

СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ ЛИСТВЕННЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД 2024 ГОДА В УСЛОВИЯХ Г. ВОРОНЕЖА

Ю.В. Чекменева, А.В.Арефьева, С.Е. Золотко

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г. Ф. Морозова», г.Воронеж, Россия

Аннотация. В статье приведены результаты фенологических наблюдений над развитием генеративных и вегетативных органов *Exochorda tianschanica*, *Rhamnus cathartica*, *Magnolia stellata* на территории студенческого городка в вегетационный период 2024 года. Определены суммы активных и эффективных температур, соответствующие началу фенологических фаз. Рассчитан гидротермический коэффициент (ГТК=0.61), определена продолжительность вегетационного периода. Для интродуцентов *Exochorda tianschanica*, *Magnolia stellata* зафиксировано раннее наступление вегетации по сравнению с аборигенным видом *Rhamnus cathartica*.

Ключевые слова: интродуценты, древесные растения, изменение климата, сезонное развитие, сумма активных температур, сумма эффективных температур.

SEASONAL DEVELOPMENT OF DECIDUOUS EXOTES IN THE GROWING SEASON OF 2024 IN THE CONDITIONS OF VORONEZH.

Yu.V. Chekmeneva, A.V.Arefieva, S.E. Zolotko

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

Abstract. The article presents the results of phenological observations on the development of generative and vegetative organs of *Exochorda tianschanica*, *Rhamnus cathartica*, and *Magnolia stellata* on campus during the growing season of 2024. The sums of active and effective temperatures corresponding to the beginning of the phenological phases are determined. The hydrothermal coefficient (HTC=0.61) was calculated, the duration of the growing season was determined. For the introduced species *Exochorda tianschanica* and *Magnolia stellata*, an early onset of vegetation was recorded in comparison with the native species *Rhamnus cathartica*.

Keywords: introduced species, woody plants, climate change, seasonal development, sum of active temperatures, sum of effective temperatures.

Введение.

Устойчивость интродуцированных видов в городской среде зависит от многих факторов, среди которых существенное место занимают климатические и погодные условия [6]. В настоящее время, в условиях меняющегося климата, все большее значение приобретают результаты фенологических наблюдений в дендрофлоре урбанизированных территорий [1].

В 2024 году среднегодовые температуры воздуха в среднем по России, Европейской и Азиатской частях страны были выше нормы: на 1,21 °С, 1,36 °С и 1,16 °С. Происходит рост продолжительности вегетационного периода, суммы эффективных температур и уменьшение сумм осадков в летний период, что приводит к росту засушливости в южных регионах Европейской части России [8]. Глобальное изменение климата характеризуется не только повышением температуры, но и большим количеством погодных аномалий, по данным сайта Росгидромета [4].

Цель исследования — изучить особенности протекания фенофаз некоторых лиственных интродуцентов и аборигенного видов в г. Воронеж, в зависимости от погодных условий 2024 года.

Задачи исследования:

1. Провести фенологические наблюдения за сезонным развитием *Exochorda tianschanica*, *Rhamnus cathartica*, *Magnolia stellata* в г. Воронеж.
2. Определить сумму активных и эффективных температур, соответствующих началу фенофаз вегетативной и генеративной сферы древесных видов в 2024 г.
3. Рассчитать гидротермический коэффициент Селянинова для вегетационного периода 2024 г.

Объекты и методика исследований.

