроки и даже в отдельные феноэтапы с небольшим опережением. Так, *Tilia cordata* Mill., индикатор второго этапа подсезона «Полное лето», зацвела 5 июня 2022 г., при среднем значении за 1980–2009 гг.: 08.07±1,3 сут., что в пределах статистической нормы. Все три летних месяца стали тёплыми. Теплее нормы на 1,4 °С стал июль (19,9 °С). Но особенно тёплым оказался август. Рекордная за всю историю инструментальных метеорологических наблюдений в Санкт-Петербурге с 1752 г. среднемесячная температура воздуха в августе составила 20,6 °С. В отдельные дни она достигала отметки выше 30 °С (31,1 °С – 24 августа).

В таких термических условиях летнего сезона 2022 г. начало осени отмечено 10 сентября (табл. 2), что является рекордно поздней датой за весь период наблюдений в Ботаническом саду Петра Великого (с 1980 г.). Этому, очевидно, способствовали аномально высокие температуры воздуха во второй половине лета, особенно в августе, в условиях длительного, так называемого блокирующего антициклона. В сентябре наступило похолодание, этот месяц попал в категорию «холодных» (10,3 °С). При этом чуть более тёплой стала вторая декада (12,0 °С). Заморозков в сентябре не было. Следующий месяц, октябрь, был уже тёплым, на 1,9 °С теплее нормы. Лишь 25 октября, на один день, минимальная температура воздуха понизилась до отрицательных значений (–0,6 °С), при среднесуточной температуре 2,5 °С. Ноябрь оказался в норме, хотя и с положительной температурой (0,5 °С).

В условиях потепления климата [10–12] осенний период имеет тенденцию к более позднему его началу и к увеличению продолжительности. В поздние сроки наступил и следующий, второй феноэтап Начала осени, отмечаемый по пожелтению листьев *Acer platanoides* (16 сентября, на 5 сут. позже среднемноголетних значений). В достоверно поздние сроки наступил и второй феноэтап Глубокой осени (30 октября). Очередная зима 2022/23 г. началась в средние (нормальные) сроки, 18 ноября. Вначале, 14 ноября, произошёл переход минимальной температуры воздуха через 0° и замёрзли пруды, а через 4 дня, 18 ноября, – переход и среднесуточной температуры через это пороговое значение.

Таблица 2

Сезонное развитие природы в Ботаническом саду Петра Великого в 2020–2022 г. в сравнении с фенологической нормой за 30-летие (1980–2009 гг.)

