



HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

17 / 2022

HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

17 / 2022

ISSN 1994-3849

Эл № ФС 77-33059 от 11.09.2008

Главный редактор

А. А. Прохоров

Редакционный совет

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

Редакционная коллегия

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

Редакция

Е. А. Платонова
С. М. Кузьменкова
А. Г. Марахтанов

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Анохина, 20, каб. 408.

E-mail: hortbot@gmail.com

<http://hb.karelia.ru>

© 2001 - 2022 А. А. Прохоров

На обложке:

Драконовы деревья в ботаническом саду 'Vieta-i-Klaviho', о-в Гран Канария (фото А. Прохорова, 15.12.2011)

Разработка и техническая поддержка

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

Петрозаводск

2022

Древесные растения и динамика поздневесенних и раннеосенних заморозков в Санкт-Петербурге

ФИРСОВ
Геннадий Афанасьевич

*Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН,
ул. Профессора Попова, 2, Санкт-Петербург, 197376, Россия
gennady_firsov@mail.ru*

Ключевые слова:

наука, древесные растения, заморозки, ботанический сад, Санкт-Петербург

Аннотация:

В условиях потепления климата продолжительность периода от последнего весеннего заморозка до первого осеннего в Санкт-Петербурге по сравнению с серединой XX в. увеличилась на 18 дней, со 156 до 174 суток. В начале XXI в. этот фенолаг продолжает возрастать. В 2000-2021 гг. по сравнению с периодом 1980-2000 г. увеличение безморозного периода составляет 10 суток. Весенние заморозки оканчиваются, начиная со второго феноэтапа подсезона "Снеготаяние" и по второй этап "Разгара весны", большинство случаев приходится на подсезон "Оживление весны". Осенние заморозки могут начинаться с первого этапа подсезона "Золотая осень" и до "Предзимья", чаще всего - в подсезон "Глубокой осени". В середине XX в. в период, считавшийся "нормой современного климата", были подведены основные итоги интродукции, изданы "Деревья и кустарники СССР" (1949-1962), на многие годы вперёд определены возможности культуры древесных растений в России и в СССР. Очевидно, что данные об уровнях адаптированности древесных интродуцентов нуждаются в ревизии. В условиях современного климата заморозки не оказывают такого негативного воздействия на деревья и кустарники, как прежде, однако, полностью их влияния нельзя исключать.

Получена: 24 марта 2022 года

Подписана к печати: 25 августа 2022 года

*

Под заморозком понимается кратковременное понижение температуры воздуха ниже 0 °С при преобладании положительных температур (Швер и др., 1982). Заморозки – это явление, когда при положительной среднесуточной температуре воздуха наблюдается понижение её, обычно утром или ночью, до отрицательных значений (Мелешко и др., 2010). "Заморозки относятся к числу опасных явлений погоды, если они наступают весной в период вегетации. Они возникают в результате вторжения волн холода с севера и северо-востока. К тому же резкое похолодание усиливается ночью вследствие значительных теплотерь излучением при ясном небе и слабых ветрах или полном затишьи" (Швер и др., 1982, с. 81). При этом различают заморозки в воздухе и на поверхности почвы. Большой вред, наносимый поздневесенними и раннеосенними заморозками (особенно сельскому, лесному и садово-парковому хозяйству) хорошо известен. Например, от заморозка до -3 °С,

наблюдавшегося в Санкт-Петербурге в ночь на 3-е июня 1975 г. и до $-5...-6$ °С за городом, погибли молодые побеги рано и даже поздно распускающихся форм ели, берёзы и осины. Обмёрз весенний прирост побегов таких деревьев местной флоры, как *Acer platanoides* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Fraxinus excelsior* L., *Quercus robur* L. В дендрарии Лесотехнического университета (ЛТУ) от этого заморозка погибли молодые побеги у нескольких сотен видов древесных интродуцентов, в том числе у *Larix decidua* Mill., *Larix kaempferi* (Lamb.) Carr., *Larix sibirica* Ledeb., *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco. От этого же заморозка в том же году в массе вымерзли молодые побеги и цветки у различных видов и сортов яблони, груши, сливы, смородины и крыжовника во многих районах Ленинградской области. А от заморозка на почве 8 июня 1975 г. на интродукционном питомнике ботанического сада ЛТУ погибли всходы и молодые растения десятков видов древесных экзотов - пихты, сосны, лжетсуги, багрянника, дуба, бука, рододендронов (по наблюдениям Н. Е. Булыгина). Ещё ранее неблагоприятное воздействие заморозка 25 мая 1925 г., когда температура опустилась до $-2,5$ °С на хвойные растения отметил П. Л. Богданов (1927), проводивший исследования о результатах акклиматизации иноземных пород в бывшем Помологическом саду Регеля и Кессельринга на Выборгской стороне. В этой работе он делает важный и не потерявший до сих пор своего значения вывод (с. 440): "Для дальнейшего более глубокого и детального изучения иноземных пород необходимо прежде всего организовать над ними систематические фенологические наблюдения, которые дадут возможность точно выяснить, в какое время вегетационного периода начинается и заканчивается рост различных пород, как влияют различные климатические факторы на их рост и т.п. Но это должно сопровождаться специально организованными микроклиматическими наблюдениями". При этом воздействие заморозков заметно возрастает в загородной среде. Как, например, это показывает опыт культуры экзотов в научно-опытной станции "Отрадное" Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН в Приозерском районе Ленинградской области (Связева и др., 2011).

