

УДК 630*181.8(045)

*Г.А. Фирсов, И.В. Фадеева, Л.А. Манцинова***ДИНАМИКА СЕЗОННОГО РАЗВИТИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ПЕТРА ВЕЛИКОГО В 2023 ГОДУ, ОСОБЕННОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ¹**

Основной метеорологической особенностью 2023 года в Санкт-Петербурге был рекордно тёплый сентябрь за весь период непрерывных инструментальных наблюдений (с 1752 г.) с температурой 16,4 °С. Этот год был тёплым: годовая температура 7,1 °С, что на 2,8 °С выше температуры, которая считалась «нормой климата» в XX веке. Обмерзания древесных растений в Ботаническом саду Петра Великого в зиму 2022/23 г. в основном отсутствовали или были незначительными. Такие метеоаномалии вызвали и значительные фенологические аномалии. Все осенние феноэтапы сезона 2023 года от второго этапа подсезона «Начало осени» до подсезона «Предзимье» наступили в поздние сроки. Осень этого года отличалась очень поздним опадением листьев деревьев. На фоне потепления климата улучшаются репродуктивные способности растений. В 2023 г. впервые отмечено цветение *Sorbus caucasica* Zinserl. и плодоношение *Picea montigena* Mast., *Picea orientalis* (L.) Peterm. и *Acer longipes* Franch. ex Rehd. Наблюдается всё большее распространение самосева у разных видов деревьев и кустарников. При этом расширяется ассортимент древесных растений, перспективных по своей зимостойкости для разведения.

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

DOI: 10.35634/2412-9518-2024-34-1-23-32

В Ботаническом саду Петра Великого Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (БИН) наблюдения за естественной периодизацией года, то есть за календарём природы, проводятся с 1980 г. Они осуществляются по программе территориально-феноиндикационной системы календаря природы Ладого-Ильменского дендрофлористического района [1; 2]. Фенологические наблюдения за индикаторами календаря природы ведутся непрерывно вот уже 44 года [3–6]. Для нас представляет интерес посмотреть, как проходила динамика наступления феноэтапов года в 2023 году, каков был термический режим зимы 2022/23 г. и сезона вегетации после этой зимы. А также проследить уровни адаптированности растений в условиях современного климата Санкт-Петербурга.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования служили древесные растения интродуцированной и местной дендрофлоры, за которыми проводились фенологические наблюдения, оценка обмерзания, особенностей цветения и плодоношения. 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 проводится по Н.Е. Булыгину [2].

Результаты и их обсуждение

Фактическая температура воздуха в Санкт-Петербурге за календарный 2023 год в сравнении с предшествующими четырьмя годами (2019–2022 гг.) и теми температурными параметрами, которые считаются нормой климата, приводятся в табл. 1. При этом в каждой графе в скобках указано, к какой

¹ Работа выполнена в рамках госзадания по плановой теме «История создания, состояние, потенциал развития живых коллекций растений Ботанического сада Петра Великого БИН РАН», регистрационный номер темы: 124020100075-2.

группе относится месяц: X – холодный, Н – нормальный, Т – тёплый. Полужирным шрифтом выделены температуры августа 2022 г и сентября 2023 г., рекордно высокие за весь период непрерывных инструментальных наблюдений в Санкт-Петербурге с 1752 г. Ранжирование приведено исходя из среднемесячного 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.

Таблица 1

Среднемесячная температура воздуха в Санкт-Петербурге в 2019-2023 гг. в сравнении с климатической нормой

Месяц года	Температура воздуха, T °C						
	Норма климата в XX веке	Норма климата 1980–2009 гг.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
I	-7,7	-5,4±0,7	-6,4 (Н)	1,5 (Т)	-4,6 (Н)	-4,1 (Н)	-2,3 (Н)
II	-7,9	-5,8±0,7	-0,5 (Т)	0,6 (Т)	-9,2 (X)	-1,2 (Т)	-3,0 (Т)
III	-4,2	-1,3±0,5	0,1 (Т)	2,2 (Т)	-0,8 (Н)	-0,3 (Н)	-0,3 (Н)
IV	3,0	5,1±0,3	7,3 (Т)	4,2 (Н)	5,6 (Н)	4,3 (Н)	6,8 (Т)
V	9,6	11,1±0,3	12,1 (Т)	10,0 (X)	12,1 (Т)	10,0 (X)	12,0 (Н)
VI	14,8	15,5±0,4	18,6 (Т)	19,1 (Т)	21,4 (Т)	17,6 (Т)	17,3 (Т)
VII	17,8	18,5±0,3	16,6 (X)	17,6 (Н)	23,1 (Т)	19,9 (Т)	18,2 (Н)
VIII	16,0	16,8±0,3	17,0 (Т)	17,2 (Т)	16,9 (Н)	20,6 (Т)	19,9 (Т)
IX	10,8	11,5±0,3	12,2 (Н)	14,3 (Т)	10,2 (X)	10,3 (X)	16,4 (Т)
X	4,8	6,2±0,3	6,1 (Н)	9,1 (Т)	8,0 (Т)	8,1 (X)	5,0 (X)
XI	-0,5	0,0±0,5	1,9 (Т)	3,9 (Т)	2,2 (Т)	0,5 (Н)	0,1 (Н)
XII	-5,1	-3,6±0,6	1,8 (Т)	-0,7 (Т)	-7,5 (X)	-3,2 (Н)	-4,4 (Н)
Год:	4,3	5,8±0,2	7,2 (Т)	8,3 (Т)	6,5 (Т)	6,9 (Т)	7,1 (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	-17,3 08.01.23, 10.03.23