Объекты исследования: интродуценты *Exochorda tianschanica* Сем. Розоцветные (Средняя Азия), *Magnolia stellata* Сем. Магнолиевые (Япония) и аборигенный вид *Rhamnus cathartica* Сем. Крушиновые (Европейская часть России), произрастающие на территории студенческого городка ВГЛУ. Фенологические наблюдения проведены согласно методике [3]. Суммы активных и эффективных температур рассчитаны по методике Лосева, Журина [6]. Для 2024 г. были определены даты устойчивого перехода среднесуточных температур через 0 °С, 5 °С, 10 °С, 15 °С в весенний и осенний период, продолжительность периодов, превышающих указанные температуры, суммы положительных температур. Степень увлажнённости оценена с мая по август путем расчета гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК) 2024 г.

$$\text{ГТК} = \frac{Rv - v_{iii}}{0.1 \sum T_v - v_{iii}}, \text{ где } T — \text{среднесуточная температура, } ^\circ\text{C}; R — \text{сумма осадков, мм.}$$

Для определения закономерности наступления фенологических фаз были рассчитаны суммы активных и эффективных температур, которые показывают потребность растения в тепле. Для древесных растений с датами перехода среднесуточных температур через 5 °С связаны начало и окончание вегетации, но активная вегетация растений происходит в период, ограниченный датами перехода температуры через 10 °С весной и осенью.

Сумма активных температур (САТ) это показатель, характеризующий количество тепла, выраженный суммой средних суточных температур воздуха, которые превышают биологический минимум температуры, установленный для определенного периода развития растения. Сумма эффективных температур (СЭТ) – показатель, характеризующий количество тепла, выраженный суммой средних суточных температур воздуха, уменьшенных на значение биологического минимума температуры. Для различных растений он неодинаков и может составлять 5-10-15°C [7].

Результаты и обсуждение

Климат Воронежской области умеренно-континентальный. Продолжительность вегетационного периода (с температурой выше 5°C) для г. Воронеж для составляет 155 дней. Годовое количество осадков 572 мм. По данным интернет – потрала «Гисметео» 2024 год в Воронеже стал вторым самым тёплым в истории наблюдений со средней температурой +9.2 °C [5]. Норма температуры (+7.5 °C) была превышена на 1,7 °C. Зима была самая влажная за всю историю наблюдений. Март стал самым сухим (3 мм). Апрель был самым тёплым. Главной особенностью мая стали рекордные ночные заморозки 4 мая (–2.4) и 10 мая (–1.8). Лето выдалось тёплым и сухим. Средняя температура осени (+10.3°C) стала рекордно высокой и превысила норму (+7.2) на 3.1 °C. Год оказался самым сухим за прошедшие 75 лет (с 1949 года), выпавшее количество осадков составило 381 мм, что на треть меньше нормы (аномалия 67%). Расчетный ГТК = 0.61 что характеризует вегетационный период как очень засушливый.

Изменение климата влияет на сезонные циклы растений, а фенологические изменения растений объективно отражают их реакцию и являются важным показателем адаптации древесных интродуцентов в городской среде. В вегетационный период 2024 года нами были проведены наблюдения за сезонным развитием вегетативных и генеративных органов *Exochorda tianschanica*, *Magnolia stellata* и *Rhamnus cathartica*. Переход температур через 0 °C в 2024 году отмечен 9 марта. Устойчивый переход среднесуточных температур через +5 °C зафиксирован 2 апреля. В конце второй декады марта (19.03) при среднесуточной температуре 4.7 °C и САТ/СЭТ = 0/0 °C отмечено начало набухания почек у *E. tianschanica*. Начало этой фазы у *M. stellate* зафиксировано на следующий день (20.03), когда среднесуточная температура (ССТ) повысилась до 6.5 °C, и начали накапливаться суммы активных и эффективных температур (САТ/СЭТ=6.5/1.5°C). У аборигенного вида *R. cathartica* данная фаза наблюдалась на 5 дней позже - в середине третьей декады марта (25.03), при САТ/СЭТ=20.5/5.5°C, но при отрицательной ССТ=–1.2 °C, так как в этот период отмечено похолодание. Продолжительность данной фазы длится от 5 - 7 дней у интродуцентов *M. Stellate* и *E. tianschanica*, и 10 дней у аборигенного *R. cathartica*.

