

СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ НЕКОТОРЫХ ХВОЙНЫХ ВИДОВ В Г. ВОРОНЕЖ В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД 2024 ГОДА

Ю.В. Чекменева, И.Е. Кузнецова, А.А. Виноградова

Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова,
г. Воронеж, Россия, e-mail: yuliya-chekmeneva@yandex.ru

Аннотация. В работе представлены результаты изучения метеорологических условий вегетационного периода 2024 года и анализ их влияния на фенологическое развитие некоторых хвойных видов, растущих в г.Воронеж. Определены термические условия вегетационного периода 2024 года, проведен расчет сумм активных и эффективных температур, соответствующих началу фенофаз.

Ключевые слова. Хвойные виды, фенологическое развитие, вегетационный период, сумма активных и эффективных температур.

SEASONAL DEVELOPMENT OF SELECT CONIFEROUS SPECIES IN VORONEZH DURING THE VEGETATION PERIOD OF 2024

Yu.V. Chekmeneva, I.E. Kuznetsova, A.A. Vinogradova

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,
Voronezh, Russia, e-mail: yuliya-chekmeneva@yandex.ru

Abstract. The paper presents the results of a study of the meteorological conditions of the growing season of 2024 and an analysis of their impact on the phenological development of some coniferous species growing in Voronezh. The thermal conditions of the growing season of 2024 were determined, the sums of active and effective temperatures corresponding to the beginning of phenophases were calculated.

Keywords: coniferous species, phenological development, vegetation period, sum of active and effective temperatures.

Введение

Одним из актуальных направлений исследований являются наблюдения за фенологическим развитием растений и выявление их реакции на колебания погодных факторов. Фенологические показатели развития растений, сдвиги в сроках наступлений фенофаз под влиянием изменения погодных условий позволяют использовать растения в качестве феноиндикаторов изменения климата [5].

В последние десятилетия в условиях нарастающего изменения климата оценка состояния городских насаждений невозможна без исследования сезонного развития растений [4].

Цель исследования - изучение фенологического развития деревьев *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, *Metasequoia glyptostroboides* Hu & W.C. Cheng, *Pinus sylvestris* L. растущих в городских посадках центрального района г.Воронеж в течение вегетационного периода 2024 г.

Задачи:

1. провести сравнительный анализ фенологического развития генеративных и вегетативных органов хвойных видов, произрастающих в придорожных посадках Центрального района г.Воронеж;
2. оценить термические условия вегетационного периода 2024 года, определить среднесуточные температуры воздуха, суммы активных и эффективных температур, соответствующие наступлению фенологических фаз разных видов.

Объекты и методика исследований.

Объекты исследования — голосеменные древесные виды, растущие в городских посадках. Псевдотсуга Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) — интродуцент из западной части Северной Америки (восемь деревьев). Метасеквойя глиптостробусовая (*Metasequoia glyptostroboides* Hu & W.C. Cheng) — интродуцент из Китая (три дерева). Аборигенный вид сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) — три дерева. Возраст *P. menziesii* и *P. sylvestris* 38 – 45 лет, *M. glyptostroboides* 15 – 20 лет. Деревья растут в рядовых и групповых посадках, прилегающих к автомобильным дорогам.

Наблюдение за фенологическим развитием проведено по методике Булыгина Н.Е. Расчет среднесуточных температур (ССТ, °C) сумм активных (САТ, °C) и эффективных температур воздуха (СЭТ, °C) произведено по методике Лосева А.П., Журниной Л.Л. [3]. Активная температура — среднесуточная температура воздуха выше биологического минимума развития культуры. Эффективная температура — среднесуточная температура воздуха, уменьшенная на значение биологического минимума

Для развития растений наиболее важным фактором является теплообеспеченность, которая характеризуется суммой активных температур, и вычисляется как сумма среднесуточных температур воздуха за период времени, в течение которого среднесуточная температура равнялась выше 5, 10 или 15 °C, т.к. для каждого из растений существуют свои минимальные температуры. Весной в умеренном климате при прохождении порога ССТ = +5°C растения выходят из состояния покоя, вступая в период вегетации.