Подсезон года	Фено-этап	Сезонное явление-индикатор	Средняя дата $X \pm S_x$ (1980–2009), Ранняя (Р)/Поздняя (П)	2020	2021	2022
Предвесенье	-	Дата устойчивого перехода максимальной суточной температуры воздуха через 0 °С	03.03±4,0 03.01.1989/29.03.2001	09.02 (Р)*	24.03 (П)	06.02 (Р)
Снеготаяние	1	Дата устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С	15.03±3,0 26.01.1989/31.03.2005	09.02 (Р)	24.03 (Н)	12.03 (Н)
	2	Сокодвижение <i>Betula pendula</i> Roth	26.03±2,3 21.02.1990/16.04.1998	22.02 (Р)	27.03 (Н)	22.03 (Н)
Оживление весны	1	Зацветание <i>Alnus incana</i> (L.) Moench	03.04±2,4 01.03.1990/22.04.2006	22.02 (Р)	27.03 (Н)	22.03 (Р)
	2	Зацветание <i>Salix caprea</i> L.	22.04±1,5 07.04.2007/05.05.1981, 1985	07.04 (Р)	15.04 (Р)	14.04 (Р)
Разгар весны	1	Появление листьев и зацветание <i>Betula pendula</i> Roth	02.05±1,3 19.04.1989, 1990/13.05.1985	02.05 (Н)	08.05 (П)	06.05 (Н)
	2	Зацветание <i>Padus avium</i> Mill.	14.05±1,4 29.04.1990/27.05.1985	11.05 (Н)	13.05 (Н)	18.05 (Н)
	3	Зацветание <i>Syringa vulgaris</i> L.	24.05±1,2 12.05.2001,2002/05.06.1997	27.05 (Н)	19.05 (Р)	30.05 (П)
Начало лета	1	Зацветание <i>Syringa josikaea</i> Jacq. ex Reichenb.	04.06±1,1 24.05.1989/15.06.1982, 1985	04.06 (Н)	30.05 (Р)	11.06 (П)
	2	Зацветание <i>Spiraea salicifolia</i> L.	17.06±1,2 06.06.1983,1989/ 30.06.1985, 1996	12.06 (Р)	14.06 (Н)	17.06 (Н)
Полное лето	1	Зацветание <i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	29.06±1,1 18.06.1989/13.07.1985	27.06 (Н)	20.06 (Р)	01.07 (Н)
	2	Зацветание <i>Tilia cordata</i> Mill.	08.07±1,3 23.06.1989/22.07.1985	30.06 (Р)	25.06 (Р)	05.07 (Н)
	3	Созревание плодов <i>Padus avium</i> Mill.	16.07±1,3 02.07.1989/31.07.1985	10.07 (Р)	02.07 (Р)	12.07 (Н)
Спад лета	1	Созревание плодов <i>Cotoneaster melanocarpus</i> Lodd.	29.07±1,6 12.07.1989/19.08.1982	15.07 (Р)	19.07 (Р)	26.07 (Н)
	2	Созревание плодов <i>Sorbus aucuparia</i> L.	11.08±1,2 26.07.1989/24.08.2003	03.08 (Р)	10.08 (Н)	10.08 (Н)
Начало осени	1	Начало пожелтения листьев <i>Betula pendula</i> Roth	29.08±0,9 20.08.1995/08.09.1996	01.09 (Н)	28.08 (Н)	10.09 (П)
	2	Начало пожелтения листьев <i>Acer platanoides</i> L.	11.09±1,0 01.09.1981/21.09.1985	17.09 (П)	14.09 (Н)	16.09 (П)
Золотая осень	1	Начало пожелтения листьев <i>Salix caprea</i> L.	20.09±1,1 10.09.1981/06.10.1998	23.09 (Н)	19.09 (Н)	19.09 (Н)
	2	Полное пожелтение листьев <i>Betula pendula</i> Roth	04.10±0,9 24.09.1989/17.10.1997	11.10 (П)	02.10 (Н)	07.10 (Н)
Глубокая осень	1	Опадение листьев <i>Betula pendula</i> Roth	17.10±0,9 09.10.1984, 1988/27.10.2007	23.10 (П)	16.10 (Н)	17.10 (П)
	2	Опадение листьев <i>Alnus incana</i> (L.) Moench, <i>Salix caprea</i> L., <i>Cornus alba</i> L.	24.10±1,0 11.10.1992, 1993/04.11.2007	03.11 (П)	30.10 (П)	30.10 (П)
Предзимье	-	Дата устойчивого перехода минимальной суточной температуры воздуха через 0 °С	09.11±2,9 11.10.1992/18.12.2006	02.12 (П)	21.11 (П)	14.11 (Н)
Первозимье	-	Дата устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С	19.11±3,5 24.10.1992/20.01.2007	07.12 (П)	27.11 (Н)	18.11 (Н)

Примечание: * – в скобках указано, к какой группе относится дата наступления феноэтапа: Р – ранняя, Н – нормальная, П – поздняя. Ранжирование приведено исходя из среднесноголетней даты наступления феноэтапа, с учётом основной ошибки этой даты ($X \pm m$). К ранним относятся даты при $x_i < X - 3m$, к поздним – в случае $x_i > X + 3m$, где x_i – дата начала наступления феноэтапа.

Как же прореагировали на зиму 2021/2022 г. растения парка-дендрария Ботанического сада Петра Великого? В табл. 3 приводится список погибших древесных растений после зимы 2021/2022 г. В графе 2 приводится номер участка и номер экземпляра на участке (это позволяет легко находить растения в натуре).

Таблица 3

Деревья и кустарники, погибшие в парке-дендрарии БИН РАН после зимы 2021/22 г.