Зима 2022/23 г. наступила 18 ноября 2022 г., что соответствует средним срокам. В целом ноябрь был месяцем с положительной температурой воздуха (0,5 °C). Очень тёплой была первая декада (4,4 °C). Похолодание наступило в конце второй декады: 16 ноября среднесуточная температура составила -0,5 °C, 17 ноября снова повысилась до +0,5 °C, и ее окончательный переход произошёл 18 ноября (-1,5 °C). Далее до конца месяца продолжались устойчивые морозы, которые достигали довольно сильных значений для ноября (минимальная температура до -10,5 °C). Что касается начала установления снежного покрова, то он отмечен 15 ноября, с высотой 1 см, но он вскоре растаял. И вновь установился, уже постоянно, 25 ноября. Осадки выпадали как в жидкой, так и в твёрдой фазе.

Среднемесячная температура декабря 2022 г. составила -3,2 °C, довольно не низкая и не приводит обычно к неблагоприятным последствиям для растений. Осадки в этом месяце составили 66 мм. Морозы были небольшие, до -9,2 °C (2 декабря). Весь декабрь был со снегом. Высота снежного покрова составила от 1 см (1–4 декабря) до 19 см (13 декабря). В целом это благоприятно для растений. Не благоприятно, если начало зимы бывает бесснежным, когда наступают морозы (как это было в октябре 1993 г.).

В январе 2023 г. самой холодной была первая декада (-6,4 °C), при среднемесячной температуре всего -2,3 °C. Во второй декаде января наступило значительное потепление, с длительной оттепелью, когда среднесуточная температура воздуха с 13 по 20 января была положительной. С положительными значениями температуры воздуха оказалась и вся вторая декада (0,9 °C). Среднесуточная температура опускалась до самых низких значений 8 января (-14,7 °C), с минимальной температурой в этот день -17,3 °C. Высота снежного покрова в этот день достигла максимальных значений за январь – 12 см, что, несомненно, благоприятно для растений. Такие морозы продержались всего два

дня, к 10 января среднесуточная температура поднялась до $-7,3$ °С, затем ещё выше, и уже до конца месяца подобных морозов не было. Сумма осадков за январь 53 см, что довольно много, с максимальным количеством во второй декаде (28 мм). При этом в условиях оттепели к 16 января снежный покров сошел. Потом до конца месяца снег выпадал периодически только в отдельные дни.

Среднемесячная температура февраля была $-3,0$ °С, что более чем на 2 °С выше нормы. Все три декады были с отрицательной среднесуточной температурой. Однако, минимальная температура с 8 по 16 февраля, за исключением одного дня, была положительная, а с 13 по 16 февраля достигала $+2,2$ – $+3,5$ °С. Среднесуточная температура в эти дни превышала норму более чем на 6 °С. Самые сильные морозы наблюдались всего три дня, 21–23 февраля, когда минимальная температура опускалась до $-16,3$ °С (23 февраля). С 24 февраля она стала быстро повышаться, а 28 февраля среднесуточная температура стала уже положительной (0,6 °С). При этом снеговой покров, растаявший в январскую оттепель, снова образовался и достиг к 27 февраля высоты 16 см. Общая сумма осадков за февраль составила 33 мм. На территории опытно-экспериментальной фенологической площадки БИН РАН (ГБДОУ детский сад комбинированного вида № 113 Выборгского района СПб) в феврале пострадали отдельные почки местных видов растений, таких как береза повислая и пушистая, вяз гладкий, липа европейская. Единичные почки этих деревьев стали раскрываться к 16 февраля, а затем обмерзли.

В марте среднемесячная температура воздуха была отрицательной ($-0,3$ °С). То есть, пока что даже на фоне потепления климата март ещё остаётся зимним месяцем. При этом зимней была только первая декада ($-3,6$ °С) с постоянными морозами. При этом 10 марта при среднесуточной температуре $-8,9$ °С минимальная температура опустилась до $-17,3$ °С, что повторило январское значение. Далее температура повышалась, с некоторыми колебаниями (0,9 °С вторая и 1,5 °С третья декада). 14 марта среднесуточная температура повысилась до положительных значений (3,6 °С), и это оказалось устойчивым переходом и знаменовало приход фенологической весны. Сокодвижение берёзы повислой было отмечено (хотя и слабое) 21 марта. В этот день среднесуточная температура составила 2,2 °С, дневная температура 8,6 °С, а минимальная – ($-0,6$ °С). Интересно, что к этому дню снег весь сошёл. Снеговой покров достиг максимальных значений за зиму 12 марта (32 см). После этого стал уменьшаться, вначале постепенно (27 см – 14 марта), потом резко (после того, как среднесуточная температура воздуха перешла через 0 °С): 15 марта – 9 см, 19 марта – 1 см, это был последний день с зимним снегом. Хотя в последние мартовские дни выпал свежий снег на несколько дней. В конце марта отмечено похолодание ещё на несколько дней, минимальные значения опускались до $-7,5$ °С (30 марта). День 23 марта, когда отмечено начало цветения ольхи серой, характеризовался повышенной теплообеспеченностью: среднесуточная температура 6,6 °С, максимальная 9,8 °С, минимальная 3,2 °С. Сумма осадков за март – 81 мм, максимальное их количество (45 мм) выпало в третью декаду, что довольно много. Однако, имело место похолодание, и осадки в эту декаду выпадали в виде снега. В парке у ряда деревьев и кустарников наблюдался снеголом. А старое дерево *Crataegus x media* 'Bechst. 'Rosea Flore Pleno' на участке 133 не выдержало тяжести снега и упало 29 марта. 27 марта ($-0,6$ °С), 29 марта ($-1,3$ °С), 30 марта ($-3,0$ °С) и с 1 по 4 апреля среднесуточная температура опускалась снова до отрицательных значений (от $-0,1$ °С до $-1,1$ °С), но это был лишь временный возврат холодов. С 5 апреля уже не было дней с отрицательными значениями среднесуточной температуры. 5 мая 2023 г. случился последний заморозок в воздухе, минимальная температура опустилась до $-0,4$ °С, и это был единственный случай в мае этого года.