Очевидно, что в прошлом заморозки причиняли растениям ещё больший вред чем сейчас, в условиях потепления климата. Самой суровой зиме XX века в Санкт-Петербурге, 1941/42 г., предшествовало очень короткое лето. В рекордно ранние сроки (11 октября) начался переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С: по существу, за резко оборвавшимся вторым феноэтапом «Золотой осени» сразу началась зима. В XVIII-XIX веках наблюдались не менее сильные аномалии. В сентябре 1763 г. Юхан Фальк добирался до России морем из Стокгольма и чуть не погиб во время шторма. Вспоминая об этом, он писал в своих письмах Карлу Линнею: «После того, как мы от 19 сентября и до 1 Октября испытали все неприятности, какие может заключать в себе осенняя поездка по Балтийскому морю, в форме непостоянного ветра, сильных бурь, снега, града, дождя и мороза попеременно, мы уже полагали, что теперь находимся в безопасности от этого, когда бросили якорь в Нарвском рейде... но свирепый шторм с тьмой бросил нас на песчаные рифы, где судно разбилось, дало течь... Каждое мгновение здесь в глаза глядели ужас, отчаяние и смерть....Моя шляпа и шпага, которые я купил в день отъезда из Стокгольма, также были унесены волной, перекатившейся через лодку, когда мы вытаскивали вещи, лежавшие в каюте. Таким образом и мне попало; но благодарение богу, я вышел живым из такой ужасной опасности! Никогда в жизни я больше не поеду по морю» (Липский, 1913, с. 168). Из этого письма видно, что вегетационный сезон северо-западного региона Российской Империи тогда был заметно короче. В сентябре Фальком отмечается снег, град и мороз.

Н. Е. Булыгин (1987, с. 7) выделил отдельный балл обмерзания в своей восьмибалльной шкале повреждаемости древесных растений отрицательной температурой, учитывающий не только зимние морозы, но и заморозки: "...II - растения зимуют без повреждений морозами, но в вегетирующем состоянии могут повреждаться поздневесенними, летними и раннеосенними заморозками (необходимо отмечать, какие органы и в какие периоды повреждены)". Устойчивость растений разная в периоды вегетации и покоя. Когда начинаются ростовые процессы, растения становятся очень чувствительными даже к

небольшим морозам при возврате холодов. Ещё Э. Л. Вольф (1915, с. 451) писал: «В садоводственной и лесоводственной литературе нет недостатка в указаниях на то, что весной после ряда теплых, в особенности солнечных дней способность растений противостоять действию мороза чрезвычайно быстро падает, и, если после такой оттепели вновь возвращаются хотя бы и не особенно сильные морозы, то они производят несравненно более жестокие опустошения, чем самые суровые зимние морозы». Тем не менее, влияние заморозков на древесные растения до сих пор изучено ещё слабо и в литературе мало отражено. Имеющиеся сведения о времени наступления последних весенних и первых осенних заморозков, как правило, не отражают современных изменений климата. Они нуждаются в обработке и обобщении. Это и послужило основанием для подготовки данного сообщения. Его фактическую основу составляют данные дендробиологического мониторинга в Ботаническом саду Петра Великого в Санкт-Петербурге с 1980 г. по 2021 гг.

Принятые сокращения:

БИН - Ботанический сад Петра Великого Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН;

ЛТУ - Ботанический сад Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета.

