



Б. Л. Козловский
М. В. Куропятников
О. И. Федорова

Фенология древесных интродуцентов Ботанического сада ЮФУ

учебное пособие



УДК 630.181.8+(631.529+635.925):378.4(470.61)(075.8)

ББК 28.080.1+43.4л6(235.7)я73

К59

*Печатается по решению Комитета по естественно-научному
и математическому направлению науки и образования
при Ученом совете ЮФУ
(протокол № 4 от 3 июня 2020 г.)*

Рецензенты:

заведующий кафедрой экологии и природопользования ЮФУ,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор *С. И. Колесников*;
ведущий научный сотрудник Южного научного центра РАН,
кандидат сельскохозяйственных наук *Л. П. Ильина*

Козловский, Б. Л.

К59 Фенология древесных интродуцентов Ботанического сада
ЮФУ : монография / Б. Л. Козловский, М. В. Куропятников,
О. И. Федоринова ; Южный федеральный университет. – Ростов-
на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального
университета, 2020. – 228 с.

ISBN 978-5-9275-3553-8

DOI: 10.18522/801273301

В монографии представлены данные по фенологии 364 видов, 10 разновидностей и 42 сортов древесных экзотов из 144 родов, относящихся к 61 семейству. Изложены общие закономерности фенологии древесных растений при интродукции в регионе, рассмотрены фенологические критерии устойчивости древесных экзотов к экстремальным факторам пункта интродукции, установлен оптимальный ритм годового развития интродуцентов.

Работа представляет интерес для специалистов в сфере дендрологии, фенологии, интродукции и экологии растений, а также для студентов биологического профиля.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности № 0852-2020-0029.

УДК 630.181.8+(631.529+635.925):378.4(470.61)(075.8)

ББК 28.080.1+43.4л6(235.7)я73

ISBN 978-5-9275-3553-8

© Южный федеральный университет, 2020

© Козловский Б. Л., Куропятников М. В.,
Федоринова О. И., 2020

© Оформление. Макет. Издательство

Южного федерального университета, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ИНТРОДУКЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ	7
2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	17
2.1. Климат Ростова-на-Дону.....	17
2.2. Объекты исследования.....	22
2.3. Методика фенологических наблюдений.....	26
3. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФЕНОЛОГИИ ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ	36
4. ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ	61
5. ЧАСТНАЯ ФЕНОЛОГИЯ ВИДОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ	84
ЛИТЕРАТУРА	191
ПРИЛОЖЕНИЯ	199
<i>Приложение 1. Таблица перевода календарных дат в непрерывный числовой ряд</i>	199
<i>Приложение 2. Распределение видов древесных интродуцентов по срокам наступления фенологических фаз</i>	200
<i>Приложение 3. Список видов, ранжированных по продолжительности вегетации</i>	211

<i>Приложение 4. Список видов, ранжированных по фенологическим группам.....</i>	<i>214</i>
<i>Приложение 5. Список видов, ранжированных по срокам окончания роста побегов.....</i>	<i>217</i>
<i>Приложение 6. Список видов с вторичным ростом побегов</i>	<i>220</i>
<i>Приложение 7. Список видов, ранжированных по срокам полного вызревания побегов.....</i>	<i>221</i>
<i>Приложение 8. Шкалы оценки эколого-биологических свойств древесных растений при интродукционном испытании</i>	<i>224</i>

1. ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ИНТРОДУКЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ

В настоящее время выделяют (Янцер, 2015) следующие перспективные направления развития общей фенологии:

- изучение фенологии отдельных видов-феноиндикаторов пространственных географических закономерностей продвижения явлений;
- фенологическое картографирование с применением ГИС-технологий;
- изучение особенностей фенологии природных комплексов с применением комплексных фенологических показателей;
- изучение тенденций изменения наступления фенологических явлений в связи с изменением климата;
- использование фенологических показателей в качестве индикаторов климатических изменений и исследование феноаномальных отклонений в урбанизированных системах.

Данные, полученные в результате фенологических наблюдений за сезонным развитием растений, применяются в различных областях науки и практики: ботанических и геоботанических исследованиях, географии, климатологии, сельском и лесном хозяйстве, зеленом строительстве, защите растений, медицине и др. Фенологические исследования широко применяются в ботанических садах, потому что они являются неотъемлемой частью интродукционного испытания экзота. Фенологические исследования в интродукционном процессе обеспечивают более глубокое изучение биологических особенностей и экологических свойств растительных организмов, дают возможность оценить их приспособляемость к новым условиям обитания.