Что касается последнего феноэтапа зимы, «Предвесенья», то переход максимальной температуры воздуха через 0 °С произошёл 13 марта (0,6 °С), за день до перехода среднесуточной температуры через это пороговое значение.

В апреле минимальная температура была отрицательной всего дважды: 2 апреля ($-3,6$ °С), второй и последний раз – 11 апреля ($-0,4$ °С). Случаев повреждения растений весенними заморозками при возврате холодов не наблюдалось. При температурных условиях начала апреля в это время растения ещё не начали вегетацию. Среднемесячная температура апреля составила 6,8 °С. Что довольно близко к максимальной температуре апреля за весь период наблюдений (8,3 °С в 1921 г.), и это один из самых тёплых апрелях в 21 веке. Резкое потепление произошло в третьей декаде: 10,3 °С (по сравнению с 3,1 °С в первой декаде). Временный снеговой покров, установившийся в конце марта, сошел только 8 апреля. 13 апреля среднесуточная температура воздуха составила 5,2 °С, дневная – 9,0 °С,

без заморозков. В этот день отмечено зацветание ивы козьей (второй феноэтап подсезона «Оживление весны»). Сумма осадков в апреле 24 мм.

В мае сравнительно прохладной была первая декада (7,1 °С). Температура второй и третьей декад составила соответственно 14,0 °С и 14,6 °С, при среднемесячной температуре 12,0 °С. Пятого мая был последний день, когда отмечалась отрицательная температура воздуха (заморозок в воздухе -0,4 °С). Месяц был довольно сухим (17 мм осадков). Очень рано в 2023 году (25 апреля) наступил первый феноэтап подсезона «Разгар весны» (обычно он наступает в первой декаде мая). Этому способствовал мощный всплеск тепла. В этот день среднесуточная температура достигла 15,7 °С, при максимальной 21,6 °С. При том, что три дня до этого также были очень тёплыми.

Июнь оказался средним по теплообеспеченности (17,3 °С), не очень жарким, но и не самым холодным, без заморозков. Максимальная температура 29,3 °С наблюдалась 22 июня. Сумма осадков за июнь – 47 мм.

В июле среднемесячная температура воздуха поднялась до 18,2 °С, далеко не доходя до рекордно высокого значения 24,4 °С в 2010 г. Минимальная температура июля за весь период наблюдений с 1752 г. составляет 14,1 °С. Максимальная температура в июле 2023 г. была 27,5 °С (16 июля). То есть сильной жары не было. Осадков выпало довольно много – 95 мм.

Август стал самым тёплым месяцем года (19,9 °С), что близко к рекордному значению за весь период наблюдений: 20,6 °С в недавнем 2020 г. и повторило прежний рекорд, бывший до этого (19,9 °С в аномально тёплом 1972 г.). А 7 августа дневная температурная отметка составила 32,8 °С, что довольно значительная цифра. Это оказался единственный день месяца с температурой выше 30 °С. Особенно жаркой была первая декада августа (22,3 °С). Сумма осадков за месяц – 49 мм (что довольно благоприятно для растений, засухи не было – осадки выпадали даже в самую жаркую первую декаду).

Наибольшие температурные аномалии произошли в сентябре. Сентябрь оказался рекордно тёплым более чем за 270 лет непрерывных инструментальных наблюдений (16,4 °С) и на 1,4 °С превзошёл прежний рекорд 85-летней давности за весь период наблюдений: 15,0 °С в 1938 г. Заморозков в этом месяце не было, минимальная температура понижалась лишь до 7,7 °С (7 сентября). Температура держалась ровной и очень высокой до самого конца месяца. Среднесуточная температура достигала 20,5 °С (13 сентября), а 23 сентября максимальная суточная температура повышалась до 25,3 °С. Самой тёплой стала третья декада сентября (16,7 °С). Сумма осадков составила 63 мм. Такие температурные аномалии стали причиной фенологических аномалий.