Результаты и обсуждение

В настоящее время все чаще проявляются погодные аномалии, оказывающие негативное влияние на древесно-кустарниковые насаждения. Превышение нормативного значения средней годовой температуры (+7,5 °C) в 2024 году составило 1,7 °C (+9,2 °C), при этом год характеризовался значительным дефицитом осадков - 381 мм при среднем многолетнем значении 572 мм (отрицательная аномалия 67 %). Данный год являлся самым засушливым за последние 75 лет (с 1949 года). [2].

Аномально раннее начало вегетационного периода в 2024 году началось с перехода среднесуточной температуры воздуха через 0°C в конце первой декады марта (09.03), а с 20 марта среднесуточные температуры стали превышать пороговые значения +5 °С, начался рост сумм активных (САТ) и эффективных температур (СЭТ). Последующее похолодание и падение ССТ до 0°C с 24 по 26 марта не остановило начала сезонного развития у наблюдаемых растений (табл.1).

Набухание почек у деревьев *M. glyptostroboides* и *P. sylvestris* отмечено в близкие сроки 24 и 26 марта при одинаковых показателях сумм активных и эффективных температур (САТ = 19.5 °С и СЭТ = 5,5 °С). Значения ССТ были близки к 0 °С (0.1 и 1.1°C). Для наступления этой фазы *P. menziesii* необходимо большее количество накопленного тепла. Ранняя фенофаза зафиксирована в конце второй декады апреля (19.04), поздняя — в середине третьей декады апреля (26.04) при САТ = 14.1/20.0°C и СЭТ = 212.7/ 274.5 °С. Этот период сопровождался резким аномальным потеплением, значения ССТ перешли пороговые значения выше +10 °С в конце второй декады апреля (19.04). Превышение следующего порога +15°C среднесуточными температурами установлено в середине третьей декады апреля (26.04). Средняя месячная температура апреля (+14,6 °С) на 5,9 °С превысила климатическую норму (+8,7 °С) [2].

Развержение почек у деревьев *P. sylvestris* зарегистрировано в конце марта (29.03) при САТ = 47.4°C и СЭТ = 22.4°C. Среднесуточная температура превысила пороговые значения в +10°C. У *M. glyptostroboides* раннее наступление фенофазы зафиксировано в конце первой декады апреля (08.04), позднее — в начале второй декады апреля (13.04), при САТ = 166.4 /276.6 °С и СЭТ = 91.4/171.6 °С. Среднесуточная температура в эти сроки перешла пороговое значение в +15°C. Расхождение почечных чешуй у деревьев *P. Menziesii* зафиксировано в конце апреля у ранней феноформы (26.04) и в начале мая — у поздней (2.05), при САТ = 439.2 и 520.8 °С; СЭТ = 274,2 – 335,8°C. В этот период среднесуточная температура воздуха достигла 20°C. В начале мая (02.05) похолодало и значения ССТ опустились до 13.6°C.

Начало роста побегов у деревьев ранней феноформы *P. sylvestris* зарегистрировано в середине первой декады апреля (05.04) при ССТ = 4.7 °С. Деревья поздней феноформы вступили в фазу в начале второй декады апреля (11.04) при САТ = 130.1 и 224.1 °С; СЭТ = 10,1 – 44.1°C. Ранняя фенодата у деревьев *M. glyptostroboides* установлена в конце первой декады апреля (11.04), поздняя — в конце второй декады апреля (19.04) при САТ = 224.1/342.4°C; СЭТ = 44.1 – 82.4 °С. Для начала линейного роста побегов *P. Menziesii* потребовалось большее количество тепла. Раннее наступление фенофазы отмечено в конце апреля (28.04), позднее — в начале мая (4.05) при САТ = 472,4/541.1°C и СЭТ = 122.4 – 141.1 °С. В этот период наступило резкое похолодание, и значения ССТ опустились с 14.7 до 6.5°C. Абсолютный минимум зафиксирован 4 мая –2.4 °С и 10 мая –1,8 °С. Значения являются абсолютным минимумом для соответствующих дат) [1].

Таблица 1 – Фенологическое развитие хвойных видов и температурные показатели вегетационного периода в г.Воронеж 2024 г.