Основными направлениями фенологических исследований в интродукции растений являются:

- изучение пластичности фенологического ритма растений при интродукции (при географическом переносе и введении в культуру);
- использование фенологических показателей экзота для диагностической оценки перспектив его культуры в новых условиях;
- поиск путей и методов искусственного изменения фенологического ритма растений при интродукции.

Интродуценты, став компонентом несвойственной им эколого-ритмической системы, способны успешно адаптироваться к новым условиям только при таком уровне соответствия их сезонного ритма климатически обусловленным сезонным изменениям этой среды, который не выходит за пределы приспособительного диапазона сезонной ритмики, закрепленного в генотипе растений. Возможности «подгонки» ритмотипа интродуцента к климатической ритмике нового района зависят от лабильности его феноритмики, т. е. от относительного, генетически обусловленного консерватизма феноритмики, а также от абсолютных значений метеорологических показателей в критические периоды морфогенеза, не соответствующих условиям нормального роста и развития (Головкин, 1988, с. 74). Считается (Базилевская, 1964, с. 71), что «внедрение растений в новые районы идет тем успешнее, чем ближе ритм развития, свойственный ему на родине, к климатическому ритму при интродукции». С другой стороны, вероятность успеха интродукционного эксперимента тем выше, чем ближе ритмика интродуцируемого растения «...подходит к ритмике одной из феногрупп аборигенных растений в этом регионе» (Головкин, 1988, с. 116). Например, в Республике Коми виды европейского происхождения с ареалами, заходящими в северную часть Европы, имеют фенологический ритм, близкий к условиям пункта интродукции, и являются зимостойкими. Чем южнее ареал интродуцента, тем больше его ритм сезонного развития не совпадает с климатическим ритмом пункта интродукции (Мартынов, 2015).

Экологические факторы, которые оказывают решающее воздействие на сезонный ритм интродуцентов, являются определя-

ющими и для их адаптации (Булыгин, 1982). В целях выяснения связи между сезонным ритмом развития древесных растений и их устойчивостью к неблагоприятным климатическим факторам используются разные критерии для группировки их по особенностям фенологии: сроки начала и окончания вегетации (Лапин, 1967), общий период вегетации, продолжительность префлорального периода, сроки цветения (Александрова, Головкин, 1978). Так, была установлена связь зимостойкости растений с сезонным ритмом развития. В условиях Москвы виды деревьев и кустарников из группы рано начинающих и рано заканчивающих вегетацию (РР) оказывались наиболее зимостойкими, а виды из группы поздно начинающих и поздно заканчивающих вегетацию (ПП) – наименее зимостойкими, поэтому первая группа была более перспективной, чем остальные в интродукционном отношении (Лапин, Сиднева, 1969; Булыгин, Фирсов, 1983).

Это утверждение остается актуальным. В различных географических пунктах интродукции наиболее устойчивыми к неблагоприятным факторам новой среды и, следовательно, перспективными для интродукции оказываются виды древесных из фенологических групп с ранними или средними сроками начала и окончания вегетации. В условиях Сибири интродуценты, относительно рано начинающие ростовые процессы и рано их завершающие, обладают наиболее благоприятным типом сезонного развития. Наименее благоприятным типом характеризуются виды и формы, поздно начинающие и поздно оканчивающие рост (Буторова, Шестак, 2007; Козик и др., 2009; Аношкина, 2019). Большинство видов Сибирского интродукционного центра в условиях г. Калининграда по ритму сезонного развития отнесены к фенологической группе РП (54,5 %), 22,7 % – к группе РР, 13,6 % – к группе ПП и к группе ПР – 9 % (Петрова, Яковлева, 2015). На юге Западной Сибири (Тюмень) древесные интродуценты с поздними сроками прохождения весенних фаз развития (*Acer ginnala* Maxim., *Quercus robur* L., *Syringa josikaea* J. Jacq. ex Reichenb. fil.) завершают вегетацию до наступления отрицательных температур воздуха только в годы с благоприятным температурным режимом (Герасимова, 2015).

Виды восточноазиатского происхождения при интродукции в Республике Коми характеризуются продолжительным циклом развития (рано начинают вегетацию и поздно оканчивают ростовые процессы), вследствие этого являются слабозимостойкими. При сравнении трех феногрупп, выделенных по вегетативному росту побегов у восточноазиатских видов (РР, РП, ПП), виды группы РР оказываются наиболее перспективными к интродукции (Мартынов, 2016).