Название растений	Участок, экз.	Примечание
<i>Acer platanoides</i> L.	21/ 6	Экземпляр удалён весной 2022 г. как дерево угрозы.
<i>Acer platanoides</i> L. 'Rubrum'	115/ 1	Дерево достигло предельного возраста. Удалено осенью 2021 г. как дерево угрозы.
<i>Acer tegmentosum</i> Maxim.	126/ 8	Экземпляр упал зимой 2022 г. Погиб от фитофторы.
<i>Aesculus octandra</i> Marsh. f. <i>virginica</i> Sarg.	133	Дерево упало в октябре 2022 г. в штормовую погоду с сильными порывами ветра. Ствол был поражён трутовиком <i>Ganoderma applanatum</i> .
<i>Alnus hirsuta</i> (Spach) Turcz. ex Rupr.	3/ 62	Весной 2022 г. сухостой. Дерево погибло от фитофторы.
<i>Amelanchier utachensis</i> Koehne	23/ 20	Экземпляр погиб от случайных причин.
<i>Artemisia santolinifolia</i> Turcz. ex Bess.	99/ 29	Экземпляр погиб от выпревания.
<i>Berberis integerrima</i> Bunge	37/ 25	Экземпляр погиб после зимы 2021/ 22 г. Возможно от выпревания.
<i>Betula papyrifera</i> Marsh.	83/ 16	Экземпляр удален как дерево угрозы. Суховершинность, наклон ствола.
<i>Betula pendula</i> Roth	123/ 15	Дерево упало летом. Достигло предельного возраста.
<i>Cerasus tianshanica</i> A. Pojark.	92/ 67	Экземпляр не прижился при посадке.
<i>Fagus sylvatica</i> L. 'Purple Fountain'	130/ 90	Сухостой. Причина неизвестна.
<i>Juniperus procumbens</i> (Siebold ex Endl.) Miq. 'Nana'	98/ 2	Усыхание по неизвестной причине, сухое и тенистое место.
<i>Larix archangelica</i> Laws.	54/ 6	Посадка 2013 г. Пересажен обратно на питомник. Неудачная посадка, очень тёмное место.
<i>Larix cajanderi</i> Mayr	33/ 27	Дерево пересажено на питомник весной 2022 г. из-за неудачной посадки в 2015 г.
<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carr.	23/ 32	У экземпляра наблюдалось усыхание от фитофторы в течение ряда лет, после зимы 2021/22 г. дерево стало сухостойным.
<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	99/ 32	Экземпляр погиб от выпревания.
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	122/ 170	Экземпляр погиб от вымерзания.
<i>Lonicera tolmatchevii</i> Pojark.	4/ 30	Скосили.
<i>Myrsine africana</i> L.	127/ 102	Экземпляр погиб от вымерзания.
<i>Pentaphylloides fruticosa</i> (L.) O. Schwarz 'Mount Everest'	96/ 40	Экземпляр сильно ослаблен. Пересажен обратно на питомник.
<i>Picea breveriana</i> S. Watson	99/ 42	Сухостой. Экземпляр был сильно ослаблен, с минимальным приростом.
<i>Pinus uncinata</i> Ramond ex DC.	77/ 69	Дерево погибло от болезни ствола.
<i>Platyclusus orientalis</i> (L.) Franco 'Sieboldii'	100/ 36	Экземпляр вымерз.
<i>Quercus robur</i> L. f. <i>fastigiata</i> (Lam.) DC.	34/ 30	Экземпляр не прижился при посадке. На его место посажен осенью 2022 г. <i>Acer saccharum</i> .
<i>Rhododendron morii</i> Hayata	127/ 49	Экземпляр погиб от фитофторы, удалён в апреле 2022 г.
<i>Ruta graveolens</i> L.	99/ 30	Экземпляр погиб от выпревания.
<i>Salix aucasica</i> Anderss.	130/ 95	Сухостой. Растение усохло по неизвестной причине.
<i>Salix integra</i> Thunb. 'Nakuro-Nishiki'	99/ 28	Экземпляр вымерз.