**

Материалом для исследования служили древесно-кустарниковые растения коллекции Ботанического сада Петра Великого Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН (БИН) на Аптекарском острове в Санкт-Петербурге. Оценка обмерзания проводилась по шкале П. И. Лапина (1967). Фенологические наблюдения проводились по методике Н. Е. Булыгина (1979). Фенологическая периодизация года принята по Н. Е. Булыгину (1982). Используются данные метеостанции "Санкт-Петербург" Федерального государственного бюджетного учреждения "Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды" (ФБГУ "Северо-Западное УГМС"). Дендробиологический мониторинг заключается в наблюдениях по программе территориально-феноиндикационной системы (ТФС) календаря природы Ладого-Ильменского дендрофлористического района. Наблюдения ведутся с 1980 г. и состоят в ежегодном учёте дат наступления определённых фенофаз у древесных растений-феноиндикаторов наступления сезонов, подсезонов и феноэтапов года. Каждому из этих подразделений года свойственно специфическое состояние объектов живой и неживой природы и особое их взаимодействие.

Обсуждение результатов

В таблице 1 приводятся даты последних весенних и первых осенних заморозков в воздухе по данным метеостанции "Санкт-Петербург" за 42-летний период 1980-2021 гг. Приводятся календарная дата и фенологический этап года, на котором отмечается это явление, а также минимальная температура воздуха в этот день. В графе 8 показан фенолаг, временной интервал между датой последнего весеннего заморозка и первого осеннего заморозка. Обозначения феноэтапов года: СТ2 - второй этап подсезона "Снеготаяние", ОВ1 - первый этап подсезона "Оживление весны", ОВ2 - второй этап "Оживления весны", РВ1 - первый этап подсезона "Разгар весны", ЗО1 - первый этап подсезона "Золотая осень", ЗО2 - второй этап "Золотой осени", ГО1 - первый этап подсезона "Глубокая осень", ГО2 - второй этап "Глубокой осени", ПЗ - "Предзимье".

Таблица 1. Даты последнего весеннего и первого осеннего заморозков в воздухе в Санкт-Петербурге (1980-2021 гг.)

Table 1. Dates of late spring and early autumn frosts at Saint-Petersburg (1980-2021)

| Год | Последний весенний заморозок | | | Первый осенний заморозок | | | Фенолаг, сутки |
|------|------------------------------|---------------|-------|--------------------------|-----------|-------|-------------------|
| | Дата | Фено- этап | T, °C | Дата | Фено-этап | T, °C | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1980 | 22 мая | PВ1 | -1,2 | 24 октября | ПЗ | -2,2 | 155 |
| 1981 | 1 мая | ОВ1 | -0,6 | 3 ноября | ПЗ | -3,3 | 186 |
| 1982 | 23 апреля | ОВ1 | -0,4 | 11 октября | ЗО2 | -2,4 | 171 |
| 1983 | 17 апреля | ОВ2 | -2,0 | 3 октября | ЗО1 | -2,2 | 169 |
| 1984 | 27 апреля | ОВ2 | -1,0 | 15 октября | ГО1 | -0,4 | 171 |
| 1985 | 22 мая | PВ1 | -0,3 | 18 октября | ЗО2 | -2,1 | 149 |
| 1986 | 18 апреля | ОВ1 | -3,3 | 25 сентября | ЗО1 | -0,1 | 160 |
| 1987 | 28 апреля | ОВ2 | -0,3 | 21 октября | ГО2 | -0,3 | 176 |
| 1988 | 27 апреля | ОВ1 | -3,5 | 20 октября | ГО1 | -0,8 | 176 |
| 1989 | 6 апреля | ОВ1 | -1,9 | 19 октября | ГО1 | -1,0 | 196 |
| 1990 | 12 мая | PВ2 | -0,2 | 3 октября | ЗО2 | -1,7 | 144 |
| 1991 | 25 апреля | ОВ2 | -0,4 | 25 октября | ГО2 | -1,8 | 183 |
| 1992 | 25 апреля | ОВ2 | -1,0 | 11 октября | ПЗ | -1,5 | 169 |
| 1993 | 21 апреля | ОВ1 | -4,5 | 20 сентября | ЗО1 | -1,6 | 152 |
| 1994 | 20 апреля | ОВ1 | -0,8 | 16 октября | ГО1 | -0,2 | 179 |
| 1995 | 11 мая | PВ1 | -0,9 | 22 октября | ГО2 | -1,5 | 164 |
| 1996 | 25 апреля | ОВ1 | -2,8 | 15 октября | ЗО2 | -1,0 | 173 |
| 1997 | 26 апреля | ОВ1 | -0,5 | 4 октября | ЗО1 | -0,5 | 161 |
| 1998 | 16 апреля | СТ2 | -3,1 | 6 октября | ЗО1 | -1,6 | 173 |
| 1999 | 14 мая | PВ2 | -1,3 | 24 октября | ГО1 | -1,4 | 163 |
| 2000 | 13 мая | PВ2 | -0,1 | 29 октября | ГО2 | -0,5 | 169 |
| 2001 | 15 апреля | ОВ1 | -0,1 | 21 октября | ГО1 | -0,5 | 189 |
| 2002 | 19 апреля | ОВ2 | -1,0 | 4 октября | ЗО2 | -0,7 | 168 |
| 2003 | 27 апреля | ОВ2 | -3,8 | 19 октября | ГО1 | -2,6 | 175 |
| 2004 | 13 мая | PВ2 | -0,6 | 10 октября | ЗО2 | -0,2 | 150 |
| 2005 | 26 апреля | ОВ2 | -0,5 | 25 октября | ГО2 | -2,6 | 182 |
| 2006 | 24 апреля | ОВ1 | -0,8 | 29 октября | ГО1 | -1,8 | 188 |
| 2007 | 1 мая | PВ1 | -1,3 | 4 ноября | ПЗ | -1,5 | 187 |
| 2008 | 20 апреля | ОВ2 | -0,5 | 7 ноября | ПЗ | -1,5 | 201 |
| 2009 | 22 апреля | ОВ1 | -1,5 | 29 октября | ГО1 | -0,5 | 190 |
| 2010 | 20 апреля | ОВ2 | -0,6 | 13 октября | ЗО2 | -1,0 | 176 |
| 2011 | 20 апреля | ОВ1 | -0,7 | 15 октября | ЗО2 | -0,8 | 178 |
| 2012 | 19 апреля | ОВ1 | -1,2 | 26 октября | ГО1 | -1,2 | 190 |
| 2013 | 29 апреля | ОВ2 | -0,5 | 14 октября | ГО1 | -0,2 | 168 |