В условиях умеренно континентального климата г. Пензы исследованные 106 таксонов семейства *Rosaceae* Juss. отнесены к трем феногруппам. Большинство таксонов (47) относятся к группе РП, с продолжительностью вегетации 192–250 дней. К группе РР – 38 таксонов, с продолжительностью вегетации 140–190 дней. Виды двух групп характеризуются быстрым окончанием роста побегов, полным одревеснением, ранним листопадом. К группе ПП отнесен один таксон (Рытикова и др., 2016). Наблюдения за древесными растениями в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН в г. Санкт-Петербурге в 2009–2012 гг. показали, что связь зимостойкости растений с сезонным ритмом их развития по сравнению со второй половиной XX в. нивелировалась, так как в условиях потепления климата многие виды из разных фенологических групп перестали обмерзать (Волчанская, Фирсов, 2014). Отмечено, что наибольшее значение для адаптивности видов имеют сроки начала и окончания вегетации и ее продолжительность. Косвенным показателем успешности перезимовки интродуцентов является степень ежегодного вызревания побегов, однако его необходимо связывать со сроками начала и окончания вегетации (Термена, Выключ, Горук, 1984).

Важнейшими фазами в сезонном развитии экзотов в новых для них условиях являются цветение и плодоношение. Способность к семенному размножению – один из главных показателей успешности интродукции цветковых растений (Розно, 1984). Растения, полученные из семян местной репродукции, часто оказываются более перспективными для введения в культуру (Некрасов, 1973).

Чем меньше отклонений по срокам цветения и плодоношения у экзотов от аборигенных видов и чем меньше варьирова-

ние по годам, тем выше их устойчивость в пункте интродукции. В условиях таежной зоны высокий процент плодоносящих интродуцентов по каждому географическому району обусловлен естественным распространением вида в северных областях (Евразии и Северной Америки). Прослеживается периодичность в сроках наступления обилия цветения и плодоношения, которая зависит в первую очередь от биологических особенностей самого вида и от температурных условий вегетационного и зимнего периодов (Мартынов, 2019).

Неблагоприятные условия среды оказывают негативное влияние на сроки цветения, плодоношения, а также на качество семян интродуцентов. Установлена прямая связь между наступлением отдельных фенологических фаз у древесных (появление соцветий, начало цветения, появление первых плодов в соцветиях, окончание цветения, созревание плодов и семян и др.) и суммами эффективных температур, являющимися довольно надежными косвенными показателями при оценке потребности растений в тепле (Кулыгин, 2001, Семенютина, Лазарев, Мельник, 2019). Масса семян видов положительно коррелирует с количеством выпавших осадков и суммой активных температур в период их созревания (Семенютина, Климов, 2014).

Фенологические наблюдения приобретают большое значение в современных исследованиях динамики изменения климатических процессов. В докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) говорится о тенденции роста средней температуры на планете, которая за столетний период 1906–2005 гг. составила 0,74 °C (0,56–0,92) (IPCC, 2007). Особенно заметными оказались изменения климата за последние 50 лет, на что указывают многие авторы (Булыгин, 1982; Маняхина, 2004; Grimshaw, 2009; Проскураков, 2012; Huanjiong Wang et al., 2015).

Современное глобальное потепление происходит на фоне межгодовой естественной изменчивости климата, которая особенно значительна в высоких широтах. В отдельные годы в пределах таежной зоны (ХМАО – Югра) отчетливо проявляются изменения фенологических процессов, обусловленные реакцией на динамику метеорологических условий (Кузнецова, Гребенюк, 2015). В Се-

верном Зауралье (по данным заповедника «Малая Сосьва») четко определяется тенденция в сторону потепления на 0,5 °С с каждым десятилетием, начиная с 1980 г., несмотря на достаточно сильные колебания среднегодовых температур в отдельные годы. При анализе среднесуточных температур по месяцам также отмечается тенденция в сторону тепла в отдельные месяцы (V, X, XI). Осенний период стал более продолжительным, соответственно с этим периодом со среднесуточной температурой воздуха выше 10 °С также удлинились приблизительно на 15–20 дней (Васина, Таланова, 2015).