Окончание табл. 3

<i>Sorbus aucuparia</i> L.	91/ 10	Экземпляр удален как дерево угрозы, гниль ствола.
<i>Spiraea canescens</i> D. Don	124/ 10	Сухостой. Кустарник погиб от фитофторы.
<i>Syringa josikaea</i> Jack. fil.	17/ 5	Усыхание более 80 % кроны от фитофторы.
<i>Syringa vulgaris</i> L.	7/ 47	Кустарник погиб от фитофторы. Корневая гниль.
<i>Tilia cordata</i> Mill.	44/ 1	Дерево удалено весной 2022 г. как дерево угрозы.
<i>Tilia cordata</i> Mill.	51/ 5	Дерево удалено летом 2022 г. как дерево угрозы.
<i>Viburnum edule</i> (Michx.) Rafin.	99/ 31	Экземпляр удален. Погиб от выпревания.
<i>Viburnum lantana</i> L.	7/ 25	Куст развалился, ветви лежат на земле, подлежит удалению. Корневая гниль.
<i>Vitis riparia</i> Michx. 'Severny Bely'	114/ 15	Экземпляр был сильно ослаблен и повреждён, погиб окончательно после этой зимы.

В табл. 3 включены растения 38 видов и форм. Из них только 5 отмечены как вымерзшие (балл 7 по шкале П.И. Лапина). Большая часть растений была поражена болезнями (оомицетами и базидиомицетами), погибла от выпревания, которое связано с корневыми гнилями. Некоторые деревья достигли предельного возраста, стали деревьями угрозы (упали сами или были удалены по решению комиссии по сносу деревьев угрозы). В целом обмерзание деревьев и кустарников парка-дендрария Ботанического сада Петра Великого после зимы 2021/2022 г. было слабым (2 балла) или вообще отсутствовало (1 балл). Есть группа древесных растений, у которых побеги отличаются длительным ростом и не успевают до наступления морозов вызреть и одревеснеть полностью. У них концы побегов прироста этого года подмерзают каждую зиму, невзирая на особенности зимы. Но у большинства видов обмерзание в подобные зимы отсутствует.

Сезон 2022 года отличался некоторыми аномалиями в репродуктивной сфере древесных интродуцентов. У некоторых видов отмечены редкие случаи цветения и плодоношения. Так, в 2021 г. впервые отмечено цветение магнолии обратнойцевидной (*Magnolia obovata* Thunb.) (в коллекции с 1989 г.). Рябина Саржента (*Sorbus sargentiana* Koehne), выращиваемая в Саду с 2006 г. по 2021 г. включительно, находилась в вегетативном состоянии. В 2022 г. в условиях тёплого вегетационного сезона она впервые зацвела и впервые получены её плоды с нормально развитыми зрелыми семенами. У нас выращивается на прививке, будучи привита на рябину обыкновенную. Теперь есть надежда получить корнесобственные растения второго семенного поколения. Ель Шренка (*Picea schrenkiana* Fisch. et С.А. Мей.) появилась в саду благодаря А.И. Шренку, который совершил несколько путешествий в Джунгарию, первое из которых в 1840 г. В этом учреждении она и была впервые введена в мировую культуру. В 2022 г. в условиях тёплого вегетационного сезона одно из 4 деревьев, растущих в Арборетуме, стало давать зрелые семена, в возрасте около 50 лет. Впервые за 180 лет культуры получены её шишки с семенами.

В 2022 г. также впервые появились плоды у каштана посевного (*Castanea sativa* Mill.). В Саду он известен с 1949 г., несколько раз появлялся на короткое время и быстро исчезал. У него постоянно обмерзали длительно растущие побеги. В прошлом неоднократные попытки испытать в открытом грунте приводили к гибели растений обычно в первую зиму, всегда находился в вегетативном состоянии. В 2022 г. наблюдалось обильное цветение магнолии лекарственной (*Magnolia officinalis* Rehd. et E.H. Wilson). Она выращивается с 1996 г., первое цветение было в 2015 г., но до сих пор было слабое и единичное. И впервые в этом году имело место обильное плодоношение у кизила, дёрена мужского (*Cornus mas* L.). Он известен в Саду давно, ещё с конца XVIII в., но раньше был слабозимостойким, неоднократно восстанавливался. Например, в зиму 1986/1987 г. обмёрзла большая часть кроны, включая скелетные ветви. Плодоношение в то время было эпизодическим. Созрели в этом сезоне плоды и у снежноцветы, хионанта виргинского (*Chionanthus virginicus* L.), что очень редкое явление. В прошлом он сильно обмерзал и вымерзал в холодные зимы, и только цвёл.