Октябрьская температура составила 5,0 °С. Это далеко до максимального значения 9,1 °С (1909 г.), но были октябрь и с отрицательной температурой, как в 1880 г. (-0,5 °С). В XXI веке самым холодным был октябрь 2002 г., хотя и с положительной температурой (1,4 °С). Но все октябрь последних лет были намного теплее: 8,1 °С (2022 г.), 8,0 °С (2021 г.), 9,1 °С (2020 г.). В 2023 г. резкое падение температуры началось в третьей декаде (0,6 °С), в то время как первая и вторая декада были достаточно тёплыми (8,2 °С и 6,5 °С соответственно). Первая отрицательная температура воздуха отмечена 10 октября (-1,9 °С). Через две недели, 26 октября, зафиксирована первая отрицательная среднесуточная температура (-1,3 °С). Температура держалась холодной до конца месяца. В октябре выпало максимальное количество осадков в этом году – 129 мм. При этом 25 октября выпал снег, высотой всего 1 см, но быстро растаял.

Ноябрь 2023 г. стал холоднее многих других ноябрей второго десятилетия XXI века. Так, среднемесячная температура ноября 2021 г. составила 2,2 °С, в 2020 г. – +3,9 °С. Но всё же в 2023 г. ноябрь оказался с положительной температурой воздуха (0,1 °С). В XXI столетии были ноябри и с отрицательной температурой, таких случаев насчитывается пять (до -2,3 °С в 2002 г.). Резкий переход к зиме начался 16 ноября. Высота снега к концу месяца составила уже 20 см, а сумма осадков – 87 мм.

Декабрь 2023 года попал в категорию «нормальных» или средних (-4,4 °С). При том, что температура в отдельные дни понижалась до -14,2 °С (среднесуточная, 8 декабря) и -17,1 °С (минимальная, в тот же день, 8 декабря).

Годовая температура за 2023 г. составила 7,1 °С, что позволяет считать его тёплым, хотя и не рекордно тёплым. Заметим, что средняя температура на 2,8 °С выше той температуры, которая считалась нормой климата в XX веке, что очень значительно.

В табл. 2 приводятся даты наступления феноэтапов года по календарю природы Ботанического сада БИН во втором десятилетии XXI века в сравнении со среднемноголетними значениями за 30-летие 1980–2009 гг. Даты наступления феноэтапов года подразделены на 3 группы: ранние, идущие с опережением среднемноголетних сроков (Р), «нормальные» или средние (Н) и поздние, наступающие с опозданием от нормы (П), при норме $X = \pm 3m$ (при доверительном уровне $P = 0,99$). В табл. 2 обозначено: ПВ – предвесенье, СТ – снеготаяние, ОВ – оживление весны, РВ – разгар весны, НЛ – начало лета, ПЛ – полное лето, СЛ – спад лета, НО – начало осени, ЗО – золотая осень, ГО – глубокая осень, ПЗ – предзимье, ПРз – первозимье. Цифры при этих указателях обозначают номера феноэтапов года.

Таблица 2

Особенности сезонного развития природы в Ботаническом саду Петра Великого в 2023 году

Феноэтапы года	Ср. дата, $X_{ср. \pm m}$ (1980–2009 гг.)	2019	2020	2021	2022	2023
ПВ	03.03±4,0	8.02 (Р)	09.02 (Р)	24.03 (П)	06.02 (Р)	13.03 (П)
СТ1	15.03±3,0	15.03 (Н)	09.02 (Р)	24.03 (Н)	12.03 (Н)	14.03 (Н)
СТ2	26.03±2,3	24.03 (Н)	22.02 (Р)	27.03 (Н)	22.03 (Н)	21.03 (Н)
ОВ1	03.04±2,4	25.03 (Р)	22.02 (Р)	27.03 (Н)	22.03 (Р)	23.03 (Р)
ОВ2	22.04±1,5	11.04 (Р)	07.04 (Р)	15.04 (Р)	14.04 (Р)	13.04 (Р)
РВ1	02.05±1,3	3 23.04 (Р)	02.05 (Н)	08.05 (П)	06.05 (Н)	25.04 (Р)
РВ2	14.05±1,4	6.05 (Р)	11.05 (Н)	13.05 (Н)	18.05 (Н)	08.05 (Р)
РВ3	24.05±1,2	19.05 (Р)	27.05 (Н)	19.05 (Р)	30.05 (П)	19.05 (Р)
НЛ1	04.06±1,1	27.05 (Р)	04.06 (Н)	30.05 (Р)	11.06 (П)	28.05 (Р)
НЛ2	17.06±1,2	6.06 (Р)	12.06 (Р)	14.06 (Н)	17.06 (Н)	11.06 (Р)
ПЛ1	29.06±1,1	19.06 (Р)	27.06 (Н)	20.06 (Р)	01.07 (Н)	22.06 (Р)
ПЛ2	08.07±1,3	24.06 (Р)	30.06 (Р)	25.06 (Р)	05.07 (Н)	27.06 (Р)
ПЛ3	16.07±1,3	04.07 (Р)	10.07 (Р)	02.07 (Р)	12.07 (Н)	04.07 (Н)
СЛ1	29.07±1,6	14.07 (Р)	15.07 (Р)	19.07 (Р)	26.07 (Н)	16.07 (Р)
СЛ2	11.08±1,2	28.07 (Р)	03.08 (Р)	10.08 (Н)	10.08 (Н)	03.08 (Р)
НО1	29.08±0,9	25.08 (Р)	01.09 (Н)	28.08 (Н)	10.09 (П)	31.08 (Н)
НО2	11.09±1,0	07.09 (Р)	17.09 (П)	14.09 (Н)	16.09 (П)	17.09 (П)
ЗО1	20.09±1,1	20.09 (Н)	23.09 (Н)	19.09 (Н)	19.09 (Н)	30.09 (П)
ЗО2	04.10±0,9	04.10 (Н)	11.10 (П)	02.10 (Н)	07.10 (Н)	16.10 (П)
ГО1	17.10±0,9	20.10 (Н)	23.10 (П)	16.10 (Н)	17.10 (П)	27.10 (П)
ГО2	24.10±1,0	28.10 (П)	03.11 (П)	30.10 (П)	30.10 (П)	05.11 (П)
ПЗ	09.11±2,9	27.12 (П)	02.12 (П)	21.11 (П)	14.11 (Н)	14.11 (Н)
ПРз	19.11±3,5	26.01 (П)	07.12 (П)	27.11 (Н)	18.11 (Н)	16.11 (Н)