| | | | | | | | |
|------|-----------|-----|------|------------|-----|------|-----|
| 2014 | 10 апреля | OB1 | -2,4 | 17 октября | 3O2 | -1,6 | 190 |
| 2015 | 19 апреля | OB2 | -1,2 | 7 октября | 3O1 | -0,2 | 171 |
| 2016 | 12 апреля | OB2 | -0,5 | 19 октября | ГО1 | -0,4 | 190 |
| 2017 | 12 мая | OB2 | -0,3 | 21 октября | ГО1 | -0,3 | 162 |
| 2018 | 23 апреля | OB2 | -1,6 | 8 октября | 3O2 | -0,5 | 168 |
| 2019 | 14 апреля | OB2 | -1,3 | 6 октября | 3O2 | -2,0 | 175 |
| 2020 | 25 апреля | OB2 | -1,0 | 21 октября | 3O2 | -0,9 | 179 |
| 2021 | 30 апреля | OB2 | -0,1 | 19 октября | ГО1 | -0,7 | 172 |

В условиях климата второй половины XX в., который тогда считался «нормой современного климата», устойчивый тёплый период с положительными температурами начинался обычно в мае. «В Ленинграде он продолжается в среднем 156 дней, от последнего заморозка 5 мая ... до первого заморозка 9 октября...» (Швер и др., 1982, с. 78—79). При этом колебания безморозного периода составляли от всего лишь 113 дней в 1968 г. до 191 дня в 1964 г. Таким образом, в настоящее время продолжительность безморозного периода по сравнению с данными "Климата Ленинграда" (Швер и др., 1982) увеличилась на 18 суток и составила 174 дня.

По сравнению с данными, приводимыми В. П. Мелешко и др. (2010) безморозный период за период, анализируемый в настоящей статье, увеличился на 14 суток. В. П. Мелешко с соавторами (2010, с. 66—67) отмечают: «За период с 1881 по 2010 г. осенние заморозки в Санкт-Петербурге наступают в среднем в конце сентября – начале октября, а весенние прекращаются в центральной застроенной части города в конце апреля – начале мая. Безморозный период в среднем продолжается 160 дней – с 3 мая по 10 октября. Однако колебания дат прекращения заморозков в отдельные годы велики. Например, в 1989 г. безморозный период наступил уже 6 апреля, а в 1918 г. последний заморозок наблюдался ночью 28 мая. В больших пределах также колеблются и даты наступления осенних заморозков. Так, в 1944 г. первый заморозок отмечен 15 сентября, а в 1917 г., когда осень была теплая и поздняя, - только 17 ноября». За тот период времени, 1881-2010 гг., самый поздний весенний заморозок зарегистрирован в городе 28 мая 1918 г., а самый ранний осенний – 15 сентября 1944 г.