Самые длительные в России непрерывные ряды метеорологических и фенологических наблюдений ведутся в Санкт-Петербурге. Они наглядно свидетельствуют о колебаниях климата и тенденции к его потеплению. Выявлены положительные тренды температуры воздуха по скользящим средним пятилетиям (за период с 1752 по 2013 г.) и вегетационного периода в геосистеме (за период с 1841 по 2013 г. минимальный показатель 143 суток в пятилетие 1873–1877 гг. и максимальный – 194 суток в 1988–1992 гг.). В 2009–2013 гг. фенологический интервал, характеризующий этот период, сократился до 177 суток, что объясняется биоклиматической цикличностью. В 2009–2012 гг. имело место усиление континентальности климата относительно нормы климата за 1980–2009 гг. Увеличился безморозный период. Наблюдается более раннее наступление летних фенологических этапов года и более позднее – осенних явлений, особенно второй половины осени (Фирсов, Волчанская, Фадеева, 2014). В условиях климата прошлых лет Санкт-Петербург относился к 5-й зоне (средняя минимальная температура –26,3 °С), в настоящее время перешел в 6-ю зону (–23,1 °С) (Фирсов, Хмарик, 2016).

В связи с изменениями климата возросло значение фенологических исследований. Подтверждена роль температуры в фенологических ритмах в условиях достаточной влагообеспеченности решающее влияние на темпы сезонного развития растений имеет термический фактор (Фирсов, Федяева, 2014; Волчанская, Фирсов, 2014). Известные в настоящее время фенологические циклы разной продолжительности представляют собой проявления в сезонной ритмике древесных растений соответствующих коротко-

периодных колебаний, прежде всего температурного режима. До сих пор раннетеплые годы рассматривались в качестве благоприятной биоклиматической ситуации. Однако при условии последующего потепления климата оптимальными для роста и развития древесных растений могут стать позднехолодные годы (Фирсов, Федяева, 2014). Многие авторы указывают на увеличение продолжительности вегетационного периода целого ряда растений в последние годы за счет сдвига фенологических фаз на более ранние сроки (Scheifinger et al., 2002; Menzel et al., 2006; Sparks et al., 2011; Каменева и др., 2018). В связи с изменением климата в северных районах появляется возможность интродукции многих видов древесных растений из других флор.

Некоторые авторы склонны считать, что происходит лишь смягчение климата с тенденцией к повышению сумм месячных осадков и к понижению среднемесячных температур в теплые месяцы (с мая по сентябрь), а в период с октября по апрель – к повышению среднемесячных температур. Смягчение климата наглядно показано на примере анализа метеоданных за 182 года по Северному Подмоскovie (Мерзленко, Брынцев, 2000; Мерзленко, 2006). По данным А. А. Минаева (2000), происходящие климатические вариации не оказывают пока существенного влияния на функционирование лесных экосистем Русской равнины.

Выделено новое направление, связанное с фенологическими исследованиями, – «городская фитофенология». В этом направлении на основе многолетних наблюдений решаются следующие проблемы: динамика городского мезоклимата и историко-генетическая оценка видов городской флоры, сопряженная динамика основных климатических параметров городской среды и фенодат растений городской флоры. На то, что городской мезоклимат отличается рядом особенностей от зонального, впервые обратили внимание в начале XX столетия. Различия устанавливались по температурному градиенту на оси «центр города – окрестности» (Ильминских, 2011).

При сравнении сезонного развития видов в различных экологических условиях интродукторами обращено внимание на более раннее развитие растений в городских условиях (Козик и

др., 2009). В результате повышения температуры воздуха в городе наблюдаются изменения в динамике этапов развития растений, происходит сдвиг фенологических фаз или наложение одной фазы на другую. Фенофазы сдвигаются не только по срокам, но и по своей длительности. Практически все фенофазы у наблюдаемых древесных растений в условиях города длятся меньше, чем за городом (Ходжаева, 2017). Исследования санитарно-защитных зон промышленных предприятий Урала выявили особенности сезонного ритма у древесных интродуцентов, а именно: увеличение периода вегетации; уменьшение или возрастание длины годичного прироста; сокращение сроков цветения (Бухарина и др., 2009).

Слабая изученность фенологического развития интродуцентов в городской среде не способствует грамотному их использованию в озеленении. Предлагается включать в городской ассортимент те виды и формы, которые за вегетационный период проходят все фазы развития, удовлетворительно перенося при этом условия урбанизации (Гончарова, Кузьмин, Полоскова, 2006; Герасимова, 2015; Кищенко, Кравцова, 2016).