Развитие вегетативных побегов					
Набухание почек					
Вид	дата наступления		ССТ,°С	САТ,°С	СЭТ, °С
	ранняя	поздняя			
<i>M.glyptostroboides</i>	24.03		0.1	19.5	5,5
<i>P. sylvestris</i>	26.03		1.1	19.5	5,5
<i>P.menziesii</i>	19.04	26.04	14.1 / 20.0	337.7 / 434.5	212.7 / 274.5
Разверзание почек					
<i>M.glyptostroboides</i>	8.04	13.04	17.1 / 14.4	166.4 / 276.6	91.4 / 171.6
<i>P. sylvestris</i>	29.03		11.4	47.4	22.4
<i>P.menziesii</i>	26.04	2.05	20.0 / 13.6	439.2 / 520.8	274.2 / 335.8
Начало линейного роста побегов					
<i>M.glyptostroboides</i>	11.04	19.04	20.6 / 14.1	224.1 / 342.4	44.1 / 82.4
<i>P. sylvestris</i>	5.04	11.04	4.7 / 20.6	130.1 / 224.1	10.1 / 44.1
<i>P.menziesii</i>	28.04	4.05	14.7 / 6.5	472.4 / 541.1	122.4 / 141.1
Окончание линейного роста побегов					
<i>M.glyptostroboides</i>	13.06		21.2	1171.4	441.4
<i>P. sylvestris</i>	15.06		20.3	1210	460
<i>P.menziesii</i>	21.06		17.3	1335.5	525.5
Охвоение побегов					
<i>M.glyptostroboides</i>	16.04		10.5	294.3	64.3
<i>P.sylvestris</i>	15.05		8.7	594.3	154.3
<i>P.menziesii</i>	28.04	4.05	14.7 / 6.5	472.4 / 541.1	122.4 / 141.1
Завершение роста и вызревания хвои					
<i>M.glyptostroboides</i>	7.07	15.07	22.2 / 27.3	1693.5 / 1893.3	683,3/ 723.5
<i>P.sylvestris</i>	21.06		17.3	1335. 5	525.5
<i>P. menziesii</i>	13.06		21.2	1171.4	441.4
Расцвечивание хвои					
<i>M.glyptostroboides</i>	29.10		8.4	-	-
Опадение хвои					
<i>M.glyptostroboides</i>	6.11		0.1	-	-
Развитие генеративных побегов					
Начало пыления микростробилов					
<i>P.sylvestris</i>	26.04	2.05	20 / 13.6	428 / 520.8	273 / 335.8
<i>P. menziesii</i>	14.04	17.04	14.6 / 16.4	259.4 / 299.5	164.4 / 189.5
Начало «цветения» мегастробилов					
<i>P.sylvestris</i>	26.04	2.05	20 / 13.6	428 / 520.8	273 / 335.8
<i>P. menziesii</i>	15.04		13.2	272.6	172.6

Окончание пыления микростробилов					
<i>P.sylvestris</i>	6.05	10.05	13 / 8.3	546.8 / 562.5	351.8 / 362.5
<i>P. menziesii</i>	19.04	22.04	14.1 / 12.9	331.2 / 372.7	211.2 / 237.7
Окончание «цветения» мегастробилов					
<i>P.sylvestris</i>	6.05	10.05	13 / 8.3	546.8 / 562.5	351.8 / 362.5
<i>P. menziesii</i>	21.04		17.3	359.8	229.8
Созревание шишек					
<i>P.sylvestris</i>	18.09		17,2	3293.4	2363.4
<i>P. menziesii</i>	6.09		16.9	3052.5	2182.5

Завершение роста побегов в середине июня отмечено у *M. glyptostroboides* (13.06, при САТ = 1171.4 °С и СЭТ = 441.4°С) и *P. sylvestris* (15.06, при САТ = 1210 °С и СЭТ = 460°С). У деревьев *P.menziesii* рост побегов завершился в начале третьей декады июня при САТ = 1335.5 °С и СЭТ = 525.5°С.