Распускание почек началось одновременно у *E. tianschanica* и *M. stellate* (26.03) при САТ/СЭТ = 20.5/5.5°C, показатель ССТ снизился до 1.1°C. У *R. cathartica* данная фаза наступила через 9 дней (04.04) при ССТ = 11.2 °C, а показатели САТ/СЭТ возросли до 125.4/70.4 °C.

Облиствение побегов отмечено у *M. stellate* и *R. cathartica* 10 апреля при ССТ = 19.8 °C, значения САТ/СЭТ = 165,8/55.8 °C. На 3 дня позднее (13.04) фаза зафиксирована у *E. tianschanica*, при ССТ = 14,4°C, САТ/СЭТ = 218.3/78.3 °C. Одновременно

с облиствением происходит активный рост верхушечного побега. Продолжительность роста побега обусловлена видовыми особенностями: у *R. cathartica* он длился 39 дней (с 10.04 по 29.05). У *E. tianschanica* 37 дней — с 08.04 по 15.05, у *M. stellate* отмечен рост только укороченных побегов.

Осеннее изменение окраски листа зафиксировано у *E. tianschanica* и *R. Cathartica* в конце сентября 27.09 и 30.09 — соответственно, при достаточно высоких для сентября среднесуточных температурах (17.8 и 18.5°C). Отсутствие осадков в августе и дефицит в сентябре ускорили начало пожелтения листьев. В конце октября (27.10) при ССТ=6.7°C, началось изменение сезонной окраски у *M. stellate*, значения САТ/СЭТ возросли до 3610.3/1759.3 °C. Окончание изменения сезонной окраски наступило через 12 дней 8 ноября при накапливающихся показателях САТ/СЭТ = 3610.3/1759.3°C.

R. cathartica начинает изменять цвет листовой пластины 30 сентября (САТ/СЭТ = 3610.3/1759.3°C) и полное расцветивание листьев длилось более месяца — до 10 ноября. У *E. tianschanica* данный процесс занимает 17 дней — с 27 сентября по 14 ноября при САТ/СЭТ = 3366,5/1675,5 °C. Раннее начало осеннего листопада отмечено у *E. tianschanica* 15 октября при ССТ 9.0°C и длилось 16 дней до 31 октября. Листопад у *M. stellate* и *R. cathartica* начался в конце первой — начале второй декады ноября (9 и 11.11), при ССТ = 3.6 – 3.7 °C. В этот период среднесуточные температуры опускаются ниже порогового значения 5 °C.

Раскрытие цветочных почек у *M. stellate* и *E. tianschanica* отмечено в начале апреля (4-5.04). Среднесуточная температура в эти дни изменялась от 4.7 до 11.2 °C, при САТ/СЭТ=125.4/70.4°C данная фенофаза начинается у *R. cathartica*. Бутонизация у *M. stellate* зафиксирована через 4 дня после разверзания цветочных почек (8.04) при ССТ 17.1°C и САТ/СЭТ=128.7/59.2°C. Это раннецветущий вид, по сравнению с другими видами, цветение у него началось в начале второй декады апреля (12.04) при ССТ= 17.5°C и САТ/СЭТ = 203.9/94.4 °C. При более высоких показателях ССТ=13.04 °C начинается бутонизация у *E. tianschanica*, САТ/СЭТ = 218,3/78,3 °C. Цветение наступило через 7 дней 20.04 при САТ/СЭТ = 316.0/112.4 °C. Среднесуточные температуры понижаются до 11.3 — 8,7°C из-за краткосрочного похолодания. Фаза бутонизации *R. cathartica* наступила позже всех видов — в середине второй декады апреля, после облиствения (16.04). Для начала этой фазы данному виду необходимы более высокая теплообеспеченность — САТ / СЭТ = 256.6/93 °C. Начало цветения отмечено в середине мая 15.05, когда сумма активных и эффективных температур превышают почти в два раза значения, рассчитанные для интродуцированных видов — САТ / СЭТ = 529.7/213.1 °C.