Городские древесные насаждения рассматриваются в качестве ценных индикаторов состояния окружающей среды. Исследователи используют показатели изменения ритмов сезонного развития древесных растений в городских условиях в качестве биоиндикационных признаков (Турмухаметова, 2019). Индикационная фенология имеет большое практическое значение для прогнозирования наступления цветения аллергенных растений, вызывающих у людей поллиноз. Среди древесных растений к таковым относят: *Acer negundo* L., *A. platanoides* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Alnus incana* L., *A. glutinosa* L., *Betula verrucosa* Ehrh., *B. pendula* Roth, *B. pubescens* Ehrh., *Castanea sativa* Mill., *Corylus avellana* L., *Crataegus oxyacantha* L., *C. sanguinea* Pall., виды рода *Juniperus*, *Fraxinus excelsior* L., *Picea abies* L., *P. obovata* L. и их гибриды, *Pinus sylvestris* L., *Philadelphus coronarius* L., *Populus tremula* L., *Prunus padus* L., *Quercus robur* L., *Rosa acicularis* Lindl., *R. majalis* Herrm., *R. rugosa* Thunb., *R. spinosissima* L., *R. gallica* L., *Salix caprea* L., *Syringa vulgaris* L., *Tilia cordata* Mill., Scop., *T. europaea* L., *Ulmus laevis* Pall. (Федотова, Достоевская, Лебедев, 2017).

В Ботаническом саду ЮФУ фенологические наблюдения за сезонным развитием растений включены в перечень обязательных исследований. Первые фенонаблюдения за древесными растениями относятся к 1948 г. К концу 60-х гг. наблюдениями было охвачено 350–376 образцов древесных растений. Накопленный материал по сезонному развитию более 300 видов был опубликован в ряде работ. Обобщен опыт интродукции вечнозеленых деревьев и кустарников Сада, представлена характеристика их эколого-биологических свойств (Огородников, 1968). Эффект интродукции оценивался по росту, зимостойкости, засухоустойчивости, поражаемости болезнями и вредителями, цветению и плодоношению. Впервые для оценки перспективности экзотов для культуры был введен коэффициент приспособленности (позже коэффициент адаптации). Охарактеризованы хозяйственно-биологические качества 45 красивоцветущих видов, включающие особенности их сезонного развития (Огородников, 1969). Дана оценка пригодности интродуцентов к культуре по совокупности основных эколого-биологических свойств. Прослежена зависимость результатов перезимовки видов от их сезонного развития (Огородникова, 1974). Изучен органогенез побегов видов семейства Oleaceae Hoffm. & Link (Огородникова, 1977).

Наиболее значимая работа на этом промежутке времени была проведена А. Я. Огородниковым (1974). Исходя из особенностей сезонного развития 200 интродуцентов и видов местной дендрофлоры, автор выделил четыре фенологических типа развития. Группировка была построена на основе данных о продолжительности и характере роста побегов, а также особенностях покоя, степени выраженности этих процессов, длительности и отчасти возрастной изменчивости. Позднее (Козловский и др., 2000), с учетом накопленного дополнительного фактического материала, характеристика фенологических типов развития была дополнена.

К концу 90-х гг. был накоплен большой фактический материал по многолетним наблюдениям 200 видов покрытосеменных растений, что составляло пятую часть коллекции, и проведена его статистическая обработка (Козловский и др., 1997; Козловский, 1998). Данная выборочная совокупность была вполне репрезен-

тативной по количественным и качественным параметрам, что позволило рассчитать оптимальные сроки прохождения фенологических фаз у покрытосеменных древесных растений. Результаты были представлены в монографии «Цветковые древесные растения Ботанического сада Ростовского университета» (Козловский и др., 2000). Эта итоговая работа интродукционного испытания более 1000 видов покрытосеменных древесных растений, где приведены сведения о комплексе важнейших эколого-биологических показателей, характеризующих степень соответствия условий произрастания пункта интродукции природным требованиям интродуцентов.

Ранее фактический материал по фенологии видов древесных растений был обработан только в пределах отдельных родовых комплексов: *Acer* (Федоринова, Козловский, Куропятников, 2017), *Cotoneaster* (Огородникова, 1993), *Lonicera* (Козловский, Федоринова, Куропятников, 2017), *Spiraea* (Сомова, 1993), *Syringa* (Лебедева, 1986), *Quercus* (Козловский, Куропятников, Федоринова, 2016) и др. Поэтому возникла необходимость в обобщении большого информационного материала по фенологии более 400 видов, форм и сортов древесных растений коллекции Ботанического сада ЮФУ.