По данным таблицы 1, за период 1980-2021 гг. из весенних заморозков самое раннее их окончание отмечалось 6 апреля 1989 г. - год, когда началось заметное потепление климата Санкт-Петербурга (Фирсов, 2014; Фирсов, Волчанская, 2021). А самое позднее - дважды, 22 мая 1980 и 1985 г. Большинство случаев приходится на апрель - 32, на май - 10 таких случаев. В июне заморозков уже нет - хотя раньше в этом месяце они случались. Так, в Ботаническом саду БИН в 1970-х гг. по инструкции горшки с рассадой не выносились из оранжереи в открытый грунт раньше 7 июня (устное сообщение В. И. Корженевского).

Самый ранний осенний заморозок за этот период времени зафиксирован 20 сентября 1993 г., а самый поздний осенний – 7 ноября 2008 г. Самый короткий безморозный период – 144 дня в 1990 г. (продолжительность увеличилась более чем на месяц по сравнению с прежним рекордным значением в 1968 г.) А самый длительный рекорд 1989 г. также был позже превзойдён – 201 день в 2008 г. В октябре бывает подавляющее большинство таких случаев - 37, в сентябре - 2 случая, и в ноябре - три.

Даты заморозков приходятся на разные феноэтапы года. Весенние заморозки оканчиваются на этапах СТ2 (очень редкий случай в 1998 г.) – и до второго этапа "Разгара весны" включительно. Абсолютное большинство случаев (33 или 79 %) приходится на подсезон "Оживление весны", от зацветания ольхи серой до начала облиствения берёзы повислой (*Betula pendula* Roth). При этом 18 случаев имеет место на втором этапе

"Оживления весны" (OB2), после зацветания *Salix caprea* L. и 15 таких случаев - до зацветания ивы козьей (OB1). Именно этот, первый этап OB1, который символизирует зацветание мужских серёжек *Alnus incana* (L.) Moench, является началом вегетационного сезона в геосистеме (Фирсов, Фадеева, 2013). Наиболее опасны самые поздние заморозки, когда начинается массовое распускание почек, развёртывание листьев и цветение многих видов деревьев и кустарников. Таких случаев, на втором феноэстапе подсезона "Разгар весны", после зацветания черёмухи обыкновенной (*Padus avium* Mill.), насчитывается 4 случая (10 %). По мнению Н. Е. Булыгина (1980), окончание заморозков в Санкт-Петербурге могло завершаться и в подсезоне "Разгара весны" и в "Перволетье". Сейчас заморозков на третьем феноэстапе "Разгара весны" и первом этапе "Начала лета" не отмечается. Осенние заморозки начинаются с первого этапа "Золотой осени" и до "Предзимья". На подсезон "Глубокой осени" приходится 19 случаев, при этом 14 случаев - на первый её феноэтап, связанный с полным опадением листьев у берёзы, липы мелколистной, ольхи серой и чёрной (Булыгин, 1982). На подсезон "Золотой осени" - 18 случаев, при этом 12 из них случаются на втором этапе этого подсезона. На подсезон "Предзимья" приходится 5 случаев (12 %) - это означает, что осень в текущем году была без заморозков почти до начала зимы. В подсезоне "Начало осени" (по календарным срокам чаще всего это конец августа - первая декада сентября) заморозки в воздухе отсутствуют.

Если мы сравним даты наступления заморозков в XX веке (период в 21 год за 1980-2000 гг.) и за такой же период в XXI веке (2001-2021 гг.), то оказывается, что средняя дата окончания весенних заморозков в XX в. - 29 апреля. И соответственно, в первые два десятилетия XXI в. - 23 апреля. То есть, изменение на 6 сут. в сторону более раннего их окончания. Соответственно, осенью изменение с 15 октября до 19 октября - то есть, удлинение на 4 сут. Общее удлинение безморозного периода за эти две группы лет - на 10 сут.

Мы можем также сравнить за этот же период времени (1980-2021 гг.) даты последней отрицательной среднесуточной температуры воздуха в Санкт-Петербурге весной и первой отрицательной среднесуточной температуры осенью. Большинство таких случаев весной приходится на апрель: 27 случаев из 42 (и ни одного - на май). Самая поздняя дата - 26 апреля 1988 г. Самая ранняя дата - 20 марта 2014 г.: то есть, начиная с 21 марта среднесуточная температура воздуха была только положительной. Осенью самая ранняя дата - 14 октября 2002 г., самая поздняя - 29 ноября 2021 г. (ни одного случая в декабре), при среднем значении 31 октября. Фенолаг между двумя этими датами колеблется от 171 сут. в 1992 г. до 243 сут. в 2020 г. при среднем значении 209 сут. Это означает, что в среднем 57 % года в Санкт-Петербурге - с положительной среднесуточной температурой воздуха. Если мы сравним даты наступления в конце XX в. (1980-2000 гг.) и в первые два десятилетия XXI в. (2001-2021 гг.), то оказывается, что в 1980-2000 гг. дата последней отрицательной температуры была 10 апреля, а сейчас сместилась на 6 сут. раньше, на 4 апреля. И наоборот, осенью эта дата сместилась с 31 октября на 4 ноября, то есть, отодвинулась на 4 сут. А всего за сезон - изменение на такой же период 10 суток. То есть, безморозный и вегетационный сезон увеличиваются.