Оказывается, что весна в 2023 г. (первый феноэтап подсезона «Снеготаяние») началась 14 марта, что почти совпадает со среднемноголетним значением. За день до этого, 13 марта, произошёл переход максимальной температуры воздуха (подсезон «Предвесенье»). Первое появление сока берёзы повислой (второй этап подсезона «Снеготаяние») отмечено 21 марта, что по срокам является нормой.

Ольха серая запылила 23 марта (начало подсезона «Оживление весны» и наступление вегетационного сезона во всей геосистеме), что считается ранней датой, хотя и не рекордной. Были годы, как в 2020 г., когда ольха зацветала в феврале, но всё же среднемноголетняя дата приходится на апрель. При этом наблюдается интересное явление, что на фоне потепления климата первый и второй феноэтапы подсезона «Снеготаяние» наступают одновременно или почти одновременно. А иногда, и всё чаще, ольха зацветает раньше, чем начинается сокодвижение у берёзы.

В такие же ранние сроки на фоне апрельского всплеска тепла зацвела ива козья (второй феноэтап подсезона «Оживление весны»). И сезонное развитие природы заметно ускорилось. Следующий, первый этап подсезона «Разгар весны» наступил уже 25 апреля на фоне резкого потепления в третьей декаде месяца. Это одна из самых ранних дат за последние годы (до этого её превзошли 2019 год (23 апреля) и 2014 год (22 апреля). При том, что средняя дата приходится на май.

Все последующие этапы, с окончания весны и до завершения лета, тоже оказались в группе «ранних» – то есть 12 феноэтапов подряд, по второй этап подсезона «Спад лета» включительно. Лето наступило 28 мая, при средней дате 4 июня, то есть на 7 суток раньше обычного. А этап ПЛЗ (начало созревания плодов черёмухи обыкновенной), 4 июля, – почти повторил рекордные даты 2 июля (1989 и 2021 гг.) и 3 июля 2018 г. Созревание рябины обыкновенной (второй феноэтап подсезона «Спад лета») отмечено на 8 суток раньше среднемноголетних значений.

Осень наступила в нормальные сроки. Пожелтение берёзы отмечено 31 августа. Но далее все последующие феноэтапы до «Предзимья» и «Начала зимы» оказались в группе поздних на фоне рекордно тёплого сентября (такого не было с 1752 г.). Второй этап подсезона «Начало осени» наступил на 6 суток позже обычного. А следующий, первый этап подсезона «Золотая осень» – на 10 суток, что стало повторением рекорда: 30 сентября в 1997 г. Очередной, второй этап подсезона «Золотая осень» пришёлся на 16 октября 2023 г., на 12 суток позже «нормы», когда в иные былые годы наступал уже подсезон «Глубокая осень». Это всего на одни сутки не дотянуло до рекорда: 17 октября в 1997 и 2015 гг.

Что касается феноэтапов подсезона «Глубокая осень», то первый этап в 2023 г. наступил 27 октября, на 10 суток позже «нормы». Это повторение рекорда аномально тёплого 2007 г. То есть осень 2023 г. характеризуется очень длительным облиствением деревьев, поздним их листопадом. Второй этап этого подсезона наступил 5 ноября, на 12 суток позже среднемноголетних значений. Рекордом за 44 года наблюдений является наступление этого этапа в 2018 г.: 9 ноября. Случаев, когда начало второго этапа подсезона «Глубокая осень» приходится на ноябрь (при средней дате 24 октября), совсем немного. Но во втором десятилетии XXI века таких случаев становится всё больше: это 01.11.2013 г., 02.11.2015 г., 01.11.2016 г., 02.11.2017 г., 09.11.2018 г., 03.11.2020 г. и, наконец, 05.11.2023 г.

Зима очередного 2023/24 г. наступила довольно резко, 16 ноября. За два дня до этого через пороговое значение 0 °С перешла минимальная температура воздуха, и «Предзимье» наступило 14 ноября. Одновременно в тот же день замёрзли пруды. Эта очередная зима оказывается довольно холодной, и температура в январе опускалась ниже –25 °С. При этом можно надеяться, что негативное воздействие отрицательных температур, возможно, компенсируется и смягчится тёплой продолжительной осенью, которая способствовала завершению вегетации и вызреванию побегов, и глубоким снежным покровом.