Формирование плодов отмечено только у *E. tianschanica* и *R. cathartica* в начале третьей декады мая 22.05 при ССТ=20.7°C. Показатели САТ / СЭТ = 641.0/254.4°C. Созревание плодов у данных видов отмечается при САТ / СЭТ = 1365.4/675.9°C в середине третьей декады июня (26.06) и САТ / СЭТ = 1584.6/818.5 °C 05.07 соответственно. Магнолия не плодоносила, вероятно, по нескольким причинам: из-за отсутствия опылителей, так как она приспособлена к опылению жуками, когда цветки еще закрыты. Другие насекомые не могут быть эффективными опылителями, так как посещают только полностью раскрытые

цветки; и возможно, из-за засушливых условий на протяжении всего вегетационного периода, так как засуха отрицательно сказывается на формировании урожая.

Таким образом, переход среднесуточных температур через 0°C в 2024 году отмечено 9 марта; продолжительность вегетационного периода — от перехода среднесуточной температуры воздуха через 5°C весной (02.04) до перехода ее осенью (22.10) составила 204 дня. По сравнению с нормой в 155 дней [2] продолжительность увеличилась на 49 дней. Летний период (период активной вегетации растений) с температурой воздуха выше 10°C составил 183 дня и продлился с 12 апреля до 11 октября. Количество дней с температурой воздуха выше 15°C, так называемый пик лета продолжался 150 дней.

Выводы:

В 2024 году в г.Воронеже отмечено: увеличение продолжительности вегетационного периода на 49 дней — со 155 до 204 дней; возрастание сумм эффективных температур, так как расчетные показатели СЭТ = 3422° (норма 1.1).

Рассчитаны САТ и СЭТ наступления фенотаз изучаемых видов. Начало вегетации — набухание и разворачивание почек у древесных видов начинается в период со среднесуточной температурой +5°C, при САТ/СЭТ = 20.5/5.5 °C — у интродуцентов *E. tianschanica* и *M. Stellata*; у аборигенного вида *R. Cathartica* - при более высоких показателях САТ / СЭТ = 125.5/70.4 °C. Активная вегетация — рост листьев, побегов, бутонизация, цветение начинаются с периода ССТ выше +10 °C. Формирование и созревание плодов плодоношение в период, который приходится на пик лета со среднесуточной температурой +15 °C.

Таким образом, для интродуцентов - *Echorda tianschanica* и *Magnolia stellata* зафиксировано раннее наступление вегетации по сравнению с аборигенным видом *Rhamnus cathartica*. Этим видам требуется меньше тепла для начала вегетации и цветения, поэтому при возврате холодов с заморозками их почки и побеги будут повреждаться. Потепление климата в целом позволит культивировать многие теплолюбивые экзоты. Для расширения ассортимента рекомендуется подбирать теплолюбивые, но засухоустойчивые виды.

Список литературы

1. Волчанская А.В., Г.А.Фирсов. Индикационное значение сезонной динамики редких растений дендрофлоры России в Санкт-Петербурге. Вестник Удмуртского Университета Вып.1, 2014. С.34-41
2. Акимов Л.М., Бочаров В.Л., Дмитриева В.А., Нестеров Ю.А., Нефедова Е.Г., Прохорова О.В., Строгонова Л.Н., Федотов В.И., Федотов С.В., Материалы по оценке производительных сил муниципальных районов Воронежской области (агроклиматические, водные и рекреационно-туристские ресурсы) / Л.М. Акимов, В.Л. Бочаров, В.А. Дмитриева, Ю.А. Нестеров, Е.Г. Нефедова, О.В. Прохорова, Л.Н. Строгонова, В.И. Федотов, С.В. Федотов//ВЕСТИ ВГУ, СЕРИЯ: ГЕОГРАФИЯ. ГЕОЭКОЛОГИЯ, 2014, № 4 с 68-126
3. Булыгин Н.Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями. Пособие по проведению учеб.-науч. исслед. — Л.: ЛТА, 1979. — 96 с.
4. Глобальное потепление в России: факты и цифры от Росгидромета. — URL: <https://voop-rf.ru/tpost/fnzxjldnl1-globalnoe-poteplenie-v-rossii-fakti-i-ts?ysclid=m9fy3uqk>

2828759390(дата обращения 12.03. 2024).