В коллекции появляется всё больше видов, которые ещё недавно считались оранжерейно-комнатными растениями. Это *Calocedrus decurrens* (Torr.) Florin, выращивается на питомнике с 2017 г. и готовится к высадке в парк, в последние зимы без обмерзаний. Для нас это новый род из семейства кипарисовых. *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. – одно из самых знаменитых деревьев мира, и самое высокое в мире. Считалось оранжерейно-комнатным растением, и в дендрологической литературе для Северо-Запада России в основном даже и не упоминалась. Однако сейчас, с 2017 г., растёт в открытом грунте. *Cedrus libanii* A. Rich. в прошлом испытывал в Петербурге Э.Л. Вольф [8], у него он вымерзал в первую зиму. В современной коллекции с 2009 г., получен семенами из Гамбург-

га, Германия. Часть семян вымерзли, но оставшиеся перенесли несколько зим с небольшими повреждениями, до 86 см высотой. Несколько лет прожила в открытом грунте *Myrsine africana* L. В марте 2017 г. были привезены черенки из ботанического сада г. Сочи, она просуществовала в открытом грунте до 2021 г. включительно, вымерзла окончательно только после зимы 2021/2022 г.

Заключение

Зима 2021/2022 года была по продолжительности 105 сут., по срокам начала и окончания средней (нормальной), и сравнительно мягкой. Среднемесячная температура самого холодного месяца, декабря 2021 г., составила $-7,5$ °С, а абсолютный минимум температуры воздуха понизился до $-23,1$ °С (26 декабря), далеко не доходя до тех значений, которые наблюдались в прошлом ($-34,7$ °С 10 января 1987 г.). Обмерзание большинства деревьев и кустарников отсутствовало или не превышало концов годичного прироста. Особенностью 2022 года стала аномально жаркая погода второй половины и конца лета, с рекордной за всю историю метеорологических наблюдений среднемесячной температурой августа $20,6$ °С. В таких условиях осень наступила 10 сентября, что является рекордно поздней датой за период наблюдений 1980–2022 гг. Очевидно, что потепление климата Санкт-Петербурга продолжается и усиливается. Осенний период имеет тенденцию к более позднему его началу и к увеличению продолжительности. В таких условиях древесные растения, у которых окончание вегетации было вынужденным и прерываемым морозами, теперь успевают её завершить и подготовиться к зимовке. Значительно расширяется ассортимент деревьев и кустарников, перспективных по своей зимостойкости для разведения. Более мягкие и короткие зимы способствуют расширению культурного ареала теплолюбивых экзотов. Выявлены растения, которые ещё недавно считались оранжерейно-комнатными, а теперь в открытом грунте успешно растут, а некоторые даже цветут и плодоносят.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булыгин Н.Е. Биологические основы дендрофенологии. Л.: Изд-во ЛТА, 1982. 80 с.
2. Булыгин Н.Е. Сезонно-ритмическая структура годичного цикла развития ландшафта, принципы её индикации и прогностическое значение // Моделирование и прогнозирование в индикационной дендрофенологии. Ленинград, 1980. С. 2–44. Деп. в ВИНТИ, № 1033-81 Деп.
3. Фадеева И.В., Фирсов Г.А. Календари природы ботанических садов Санкт-Петербурга и динамика наступления их дендрологических и метеорологических индикаторов // Биологическое разнообразие. Интродукция растений (Матер. Пятой Межд. науч. конф., 15-17 ноября 2011 г., г. Санкт-Петербург, Россия). СПб.: Ботанический сад БИН РАН, 2011. С. 194–197.
4. Фирсов Г.А., Смирнов Ю.С. Времена года в Ботаническом саду Петра Великого на Аптекарском острове. Санкт-Петербург, 2012. 118 с.
5. Фирсов Г.А., Фадеева И.В. Календарь природы Ботанического сада Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН // Древесные растения: фундаментальные и прикладные исследования. Вып. 2. М.: ФГБУН ГБС РАН, 2013. С. 111–125.
6. Фадеева И.В., Лебедев П.А., Фирсов Г.А. Фенологические наблюдения в Ботаническом саду Петра Великого и детская фенологическая сеть Санкт-Петербурга // Изменения климата и погодные аномалии: механизмы и эффективность фенологических гомеостатических реакций: материалы Всероссийской научно-практической конференции, 7–10 сентября 2022 года. Екатеринбург: ФГБОУ ВО «УрГПУ», 2022. С. 116–124.
7. Лапин П.И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции. // Бюл. Глав. Ботан. Сада. 1967. Вып. 65. С. 13–18.
8. Вольф Э.Л. Наблюдения над морозостойкостью деревянистых растений // Тр. бюро по прикл. бот. 1917. Т. 10, № 1. С. 1–146.
9. Булыгин Н.Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями. Л.: ЛТА, 1979. 97 с.
10. Климат Санкт-Петербурга и его изменения / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Гос. учреждение «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»; Под ред. В.П. Мелешко, А.В. Мещерской, Е.И. Хлебниковой. СПб.: Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, 2010. 256 с.
11. Фирсов Г.А. Древесные растения Ботанического сада Петра Великого (XVIII–XXI вв.) и климат Санкт-Петербурга // Ботаника: история, теория, практика (к 300-летию основания Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук): тр. междунар. науч. конф. Санкт-Петербург, 2014. С. 208–215.
12. Фирсов Г.А., Волчанская А.В. Древесные растения в условиях климатических изменений в Санкт-Петербурге. М.: МАСКА, 2021. 128 с.