Как же прореагировали на зиму 2022/2023 г. растения парка-дендрария Ботанического сада Петра Великого? В табл. 3 приводится список погибших древесных растений после зимы 2022/2023 г. В графе 2 приводится номер участка и номер экземпляра на участке (это позволяет легко находить растения в натуре).

В табл. 3 включены растения 21 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), погибли от выпревания, которое связано с корневыми гнилями. Плоский трутовик (*Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat.), от которого погибла липа сердцелистная на участке 122, является одним из наиболее опасных базидиомицетов [10]. Некоторые деревья достигли предельного возраста, стали деревьями угрозы (упали сами или были удалены по решению комиссии по сносу деревьев). В целом обмерзание деревьев и кустарников парка-дендрария Ботанического сада Петра Великого после зимы 2022/2023 г. было слабым (2 балла) или вообще отсутствовало (1 балл).

Абсолютный минимум температуры воздуха в эту зиму 2022/23 г. достиг всего –17,3°, что соответствует 7а зоне по шкале зон зимней устойчивости древесных растений Департамента сельского хозяйства США [11]. Следует заметить, что за последние 5 лет (2019–2023 гг.) средняя из минимальных температур составляет в Санкт-Петербурге –19,3 °С, что соответствует 6 зоне зимней устойчивости древесных растений, более тёплой её подзоне 6b (температурные границы –20,5 до –17,8 °С или –5 до 0 °F). В таких условиях хорошо перезимовала даже *Helwingia chinensis* Batalin. Продолжает расти и развиваться *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl., которая раньше считалась субтропическим растением, непригодным для культуры в открытом грунте.

В 2023 г. впервые созрели шишки *Picea montigena* Mast, *Picea orientalis* (L.) Peterm. и плоды у *Acer longipes* Franch. ex Rehd., а также наблюдалось цветение у *Sorbus caucasica* Zinserl. Ель восточная (*Picea orientalis*) в зарубежных справочниках считается введённой в культуру в 1837 г. [12], однако в каталогах Ботанического сада Петра Великого она отмечается с 1793 г. Именно в это время она была введена в культуру Ботаническим садом БИН [13]. В прошлом этот вид здесь сильно обмерзал и счи-

тался слабозимостойким, но восстанавливался повторно. В последние десятилетия состояние заметно улучшилось. До самых недавних пор ель восточная находилась и отмечалась только в вегетативном состоянии [10]. В коллекции Сада 7 экземпляров. На участке 96, где созрели шишки, имеется 3 дерева одного происхождения, молодые сеянцы в возрасте около 3-4 лет привезены из экспедиции на Северный Кавказ, Тебердинского заповедника, ущелья р. Теберда, в 1981 г. Таким образом, возраст вступления в семеношение около 47 лет. Ель горная (*Picea montigena*) в современной коллекции представлена с 2003 г. И как раз в 2023 г. дерево стало семеносить в возрасте 21 года. До этого она отмечалась в Саду в 1955–1974 гг., но погибла.

Таблица 3

Деревья и кустарники, погибшие в парке-дендрарии БИН РАН после зимы 2022/23 г.

Название растений	Участок, экз.	Примечание
<i>Alangium platanifolium</i> Harms.	122/ 179	Растение погибло от вымерзания.
<i>Calocedrus decurrens</i> (Torr.) Florin	99/ 45	Растение погибло от вымерзания.
<i>Caragana jubata</i> (Pall.) Poir.	101/ 24	Растение погибло, вероятно, от фитофторы.
<i>Cedrus libanii</i> A. Rich.	98/ 35	Растение погибло от вымерзания.
<i>Chamaecytisus ratisbonensis</i> (Schaeff.) Rothm.	130/ 60	Экземпляр погиб от фитофторы, корневая гниль.
<i>Crataegus x media</i> Bechst. 'Rosea Flore Pleno'	133/175	Дерево упало во время сильного снегопада весной, в конце марта 2023 г., была выраженная гниль ствола с дуплистостью, достигло предельного возраста.
<i>Euonymus sieboldianus</i> Blume	58/ 31	Растение удалено как дерево угрозы, гниль ствола, поражение грибами.
<i>Exochorda serratifolia</i> S. Moore	107/ 27	Растение погибло от фитофторы.
<i>Juniperus scopulorum</i> Sarg. 'Skyrocket'	124/24	Внезапное полное усыхание ветвей после зимы 2022/23 г., до этого вид считался зимостойким и выдерживал самые холодные зимы.
<i>Ledum decumbens</i> (Ait.) Lodd. ex Steud.	99/ 44	Растение погибло от выпревания.
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	86/ 64	Растение вымерзло.
<i>Lonicera tolmachevii</i> Pojark.	123/ 67	Растение погибло от фитофторы.
<i>Periploca graeca</i> L.	99/ 43	Растение погибло от вымерзания.
<i>Pyrus ussuriensis</i> Maxim.	130/ 37	Дерево упало весной 2023 г., корневая гниль.
<i>Rhododendron albrechtii</i> Maxim.	133/ 175	У одного экземпляра в куртине из 2 шт. полное усыхание ветвей от фитофторы.
<i>Rhododendron caucasicum</i> Pall.	117/44	Растение погибло от выпревания.
<i>Salix schwerinii</i> E. Wolf	108/17	Растение погибло, вероятно, от фитофторы.
<i>Tilia cordata</i> Mill.	122/21	Дерево упало 28 августа 2023 г., ствол поражён плоским трутовиком (Фирсов и др., 2022). Гниль и разрушение ствола.
<i>Thuja occidentalis</i> L.	96/22	Дерево упало летом 2023 г., корневая гниль.
<i>Viburnum lantana</i> L.	25/7	Растение погибло из-за корневой гнили, фитофторы. Экземпляр удалён в конце зимы 2022/23 г.
<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino	130/100	Внезапное полное усыхание ветвей, очевидно, от фитофторы.