Начало охвоения у *M.glyptostroboides* отмечено в середине апреля (16.04) при САТ = 294 °С и СЭТ = 64.3 °С. Рост хвой у деревьев *P.menziesii* зафиксирован в конце апреля (28.04 – ранняя фенодата) и начале мая (04.05 –поздняя). В эти даты значения САТ = 472.4/ 541.1 °С и СЭТ= 122.4 и 141.1 °С. На рост побегов и хвой пришелся период похолодания. Вызревание хвой отмечено в начале второй декады июня (13.06) при САТ = 1171.4 °С и СЭТ = 441.4 °С.

В связи с биологической особенностью *P.sylvestris* рост хвой начинается после окончания роста побегов, в начале лета. В 2024 году начало фенофазы зафиксировано в середине мая (15.05) при более высоких значениях сумм температур (САТ = 594.3 °С и СЭТ= 154.3 °С) по сравнению с *M. glyptostroboides* и *P. menziesii*. Завершение роста и вызревание хвой отмечено в начале третьей декады июня (21.06) при САТ = 1335.5 °С и СЭТ = 525.5°С.

У деревьев хвоепадной и веткопальной *M. glyptostroboides* ранняя фенодата роста хвой отмечена в первой декаде июля (07.07), поздняя – в середине июля (15.07) при САТ = 1693.5 / 1893.3 °С и СЭТ = 683.3 / 723.5 °С. Расцвечивание хвой началось в конце октября (28.10) при среднесуточной температуре ССТ = 8.4°С. В этот период ССТ температуры имеют показатели, ниже порогового уровня + 10 °С, поэтому подсчет сумм температур не производился. С наступлением первых заморозков в середине первой декады ноября (06.11) началось опадение хвой при ССТ = 0.1 °С.

Сезонное развитие генеративной сферы у деревьев *M. glyptostroboides* не отмечено. У деревьев *P.menziesii* фенологическое развитие генеративных органов происходит до распускания ростовых почек. Для начала пыления данному виду нужно небольшое количество тепла. Начало пыления микростробилов зафиксировано в середине апреля (14.04 – 16.04) при САТ =259.4 / 299.5°С и СЭТ = 164.4 / 189.5°С. В этот период ССТ превысили порог +10 °С (ССТ = 14.6/16.4°С). Пыление продлилось 5-6 дней. Начало рецептивной фазы макростробилов зафиксировано в середине апреля с 15.04 при САТ =272.6°С и СЭТ = 172.6°С. Длилась фенофаза 7 дней и закончилась в начале третьей декады апреля (21.04) при САТ =359.8°С. и СЭТ = 229.8°С.

P. sylvestris отличается более поздним прохождением фенофаз генеративных органов, после начала роста побегов. Пыление микростробилов зафиксировано в конце апреля (26.04)

– начале мая (02.05) при САТ = 428 / 520.8°C и СЭТ = 273 / 335.8°C. Продолжительность фенофазы 9-11 дней. Окончание пыления пришлось на поздние весенние заморозки с 6 по 10 мая ССТ = 20/13.6°C. Начало и окончание рецептивной фазы мегастробилов у *P. sylvestris* отмечено в те же сроки, что и пыление, при одинаковых показателях температуры, с одинаковой продолжительностью 9-11 дней.

Созревание и раскрытие шишек у *P. sylvestris* отмечено в конце второй декады сентября (18.09) при САТ = 3293.4 и СЭТ = 2363.4°C на второй год после опыления. У *P. Menziesii* шишки созревают в первый год. В 2024 году в начале сентября (06.09) при САТ = 3052.5 и СЭТ = 2182.5°C.

Сентябрь продемонстрировал максимальные значения средней температуры и минимальное количество осадков в многолетнем ряду наблюдений. Средняя температура осеннего периода (+10,3 °C) достигла рекордно высокого значения и превысила норму (+7,2 °C) на 3,1 °C. По количеству осадков осенний период характеризовался как очень сухой, с суммарным количеством влаги, незначительно превышающим половину сезонной нормы.

Выводы:

1. Установлены даты перехода пороговых значений ССТ в 2024 г. в условиях г.Воронеж. Определены суммы активных и эффективных температур, соответствующие началу фенологических фаз у изучаемых видов.