Сроки наступления заморозков имеют большое значение для представителей интродуцированной и природной дендрофлоры Санкт-Петербурга. Большое число листопадных видов, особенно теплолюбивых и южного происхождения в Санкт-Петербурге оканчивают вегетацию вынужденно - их листья уходят в зиму зелёными и побиваются морозами. Так например, в 2016 г. первые заморозки наступили 19 октября (-0,4 °C), вскоре после этого, 2 ноября, отмечено замерзание прудов (индикатор "Предзимья"), при этом среднесуточная температура воздуха перешла к отрицательным значениям, образовался снежный покров (индикаторы "Начала зимы"). В парке БИН не успели закончить вегетацию такие деревья и кустарники, как *Acer saccharinum* L., *Acer longipes* Franch. ex Rehd., *Quercus castaneifolia* C. A. Mey., *Robinia pseudoacacia* L. и многие другие. Для целого ряда видов это

повторяется регулярно.

При этом разные виды древесных растений проявляют разную устойчивость к заморозкам. Так, у представителей рода виноград (*Vitis*) листья повреждаются даже самыми слабыми первыми осенними заморозками (*Vitis amurensis* Rupr., *V. riparia* Michx. и др.). В то же время у других видов, как *Acer platanooides* L., повреждения незаметны и при более сильных значениях отрицательной температуры воздуха. Реакция растений может быть разной. У одних видов после первых морозов листья буреют и сморщиваются, у других засыхают и могут оставаться на дереве большую часть зимы. У высоко адаптировавшихся зимостойких видов формируется отделительный слой листовой пластинки и они быстро опадают целиком. В большинстве случаев это сопровождается изменением осенней окраски листовой пластинки. Но у некоторых видов (*Fraxinus excelsior* L., *Populus balsamifera* L. и др.) листья опадают и зелёными или частично побуревшими, без полного пожелтения.

В случае раннего наступления осенних заморозков у древесных растений могут повреждаться длительно растущие побеги, которые не успевают одревеснеть и подготовиться к зиме. И, соответственно, потом повреждаются морозами, что наглядно проявляется весной. Как писал садовник Императорского Лесного института в Санкт-Петербурге Э. Л. Вольф (1915, с. 446) ещё более ста лет тому назад: «Во многих случаях не зимний мороз сам по себе является причиной отмирания *нежного* растения после лютой зимы. Он часто только как последнее звено заканчивает цепь неблагоприятных обстоятельств и наносит смертельный удар ослабленной ими жизни растения».

Весенние заморозки имеют значение для растений в случае возврата холодов, после периода тепла, когда уже начинаются ростовые процессы. Известны такие виды как, например, *Picea jezoensis* (Siebold et Zucc.) Carr., рано начинающие вегетацию, чувствительные к поздним весенним заморозкам - такая их биологическая особенность указывается в дендрологической литературе, различных справочниках (Вольф, 1929; Фирсов, Орлова, 2019 и др.). Весенние заморозки могут сказываться на репродуктивной сфере растений. Они обуславливают эпизодичность плодоношения некоторых видов, как например, у клёна серебристого (Булыгин, Фирсов, 1985). У некоторых видов, как у рододендронов с длительными и поздними сроками созревания семян, в случае раннего наступления морозов, могут не вызреть семена.

Продолжительность периода от последнего весеннего заморозка до первого осеннего в Санкт-Петербурге за 42-летний период 1980-2021 гг. по сравнению с серединой XX в., увеличилась на 18 дней, со 156 до 174 суток. В начале XXI в., 2000-2021 гг., по сравнению с периодом 1980-2000 г., увеличение безморозного периода составляет 10 суток. Весенние заморозки оканчиваются, начиная со второго фазового подсезона "Снеготаяние" по второй этап "Разгара весны", большинство случаев приходится на подсезон "Оживление весны". Случаев заморозков на третьем этапе "Разгара весны" и первом этапе "Начала лета", как это ранее отмечалось в литературе, не наблюдается.