Клён длинноножковый (*Acer longipes*) – крайне редкий вид из Западного Китая. Семена получены в подарок из Пекинского ботанического сада (Китай), всходы 2001 г. На постоянное место на участок 127 парка-дендрария дерево высажено в 2011 г. До 2001 г. растение в Ботаническом саду Петра Великого никогда не отмечалось. Все эти годы здесь находилось в вегетативном состоянии. Таким образом, 2023 г. оказался для него благоприятным, и данный экземпляр заплодоносил в возрасте 23 лет.

Семена рябины кавказской (*Sorbus caucasica*) собраны в сентябре 2011 г. в природе Ставропольского края, окрестности г. Железноводска, гора Бештау, альпийский луг, около 1100 м над уровнем моря. Всходы 2012 г. Растение высажено на постоянное место в парк в 2022 г. Первое цветение в 2023 г. В Саду до 2012 г. этот вид не отмечался. Таким образом, цветение произошло по достижении возраста 11 лет, на 12-м году жизни (осенью плодов не было, растение только цвело).

В 2023 г. найден самосев *Cerasus avium* (L.) Moench на участке 92 (экз. № 56, посаженный в 2016 г., обнаружен 12.05.2023 г. под деревом магнолии кобус), *Tilia americana* L. под маточным деревом на участке 52 (экз. № 6, старое дерево в аллеиной посадке, 05.07.2023 г.) и *Philadelphus subcanus* Koehne на участке 90 (экз. № 14, обнаружен 24.07.2023 г.).

Заключение

Зима 2022/2023 года была по срокам начала и окончания нормальной и сравнительно мягкой. Абсолютный минимум температуры воздуха понизился до $-17,3^{\circ}\text{C}$, далеко не доходя до тех значений, которые наблюдались в прошлом. Обмерзания большинства деревьев и кустарников отсутствовали или не превышали концов годичного прироста побегов. Основной метеорологической особенностью 2023 года в Санкт-Петербурге была аномально жаркая погода второй половины и конца лета, а именно августа. В этом году наблюдался рекордно тёплый сентябрь ($16,4^{\circ}\text{C}$) за весь период непрерывных инструментальных метеорологических наблюдений с 1752 г. Этот год был тёплым: годовая температура $7,1^{\circ}\text{C}$, что на $2,8^{\circ}\text{C}$ выше температуры, которая считалась «нормой климата» в XX веке. Такие метеоаномалии вызвали и значительные фенологические аномалии. Все осенние феноэтапы от второго этапа подсезона «Начало осени» до «Предзимья» наступили в поздние сроки. Дата наступления первого феноэтапа подсезона «Глубокая осень» повторила рекорд прежних лет – 27 октября в 2007 г. (наблюдения ведутся с 1980 г.). Очень поздно, 5 ноября, наступил и второй этап подсезона «Глубокая осень», в сроки, близкие к рекордным. На фоне потепления климата улучшаются репродуктивные способности растений. В 2023 г. впервые отмечено цветение *Sorbus caucasica* и плодоношение *Picea montigena*, *Picea orientalis* и *Acer longipes*. Наблюдается всё большее распространение самосева у разных видов деревьев и кустарников, в том числе у некоторых видов он был обнаружен впервые. При этом расширяется ассортимент древесных растений, перспективных по своей зимостойкости для разведения и более широкой культуры в Санкт-Петербурге и на Северо-Западе России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Булыгин Н.Е. Биологические основы дендрофенологии. Л.: Изд-во ЛТА, 1982. 80 с.
3. Фирсов Г.А., Смирнов Ю.С. Времена года в Ботаническом саду Петра Великого на Аптекарском острове. Санкт-Петербург, 2012. 118 с.
4. 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.
5. Фирсов Г.А., Фадеева И.В. Особенности динамики сезонного развития древесных растений в Ботаническом саду Петра Великого в 2022 году // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о земле. 2023. Т. 33, вып. 1. С. 49–57.
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 древесных 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. Морозобойны и патогенные ксилотрофные грибы в парке-дендрарии Ботанического сада Петра Великого / Фирсов Г.А., Ярмишко В.Т., Змитрович И.В., Бондарцева М.А., Волобуев С.В., Дудка В.А. СПб. Изд-во «Ладога». 2021. 304 с.