Раннее развитие вегетативной сферы, сопровождающееся переходом ССТ выше +5 °C, характерно деревьям *P. sylvestris* и *M.glyptostrobooides* – это середина третьей декады марта (24.03 и 26.03). Данному периоду соответствовали низкие значения САТ = 19.5 °C и СЭТ = 5,5 °C. Позже на 24 - 31 день, в зависимости от ранней (19.04) или поздней феноформы (26.04), началась вегетация у *P.menziesii*. Значения САТ = 14.1/20 °C и СЭТ = 212.7/ 274.5 °C сопровождались аномально быстрым переходом ССТ через пороговые значения +10, +15 и +20 °C.

2. Для начала развития генеративной сферы низкое количество тепла необходимо деревьям *P.menziesii* — САТ = 259.4/299.5°C и СЭТ = 164.4 / 189.5°C - для ранней и поздней феноформы (14.04 и 17.04) соответственно. Более высокая теплообеспеченность требуется деревьям *P. sylvestris*. Значения САТ = 428/520.8°C и СЭТ = 273 / 335.8°C соответствуют ранней (14.04) и поздней (17.04) феноформам.

3. Установлены резкие колебания ССТ температур для городских условий вегетационного периода 2024 года: аномально высокие для начала вегетации (март-апрель) и аномально низкие (заморозки в первой декаде мая при абсолютном минимуме -2.4°C). В связи с этим, устойчивость городских насаждений может быть обеспечена использованием видов с разной ритмикой развития вегетативной и генеративной сферы. Высокая адаптивность древесных растений *P. sylvestris*, *P.menziesii* и *M.glyptostrobooides* в городских посадках проявляется в вариабельности фенологических форм. Различие между ранней и поздней феноформами составляет: у деревьев *P.menziesii* — 6 - 7 дней; *P. sylvestris* — 4 - 6 дней; *M.glyptostrobooides* — 5 - 8 дней.

Список литературы

1. Аномальные условия вегетационного периода 2024 года // Воронежский областной центр информационного обеспечения АПК URL: <https://vrnikc.ru/news/anomalnye-usloviya-vegetatsionnogo-perioda-2024-goda/> (дата обращения: 19.062024).
2. Климат Воронежа: 2024-й год – второй самый тёплый в истории наблюдений // GISMETEO URL: <https://www.gismeteo.ru/news/weather/klimat-voronezha-2024-j-god-vtoroj-samyj-tjoplyj-v-istorii-nabljudenij/> (дата обращения: 28.12.2024).
3. Лосев А.П., Журина Л.Л. Агрометеорология, - М.КолосС.2003. – 301 с.
4. Татарникова В.Ю., Дашиева О Древесные растения и городская среда// БГСХА, г.Улан- Удж, Р.Ф.) 2009 Актуальные проблемы лесного комплекса, стр. 1-4.
5. Янцер О.В. Основные тренды сезонной динамики растительности города Екатеринбурга в связи с климатическими изменениями // Труды ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет», Екатеринбург 2023.

References

1. Abnormal conditions of the growing season of 2024//Voronezh Regional Center for Information Support APK URL: <https://vrnikc.ru/news/anomalnye-usloviya-vegetatsionnogo-perioda-2024-goda/> (date of reference: 19.062024).
2. The climate of Voronezh: 2024 is the second warmest in the history of observations//GISMETEO URL: <https://www.gismeteo.ru/news/weather/klimat-voronezha-2024-j-god-vtoroj-samyj-tjoplyj-v-istorii-nabljudenij/> (date of reference: 28.12.2024).
3. Losev A.P., Zhurina L.L. Agrometeorology, - M. KolosS.2003. - 301 p.
4. Tatarnikova V.Yu., Dashieva O Woody plants and urban environment//BHSHA, Ulan-Uj, R.F.) 2009 Actual problems of the forest complex, pp. 1-4.
5. Yantser O.V. The main trends in the seasonal dynamics of vegetation in the city of Yekaterinburg in connection with climatic changes//Proceedings of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Pedagogical University," Yekaterinburg 2023.