2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Климат Ростова-на-Дону

Климат Ростова-на-Дону умеренно континентальный, засушливый, с умеренно мягкой зимой и жарким летом (Агроклиматические ресурсы Ростовской области, 1972). Атмосферную циркуляцию в городе определяют континентальный, арктический, атлантический и тропический воздух. Продолжительность солнечного сияния составляет от 2000 до 2200 часов в год. Суммарное количество солнечной радиации – около 115 ккал/см². Сумма активных температур 3200–3400 °С. Сумма отрицательных температур составляет 416 °С. Средняя годовая температура воздуха +9,2 °С. В течение года средняя месячная температура воздуха изменяется от –5 °С в январе до +23,2 °С в июле. Абсолютный минимум температуры составляет –31,9 °С, абсолютный максимум +40,1 °С. Среднегодовое количество осадков 569 мм. Количество осадков по годам колеблется от 288 до 932 мм. Сумма осадков за безморозный период в отдельные годы меняется от 173 до 622 мм и в среднем составляет 323 мм. Средняя относительная влажность воздуха 72 % (Погода и климат, 2020). Гидротермический коэффициент Селянинова равен 0,7–0,8. Климатограмма Ростова-на-Дону, построенная на основании наблюдений за последние 115 лет по данным электронного ресурса ClimateCharts.net (ClimateCharts.net, 2020), представлена на рис. 1.

Средняя скорость ветра в Ростове-на-Дону изменяется от 2,5 (июнь) до 3,9 (март) м/с и характеризуется усилением зимой

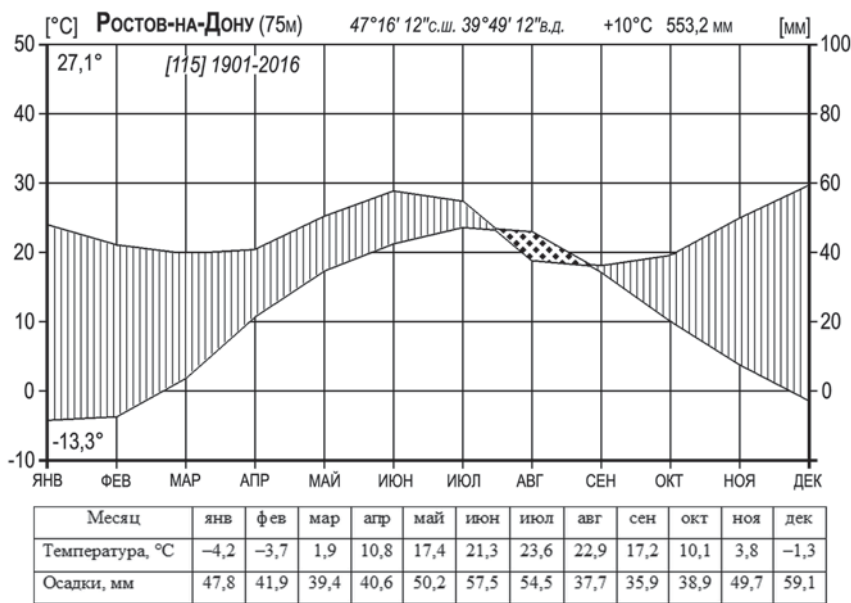


Рис. 1. Климатическая диаграмма Ростова-на-Дону

и уменьшением летом. Максимальная скорость ветра 17–22 м/с, преобладают восточные ветры. Наибольшая повторяемость восточного ветра отмечается в марте и октябре (по 37 %), наименьшая – в июне (24 %). Максимальное число суховейных дней (от 12 до 24 в месяц) отмечается в июле и августе. В засушливые годы суховеи могут переходить в пыльные бури.

Фенологическая весна в Ростове-на-Дону наступает 5 марта, после устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °C. Средняя продолжительность фенологической весны составляет 55 дней. Переход средней суточной температуры воздуха через +5 °C происходит 1 апреля, а через +10 °C – 17 апреля. Быстрое нарастание температуры обеспечивает быстрое таяние снега и сток вешних вод. Как правило, заморозки прекращаются до 14 апреля. Вместе с тем вероятность наступления поздних заморозков остается вплоть до 10 мая. Среднее количество осадков за весну составляет около 80 мм.