Осенние заморозки могут начинаться с первого этапа подсезона "Золотая осень" и (в более редких случаях) до "Предзимья", чаще всего - в подсезон "Глубокой осени", особенно на её первом фазовом этапе, индикатором которого является опадение листьев берёзы повислой и липы мелколистной.

В середине XX в. были подведены основные итоги интродукции древесных растений, изданы "Деревья и кустарники СССР" (1949-1962), на многие годы вперёд определены возможности их культуры в России и в СССР. Очевидно, что данные об уровнях адаптированности древесных интродуцентов нуждаются в переосмыслении и ревизии.

В прошлом известны многие примеры негативного воздействия заморозков на растения. В последние годы сроки заморозков отодвигаются, и безморозный период увеличивается. В условиях современного климата заморозки не оказывают такого негативного воздействия на деревья и кустарники, как прежде, однако, их влияния нельзя исключать. Они по-прежнему играют важную роль для древесных растений, хотя и не такую как прежде.

Работа выполнена в рамках госзадания по плановой теме «Коллекции живых растений Ботанического института им. В. Л. Комарова (история, современное состояние, перспективы использования)», номер темы 122011900031-0.

Литература

Богданов П. Л. Результаты акклиматизации некоторых хвойных пород в акклиматизационном питомнике Главного ботанического сада в Ленинграде // Изв. Глав. ботан. сада СССР. 1927. Т. 26. Вып. 5. С. 423—443.

Булыгин Н. Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями. Л., 1979. 97 с.

Булыгин Н. Е. Сезонно-ритмическая структура годового цикла развития ландшафта, принципы её индикации и прогностическое значение // Моделирование и прогнозирование в индикационной дендрофенологии. Л., 1980. С. 2—44. Деп. в ВИНТИ, 1033-81.

Булыгин Н. Е. Биологические основы дендрофенологии. Л., 1982. 80 с.

Булыгин Н. Е. Дендрология. Л., 1987. 48 с.

Вольф Э. Л. Декоративные кустарники и деревья. Их выбор и культура в разных полосах России. Петроград, 1915. 461 с.

Вольф Э. Л. Парк и арборетум Лесного института // Известия Ленингр. лесного ин-та. 1929. Вып. 37. С. 235—268.

Деревья и кустарники СССР. Т. 1—6. М., Л. 1949—1962.

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

Липский В. И. Исторический очерк Императорского С.-Петербургского ботанического сада // Императорский С.-Петербургский ботанический сад за 200 лет его существования (1713-1913). Ч. 1. СПб., 1913. 412 с.

Мелешко В. П., Мещерская А. В., Хлебникова Е. И. (ред.). Климат Санкт-Петербурга и его изменения. СПб., 2010. 256 с.

Связева О. А., Лукс Ю. А., Латманизова Т. М. Интродукционный питомник Ботанического института им. В. Л. Комарова на северо-востоке Карельского перешейка (Ленинградская область). СПб., 2011. 343 с.

Булыгин Н. Е., Фирсов Г. А. Клен серебристый в Ленинграде и перспективы его использования в озеленении на Северо-Западе РСФСР. Л., 1985. 31 с. Деп. в ВИНТИ, № 6296-85.

Фирсов Г. А., Фадеева И. В. Календарь природы Ботанического сада Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН // Древесные растения: фундаментальные и прикладные исследования. 2013. Вып. 2. С. 111—125.

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

Фирсов Г. А., Орлова Л. В. Хвойные в Санкт-Петербурге. Издание второе, расширенное и переработанное. СПб., 2019. 492 с.

Фирсов Г. А., Волчанская А. В. Древесные растения в условиях климатических изменений в Санкт-Петербурге. М., 2021. 128 с.

Швер Ц. А., Алтыкис Е. В., Евтеева Л. С. (ред.). Климат Ленинграда. Л., 1982. 252 с.

Woody plants and dynamics of late spring and early autumn frosts at Saint-Petersburg

**FIRSOV
Gennady**

Komarov Botanical Institute of the RAS,
Professor Popov Street, 2, St. Petersburg, 197376, Russia
gennady_firsov@mail.ru