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

Фадеева Инна Вадимовна, кандидат биологических наук, ведущий специалист Фенологического центра
отдела Ботанический сад Петра Великого
E-mail: butvik@mail.ru

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

G.A. Firsov, I.V. Fadeeva

**PECULIARITIES OF DYNAMICS OF SEASONAL DEVELOPMENT OF WOODY PLANTS
AT PETER THE GREAT BOTANIC GARDEN IN 2022**

DOI: 10.35634/2412-9518-2023-33-1-49-57

The article discusses the dynamics of the onset of phenological stages in 2022 and the features of the seasonal development of woody plants in the Botanical Garden of Peter the Great, depending on the weather conditions of winter and the subsequent growing season. The winter 2021/22 was normal on its duration (105 days) and comparatively mild. The coldest month was December (-7,5°), with absolute minimum -23,1° (26 December), not reaching the figures observed in the past (-34,7° ... 10 January 1987). The frost damages of majority of trees and shrubs was absent or small, not more than half of annual growth. The peculiarity of season of 2022 was abnormally warm weather of the second half and the end of summer, with hot temperature in August: 20,6°. This is the record for the whole period of instrumental meteorological observations since 1752. In such conditions the Autumn began as late as on the 10-th of September which is the record during 43-years monitoring since 1980. Apparently the warming of the climate of Saint-Petersburg is continuing and strengthening. The autumnal season has the tendency to more late beginning and to enlarging of its duration. In such conditions the assortment of trees and shrubs promising on its winter hardiness for culture at the North-West of Russia is enlarging. There are more and more plants which were considered to be subtropical and indoor only, but nowadays successfully are winter hardy, produce flowers and fruits and may be successfully cultivated outdoor.

Keywords: phenology, winter hardiness, woody plants, arboriculture, Saint-Petersburg.