Фенологическое лето в Ростове-на-Дону наступает 4 мая, после перехода средней суточной температуры воздуха через $+15^{\circ}\text{C}$. Его продолжительность может колебаться от 108 до 162 дней. Самая ранняя дата наступления фенологического лета – это 16 апреля, самая поздняя – 1 июня. Наибольшая продолжительность солнечного сияния наблюдается в июле и достигает 330 часов. Число дней со средней суточной температурой воздуха $+25^{\circ}\text{C}$ и выше в течение лета составляет 22,1. В июле таких дней 9,8, в августе – 7,3. Дневные температуры воздуха при малооблачных незасушливых погодах колеблются от $+24$ до $+30^{\circ}\text{C}$, а при засушливых – от $+27^{\circ}$ до $+38^{\circ}\text{C}$. Абсолютный максимум температуры воздуха составляет $+40,1^{\circ}\text{C}$. Летом осадков выпадает больше, чем в любой другой сезон, – 243 мм. Самый дождливый месяц – это июнь (65 мм), наиболее засушливые месяцы – июль и август. Количество дождливых дней 39–40. Относительная влажность в июле в течение суток изменяется от 41 до 70 %. Летом число дней с относительной влажностью менее 30 % составляет 39.

Фенологическая осень наступает 26 сентября, когда среднесуточная температура воздуха опускается ниже $+15^{\circ}\text{C}$. Активная вегетация сельскохозяйственных культур заканчивается 12 октября, с падением средней суточной температуры воздуха ниже $+10^{\circ}\text{C}$. Во второй декаде октября отмечаются первые заморозки. Средняя суточная температура воздуха становится ниже $+5^{\circ}\text{C}$ 4 ноября. Средняя температура воздуха в осенний период составляет $+5,9^{\circ}\text{C}$, на фоне таких температур наблюдаются возвраты тепла. Осадки осенью выпадают в течение 19 дней, их количество составляет 90 мм.

Фенологическая зима в Ростове-на-Дону наступает 15 декабря, когда среднесуточная температура воздуха опускается ниже 0°C . Она умеренно мягкая, неустойчивая, обычно малоснежная, с частыми оттепелями. Повторяемость погод с переходом температуры воздуха через 0°C и безморозных, по многолетним данным, равна в январе 11 дням. На умеренно морозные погоды приходится 15 дней, на значительно морозные – 4 дня и на сильно морозные – 1 день. Средняя температура воздуха зимы (декабрь – февраль) составляет $-4,3^{\circ}\text{C}$, наиболее холодный месяц –

январь, среднемесячная температура воздуха в январе составляет $-5,7$ °С. Абсолютный минимум температуры составляет $-31,9$ °С. Последние две зимы с экстремально низкими температурами были отмечены в 1978/1979 и 2005/2006 гг. Средняя непрерывная продолжительность морозных периодов составляет 5 дней. В холодный период в Ростове-на-Дону в течение 13 дней возможны метели; перечисленные особенности климата способствуют интенсивному образованию гололеда и изморози. Средняя дата появления снежного покрова – 30 ноября. Устойчивый снежный покров в городе образуется в конце декабря. Высота снежного покрова в среднем 5–8 см, изредка достигает 12–15 см. В половине зим снежный покров неустойчив, т. е. период сплошного залегания его меньше 30 дней. Глубина промерзания почвы может достигать в январе 50 см. Отсутствие устойчивого температурного режима и снежного покрова в пределах города и его окрестностей делает зиму неблагоприятным для древесных растений периодом года (Климат Ростова-на-Дону, 1987).

Продолжительность вегетационного периода, которая складывается в результате действия многих экологических факторов (основным из них является температура), выступает важнейшей биогеографической характеристикой каждой конкретной местности и имеет большое хозяйственное значение, так как определяет возможность ведения рентабельного сельского хозяйства, зеленого строительства и их основные направления. Вегетационный период условно определяется как отрезок времени в годовом цикле между переходом среднесуточной температуры воздуха весной и осенью через $+5$ °С (реже для этого используются другие пограничные температуры: 0 или $+10$ °С). Началом вегетационного периода в Ростове-на-Дону является 1 апреля, когда среднесуточная температура воздуха переходит отметку $+5$ °С. Датой окончания вегетационного периода – это 4 ноября, когда средняя суточная температура воздуха становится ниже $+5$ °С. Таким образом, продолжительность вегетационного периода в Ростове-на-Дону составляет 216 дней (Козловский и др., 2000). Вместе с тем вопрос разработки методов точного определения средней продолжительности, начала и конца вегетационного периода до настоящего времени