5. Климат Воронежа: 2024-й год – второй самый тёплый в истории наблюдений. – URL:<https://www.gismeteo.ru/news/weather/klimat-voronezha-2024-j-god-vtoroj-samyj-tjoplyj-v-istorii-nabljudenij/?ysclid=m9fxxgv44c723085679>(дата обращения 12.03. 2024).

6. Лосев А.П., Журина Л.Л. Агрометеорология. - М. КолосС, 2003.

7. Педь Д.А. Об определении дат устойчивого перехода температуры воздуха через определенные значения // Метеорология и гидрология. 1951. № 10. С. 38-39

8. Переведенцев Ю.П. и др. Климатические изменения в степных регионах России и их последствия для агросферы/ Ю.П. Переведенцев, В.Н. Павлова, Н.А. Мирсаева, А.А. Николаев, М.Ш. Тагиров// X Международный симпозиум «Степи Северной Евразии». 28 мая – 2 июня 2024. Оренбург, Россия.

References

1. Volchanskaya A.V., G.A.Firsov. The indicative value of the seasonal dynamics of rare plants of the dendroflora of Russia in St. Petersburg. Bulletin of the Udmurt University Vol.1, 2014. pp.34-41

2. Akimov L.M., Bocharov V.L., Dmitrieva V.A., Nesterov Yu.A., Nefedova E.G., Prokhorova O.V., Stroganova L.N., Fedotov V.I., Fedotov S.V., Materials On The Assessment Of Productive Forces Of Municipal Districts Of The Voronezh Region (Agro-Climatic, Aquatic And Recreational Tourism Resources) / L.M. Akimov, V.L. Bocharov, V.A. Dmitrieva, Yu.A. Nesterov, E.G. Nefedova, O.V. Prokhorova, L.N. Stroganova, V.I. Fedotov, S.V. Fedotov// VSU BULLETIN, SERIES: GEOGRAPHY. GEOECOLOGY, 2014, No. 4, pp. 68-126

3. Bulygin N.E. Phenological observations on woody plants. Manual on conducting studies.-scientific research. — L.: LTA, 1979. — 96 p.

4. Global warming in Russia: facts and figures from Roshydromet. – URL:<https://voop-rf.ru/tpost/fnzxjldn11-globalnoe-poteplenie-v-rossii-fakti-i-ts> ?ysclid=m9fy3uqk2828759390 (Accessed 12.03. 2024).

5. Voronezh climate: 2024 is the second warmest year in the history of observations. – URL: <https://www.gismeteo.ru/news/weather/klimat-voronezha-2024-j-god-vtoroj-samyj-tjoplyj-v-istorii-nabljudenij/?ysclid=m9fxxgv44c723085679> (Accessed 12.03. 2024).

6. Losev A.P., Zhurina L.L. Agrometeorology. - M. KolosS, 2003.

7. Ped D.A. On determining the dates of a steady transition of air temperature through certain values // Meteorology and hydrology. 1951. No. 10. pp. 38-39

8. Perevedentsev Yu.P. and others. Climatic changes in the steppe regions of Russia and their consequences for the agricultural sphere/ Yu.P. Perevedentsev, V.N. Pavlova, N.A. Mirsaeva, A.A. Nikolaev, M.Sh. Tagirov// X International Symposium "Steppes of Northern Eurasia". May 28 – June 2, 2024. Orenburg, Russia.