REFERENCES

1. Bulygin N.E. *Biologicheskie osnovy dendrofenologii* [Biological foundations of dendrophenology], Leningrad: LTA Publ., 1982, 80 p. (in Russ.).
2. Bulygin N.E. *Sezonno-ritmicheskaya struktura godichnogo tsikla razvitiya landshafta, printsipy ee indikatsii i prognosticheskoe znachenie* [Seasonal-rhythmic structure of the annual cycle of landscape development, principles of its indication and prognostic value], in *Modelirovanie i prognozirovanie v indikatsionnoy dendrofenologii*, Leningrad: LTA Publ., 1980, pp. 2-44. Dep. v VINITI, 1033-81 Dep. (in Russ.).
3. Fadeeva I.V., Firsov G.A. [Calendars of nature of Botanical gardens in Saint-Petersburg and the dynamics of the onset of their dendrological and meteorological indicators], in *Mater. V Mezhd. nauch. konf. "Biologicheskoe raznoobrazie. Introduktsiya rasteniy"* (November 15-17, 2011, St. Petersburg), St. Petersburg: Botanicheskiy sad BIN RAN, 2011, pp. 194-197 (in Russ.).
4. Firsov G.A., Smirnov Yu.S. *Vremena goda v Botanicheskom sadu Petra Velikogo na Aptekarskom ostrove* [Seasons in the Peter the Great Botanical Garden on Aptekarsky Island], St. Petersburg, 2012, 118 p. (in Russ.).
5. Firsov G.A., Fadeeva I.V. *Kalendar' prirody Botanicheskogo sada Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova RAN* [Calendars of nature of the Botanical Garden of the V.L. Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences], in *Drevesnye rasteniya: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya*, Moscow: FGBUN GBS RAN, 2013, iss. 2, pp. 111-125 (in Russ.).
6. Fadeeva I.V., Lebedev P.A., Firsov G.A. [Phenological observations in the Botanical garden of Peter the Great and the children's phenological network of St. Petersburg], in *Mater. Vseross. nauch.-prakt. konf. "Izmeneniya klimata i pogodnye anomalii: mekhanizmy i effektivnost' fenologicheskikh gomeostaticheskikh reaktsiy"* (7-10 September, 2022, Ekaterinburg), Ekaterinburg: Ural. Gos. Pedagog. Univ., 2022, pp. 116-124 (in Russ.).
7. Lapin P.I. *Sezonnyy ritm razvitiya drevesnykh rasteniy i ego znachenie dlya introduktsii* [Seasonal rhythm of development of woody plants and its significance for introduction], in *Byul. Glav. Botan. Sada*, 1967, iss. 65, pp. 13-18 (in Russ.).

8. Vol'f E.L. *Nablyudeniya nad morozostoykost'yu derevyanistykh rasteniy* [Observations on the frost resistance of woody plants], in *Tr. byuro po prikl. bot.*, 1917, vol. 10, no. 1, pp. 1-146 (in Russ.).
9. Bulygin N.E. *Fenologicheskie nablyudeniya nad drevesnymi rasteniyami* [Phenological observations on woody plants], Leningrad: LTA Publ., 1979, 97 p. (in Russ.).
10. *Klimat Sankt-Peterburga i ego izmeneniya* [Climate of St. Petersburg and its changes] / Federal Service for Hydro-meteorology and Environmental Monitoring, State Institution "A. I. Voeikov Main Geophysical Observatory"; Meleshko V.P., Meshcherskaya A.V., Khlebnikova E.I. (ed), St. Petersburg: Glavnaya geofizicheskaya observatoriya im. A. I. Voeykova, 2010, 256 p. (in Russ.).
11. Firsov G.A. [Woody plants of Peter the Great Botanic Garden (18th–21st centuries) and the climate of Saint-Petersburg], in *Sborn. tr. mezhd. nauch. konf. "Botanika: istoriya, teoriya, praktika (k 300-letiyu osnovaniya Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova Rossiyskoy akademii nauk)"*, St. Petersburg: SPb. Gos. Elektrotekhnich. Univ "LETI" im. V.I. Ul'yanova (Lenina), 2014, pp. 208-215 (in Russ.).
12. Firsov G.A., Volchanskaya A.V. *Drevesnye rasteniya v usloviyakh klimaticheskikh izmeneniy v Sankt-Peterburge* [Woody plants in the conditions of climatic changes in St. Petersburg], Moscow: "MASKA" Publ., 2021, 128 p. (in Russ.).

Received 10.01.2023

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

E-mail: gennady_firsov@mail.ru

Fadeeva I.V. Candidate of Biology, Leading Specialist of the Phenological centr of Department botanic garden

E-mail: butvik@mail.ru

Komarov Botanical Institute RAS

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