Key words:
science, woody plants, frosts,
botanic garden, Saint-Petersburg

Summary: Nowadays in the conditions of climate warming the duration between the last spring frosts and the first autumn frosts at Saint-Petersburg comparing with the middle of the XX century has enlarged for 18 days, from 156 till 174 days. At the beginning of the XXI this phenological interval continues to extend. In 1980-2000 comparing with 2001-2021 it has enlarged on 10 days. The spring frosts finish, beginning with the second phenostage of subseason "Thawing of Snow" till the second stage of subseason "Height of Spring", with prevalence in subseason "Reviving of Spring". The first autumn frosts may begin from the first stage of subseason "Golden Autumn" till "Before Winter", and more often in subseason "Deep Autumn". In the middle of XX century, at period which was named "the norm of the modern climate", the main results of arboriculture in the country were analyzed, the fundamental edition "Trees and shrubs of the USSR" (1949-1962) was published. And the possibilities of future culture of many exotic species of trees and shrubs were clarified for many years ahead. Apparently, the former data on levels of adaptation of woody plants need to be revised. In conditions of the modern climate late spring frosts and early autumn frosts does not show such negative influence on trees and shrubs as earlier. Nevertheless its influence should not be excluded.

Is received: 24 march 2022 year

Is passed for the press: 25 august 2022 year

References

- Bogdanov P. L. Results of acclimatization of some conifers at acclimating nursery of Main Botanic Garden at Leningrad// *Izv. Glav. botan. sada SSSR*. 1927. V. 26. Vyp. 5. P. 423—443.
- Bulygin N. E. Biological bases of dendrophenology. L., 1982. 80 p.
- Bulygin N. E. Dendrology. L., 1987. 48 p.
- Bulygin N. E. Phenological observations on woody plants. L., 1979. 97 p.
- Bulygin N. E. Seasonal-rhythmical structure of annual circle of landscape development, principles of its indication and prognostic significance// *Modelirovanie i prognozirovanie v indikatsionnoj dendrofenologii*. L., 1980. P. 2—44. Dep. v VINITI, 1033-81.
- Bulygin N. E., Firsov G. A. Silver maple at Leningrad and prospects of its usage in city planting at the North-Western Russia. L., 1985. 31 p. Dep. v VINITI, No. 6296-85.
- Firsov G. A. Woody plants of Peter the Great Botanic Garden (XVIII-XXI centuries) and climate of Saint-Petersburg// *Botanika: istoriya, teoriya, praktika (k 300-letiyu osnovaniya Botanicheskogo instituta im. V. L. Komarova Rossijskoj akademii nauk)*: tr. mezhd. nautch. konf. SPb. 2014. C. 208—215.
- Firsov G. A., Fadeeva I. V. Calendar of nature of Botanic Garden of the V. L. Komarov Botanical

Institute RAS// Drevesnye rasteniya: fundamentalnye i prikladnye issledovaniya. 2013. Vyp. 2. С. 111—125.

Firsov G. A., Orlova L. V. Conifers at Saint-Petersburg. Izdanie vtoroje, rasshirenoje i pererabotannoje. SPb., 2019. 492 p.

Firsov G. A., Voltchanskaja A. V. Woody plants in conditions of climate changes at Saint-Petersburg. M., 2021. 128 p.

Lapin P. I. Seasonal rhythm of development of woody plants and its significance for arboriculture// Byul. Glav. botan. sada. 1967. Vyp. 65. P. 13—18.

Lipskij V. I., Imperatorskago S. Historical review of Imperial S.-Petersburg Botanic Garden// Imperatorskij S, Peterburgskij botanicheskij sad za 200 let ego sutshestvovaniya (1713-1913). Tch. 1. SPb., 1913. 412 p.

Meleshko V. P., Metsherskaja A. V., Khlebnikova E. I. Climate of Saint-Petersburg and its changes. SPb., 2010. 256 p.

Shver Ts. A., Altykis E. V., Evteeva L. S. Climate of Leningrad. L., 1982. 252 p.

Svyazeva O. A., Luks Yu. A., Latmanizova T. M. Introductory nursery of V. L. Komarov Botanical Institute at the north-east of the Karel Isthmus (Leningrad region. SPb., 2011. 343 p.

Trees and Shrubs of the USSR. V. 1—6. M., L. 1949—1962.

Volf E. L. Decorative shrubs and trees. Their selection and culture in different belts of Russia. Petrograd, 1915. 461 p.

Volf E. L. Park and arboretum of Forest Institute// Izvestiya Leningr. lesnogo in-ta. 1929. Vyp. 37. P. 235—268.

Цитирование: Фирсов Г. А. Древесные растения и динамика поздневесенних и раннеосенних заморозков в Санкт-Петербурге // Hortus bot. 2022. Т. 17, 2022, стр. 236 - 246, URL:

<http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=8325>. DOI: [10.15393/j4.art.2022.8325](https://doi.org/10.15393/j4.art.2022.8325)

Cited as: Firsov G. (2022). Woody plants and dynamics of late spring and early autumn frosts at Saint-Petersburg // Hortus bot. 17, 236 - 246. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=8325>