остаётся актуальным. Оригинальный подход для определения границ вегетационного периода предложил Г. Н. Зайцев (1979). Им был найден период хронологического оптимума (или вегетационный период) для сочетания двух важнейших факторов: среднесуточной температуры воздуха и долготы дня. На рис. 2 представлен график встречных кривых средней температуры воздуха по месяцам и продолжительности дня двадцатого числа каждого месяца на широте Ростова-на-Дону, построенный по методике Г. Н. Зайцева. Точки пересечения кривых, спроецированные на ось ординат (календарные даты), и есть даты начала и окончания вегетации. Согласно этой методике, вегетационный период в Ростове-на-Дону начинается 2–3 апреля и заканчивается 2–3 октября.

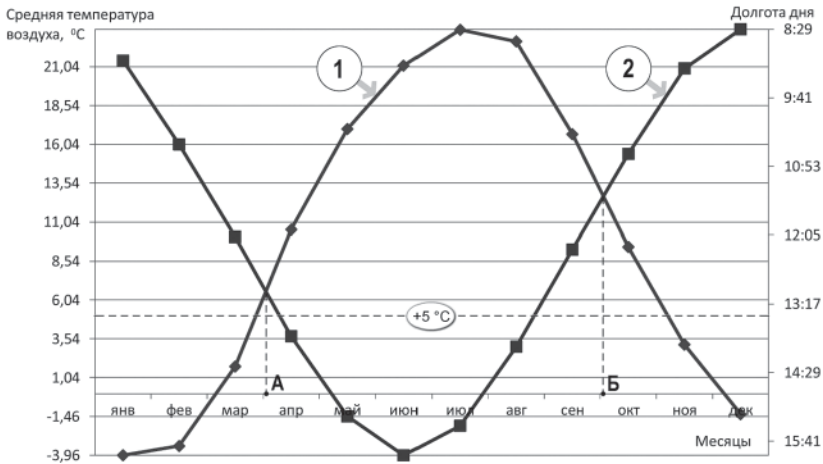


Рис. 2. График встречных кривых для определения вегетационного периода в Ростове-на-Дону:

- 1 – средняя температура воздуха по месяцам; 2 – продолжительность дня двадцатого числа каждого месяца; А – начало вегетации; Б – окончание вегетации

Следует отметить, что вегетационный период, рассчитанный таким образом, более подходит к годовому циклу травянистых растений, так как у большинства трав вегетация заканчивается раньше, чем у древесных растений.

2.2. Объекты исследования

Объектами фенологических исследований послужили образцы древесных растений, произрастающие в дендрологической коллекции Ботанического сада ЮФУ. Латинские названия таксонов приводятся в соответствии с электронным ресурсом «The Plant List» (The Plant List, 2013) и изданием «Коллекции растений Ботанического сада ЮФУ» (Коллекции растений..., 2014).

Исследуемую совокупность составили образцы 348 видов, 9 разновидностей, 40 сортов – представителей 134 родов из 56 семейств покрытосеменных древесных растений и 16 видов, 1 разновидности, 2 сортов – представителей 10 родов из 5 семейств голосеменных растений (табл. 1).

Таблица 1

Таксономический состав исследуемой совокупности древесных растений

№ п/п	Семейство	Род	Вид	Разновидность	Форма, сорт
MAGNOLIOPHYTA (ANGIOSPERMAE) – ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ					
1	Aceraceae Juss.	1	28	–	–
2	Actinidiaceae Hutch.	1	1	–	–
3	Altingiaceae Lindl.	1	1	–	–
4	Anacardiaceae Lindl.	3	4	–	1
5	Annonaceae Juss.	1	1	–	–
6	Araliaceae Juss.	3	4	1	–
7	Aristolochiaceae Juss.	1	1	–	–
8	Asclepiadaceae Borkh.	1	1	–	–
9	Berberidaceae Juss.	2	6	–	2
10	Betulaceae S. F. Gray (incl. Corylaceae Mirb.)	5	11	–	–
11	Bignoniaceae Juss.	2	3	–	–
12	Buddlejaceae K. Wilhelm	1	2	–	–