11. Фирсов Г.А. К проблеме дендрологического районирования территории Северо-Запада России // Бюлл. Глав. Ботан. сада. 2003. Вып. 185. С. 3–8.
12. Rehder A. Manual of Cultivated Trees and Shrubs Hardy in North America. New York: The MacMillan Company. Second Edition. 1949. 1996 p.
13. Фирсов Г.А., Орлова Л.В. Хвойные в Санкт-Петербурге. Издание второе, расширенное и переработанное. СПб. Изд-во «Дом садовой литературы», 2019. 492 с.

Поступила в редакцию 31.01.2024

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

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

Манцинова Лилия Александровна, наблюдатель Детской фенологической сети Санкт-Петербурга,
воспитатель
ГБДОУ детский сад №113 комбинированного вида Выборгского района Санкт-Петербурга
194362, Россия, г. Санкт-Петербург, Выборгское шоссе, 369, корп. 4
E-mail: mantsinova@bk.ru

G.A. Firsov, I.V. Fadeeva, L.A. Mantsynova

DYNAMICS OF SEASONAL DEVELOPMENT OF WOODY PLANTS AT PETER THE GREAT BOTANIC GARDEN IN 2023: PECULIARITIES AND TENDENCIES

DOI: 10.35634/2412-9518-2024-34-1-23-32

The main meteorological feature of the 2023 year at Saint-Petersburg was very warm September, the record warm for the whole period of uninterrupted instrumental meteorological observations since 1752 - +16,4 °C. The 2023 year temperature was also warm 7,1 °C, this is 2,8 °C warmer than "the norm of the climate" at the XX century. The frost damages at Peter the Great Botanic Garden after 2022/ 23 winter was absent or insignificant. Such meteo-anomalies promoted to phenological anomalies. All autumnal phenostages of local Calendar of Nature since the second stage of sub-season "Beginning of Autumn" till 'Predzimje' (the stage before winter) were observed in late days. The main feature of the second half of this autumn was very late falling of leaves of trees and shrubs. At the base of the warming of the climate the reproductive abilities of plants improve and develop. The flowering of *Sorbus caucasica* Zinserl. was observed in 2023 for the first time, as well as the first fruiting of *Picea montigena* Mast., *Picea orientalis* (L.) Peterm. and *Acer longipes* Franch. ex Rehd. The wider distribution of self-sowing of many woody species have been observing in recent years. The assortment of hardy trees and shrubs promising for arboriculture enlarges.

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

REFERENCES

1. 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 indikacionnoy dendrofenologii. Leningrad, 1980, pp. 2-44. Dep. v VINITI, № 1033-81 Dep. (in Russ.).
2. Bulygin N.E. *Biologicheskie osnovy dendrofenologii* [Biological foundations of dendrophenology], Leningrad: LTA Publ., 1982, 80 p. (in Russ.).
3. Firsov G.A., Smirnov Yu.S. *Vremena goda v Botanicheskom sadu Petra Velikogo na Aptekarskom ostrove* [The seasons in the Botanical Garden of Peter the Great on Aptekarsky Island], St. Petersburg, 2012, 118 p. (in Russ.).
4. Firsov G.A., Fadeeva I.V. *Kalendar' prirody Botanicheskogo sada Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova RAN* [Nature calendar 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. Issue 2*, Moscow: GBS RAN Publ., 2013, pp. 111-125(in Russ.).

5. Firsov G.A., Fadeeva I.V. [Peculiarities of dynamics of seasonal development of woody plants at Peter the Great Botanic Garden in 2022], in *Vestn. Udmurt. Univ. Ser. Biologiya. Nauki o zemle*, 2023, vol. 33, iss. 1, pp. 49-57 (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 gomeostaticeskikh reaktsiy"*, 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 importance 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. botanike*, 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. Firsov G.A., Yarmishko V.T., Zmitrovich I.V., Bondartseva M.A., Volobuev S.V., Dudka V.A. *Morozoboiny i patogennyye ksilotrofnyye griby v parke-dendrarii Botanicheskogo sada Petra Velikogo* [Frost-biting and pathogenic xylo-trophic fungi in the arboretum park of the Peter the Great Botanical Garden. St. Petersburg], St. Petersburg: "Ladoga" Publ., 2021, 304 p. (in Russ.).
11. Firsov G.A. *K probleme dendrologicheskogo rayonirovaniya territorii Severo-Zapada Rossii* [On the problem of dendrological zoning of the territory of the North-West of Russia], in *Byul. Glav. Botan. Sada*, 2003, iss. 185, pp. 3-8 (in Russ.).
12. Rehder A. *Manual of Cultivated Trees and Shrubs Hardy in North America*. New York: The MacMillan Company. Second Edition, 1949, 1996 p.
13. Firsov G.A., Orlova L.V. *Khvoynyye v Sankt-Peterburge* [Conifers in St. Petersburg], 2nd ed., St. Petersburg: "Dom sadovoy literatury", 2019, 492 p. (in Russ.).

Received 31.01.2024

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

Mantsynova L.A., observer of the Children's Phenological Network of St. Petersburg, educator

Kindergarten No. 113 of the combined type of the Vyborgsky district of St. Petersburg

Vyborg highway, 369/4, Saint Petersburg, Russia, 194362

E-mail: mantsynova@bk.ru