

ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ,
ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ / FORESTRY, FORESTRY, FOREST CROPS, AGROFORESTRY,
LANDSCAPING, FOREST PYROLOGY AND TAXATION

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.50.5>

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ «ЦВЕТЕНИЯ» И СОЗРЕВАНИЯ ШИШЕК СОСНЫ
ОБЫКНОВЕННОЙ В ОРЕНБУРГСКОМ РАЙОНЕ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Научная статья

Ангальт Е.М.^{1,*}, Калякина Р.Г.², Садыков Э.В.³, Усольцев В.А.⁴

¹ ORCID : 0000-0002-8401-8288;

² ORCID : 0000-0001-8892-0669;

³ ORCID : 0009-0007-0503-353X;

⁴ ORCID : 0000-0003-4587-8952;

^{1,2,3} Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Российская Федерация

⁴ Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (elenaangalt[at]mail.ru)

Аннотация

Фенологические наблюдения позволяют определить реакцию древесных растений на изменение природно-климатических условий. В статье приведен анализ наступления фенологических фаз сосны обыкновенной в Оренбургском районе Оренбургской области. Изучена зависимость наступления фенодат от некоторых природно-климатических факторов за 42-летний период. В процессе исследований было выявлено, что на сроки цветения оказывал влияние не только температурный режим текущего вегетационного периода, но и водный режим предыдущего (периода закладки генеративных почек) и текущего вегетационных периодов. Скорость накопления положительных температур текущего года также влияла на сроки массового образования и созревания семян. Количество осадков не влияло на сроки наступления фенологических фаз. Прослеживается цикличность в динамике наступления фенологических дат, особенно массового зацветания и массового формирования.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, фенологические наблюдения, генеративные органы, гидро-термический режим.

PHENOLOGICAL FEATURES OF "FLOWERING" AND RIPENING OF COMMON PINE CONES IN THE
ORENBURG DISTRICT OF ORENBURG OBLAST

Research article

Angalt Y.M.^{1,*}, Kalyakina R.G.², Sadikov E.V.³, Usoltsev V.A.⁴

¹ ORCID : 0000-0002-8401-8288;

² ORCID : 0000-0001-8892-0669;

³ ORCID : 0009-0007-0503-353X;

⁴ ORCID : 0000-0003-4587-8952;

^{1,2,3} Orenburg state agrarian university, Orenburg, Russian Federation

⁴ Ural State Forestry Engineering University, Ekaterinburg, Russian Federation

* Corresponding author (elenaangalt[at]mail.ru)

Abstract

Phenological observations make it possible to determine the reaction of woody plants to changes in natural and climatic conditions. The article presents an analysis of the occurrence of phenological phases of the common pine in the Orenburg district of Orenburg Oblast. The dependence of phenodates onset on some natural-climatic factors for a 42-year period was studied. In the process of research, it was identified that the flowering dates were influenced not only by the temperature regime of the current vegetation period, but also by the water regime of the previous (period of reproductive buds setting) and current vegetation periods. The rate of accumulation of positive temperatures of the current year also influenced the terms of mass formation and ripening of seeds. The amount of precipitation did not affect the timing of phenological phases. Cyclicity in the dynamics of the occurrence of phenological dates, especially mass flowering and mass formation, can be traced.

Keywords: common pine, phenological observations, generative organs, hydro-thermal regime.

Введение

Одной из важных задач фенологии является изучение закономерностей в периодическом развитии, определение зависимостей от окружающей среды, а также определение влияния почвенно-грунтовых и климатических показателей на периодические явления жизни растений [1]. Фенологические наблюдения используются для установления географических закономерностей сезонного развития природы, что особенно актуально в условиях современного изменения климата Земли. Сезонные ритмы и темпы роста и развития любых растений в первую очередь зависят от климатических условий. Начиная со времен Петра I, многие исследователи в разные годы занимались изучением фенологических явлений в связи с решением задач по учету, сбору и хранению урожая в сельском, лесном, охотничьем и многих других хозяйствах [2]. В текущем столетии при меняющемся климате многие ученые продолжают изучать взаимосвязи и закономерности феноявлений. Например, при сопоставлении проведенной фенологической и

метеорологической периодизации Савченко Г.О. с соавторами на территории степных и луговых биотопов Харьковской области выявили определенные тенденции, а также составили перечень феноявлений, характерных для растительных сообществ исследуемого региона [3]. Бухарова Е.В., Куркина И.И. проводили фенологические наблюдения в Баргузинском заповеднике. Связь погодных условий с вегетацией растений определялась ими через индекс засушливости, так как он является одним из параметров, которые отражают обеспеченность биотопов влагой. В ходе проведенных исследований авторы установили, что показатели индекса засушливости могут служить объективным инструментом для оценки биотопов и прогнозирования семенной продуктивности растений [4]. Ананина Т.Л. изучала фенологические показатели в Северном Прибайкалье в период с 1955 по 2019 годы. Ею были отмечены определенные климатические сдвиги, заключающиеся в увеличении температур воздуха в конце зимы и начале весны, а также в повышении среднегодовых температур воздуха за исследуемый 65-летний период [5].

Научных исследований в области фенологии хвойных древесных пород искусственного происхождения и, в частности сосны обыкновенной, гораздо меньше. Есть работа по кедру сибирскому и кедру корейскому, проведенная в дендрариях и парках города Уфа (Путенихина К.В., Путенихин В.П.), где авторы делают вывод, что за исследуемый ими 50-летний период намечается сдвиг начальных фаз генеративного развития представителей рода *Pinus* в сторону более раннего их протекания, а заключительных фаз – более позднего [6]. Шестопаловой В.В. в результате 30 лет исследований интродуцированных видов сосны выявлена зависимость прохождения фенологических фаз от генетических характеристик растений, скорости накопления суммы эффективных температур и ряда других факторов [7]. Автономов А.Н. изучал сроки наступления фенофаз у сосны обыкновенной в зависимости от экспозиции склонов [8]. В связи с тем, что на современном этапе научных работ по фенологическим исследованиям искусственных древостоев сосны обыкновенной в Оренбуржье нет, данная тема является актуальной.

Методы и принципы исследования

Естественный ареал сосны обыкновенной охватывает большую часть Евразии, включая Дальний Восток (в т.ч. Северо-Восточный Китай, Северная Монголия) и Западную Европу. Такие ее биологические свойства как нетребовательность к климату и почве, засухоустойчивость, а также высокая адаптивность позволяют интродуцировать данный вид практически во все регионы нашей страны [9].

Объектом нашего исследования являются насаждения сосны обыкновенной, произрастающие на территории ГКУ Оренбургское лесничество (Оренбургский район Оренбургской области).

Данные о сроках наступления фенологических фаз взяты из Журналов записи фенологических наблюдений по Оренбургскому управлению лесного хозяйства, хранящихся в архиве ФБУ «Российский центр защиты леса» – «Центр защиты леса Оренбургской области». В журналах приведен результаты фенологических наблюдений за семеношением с 1968 по 2010 гг., проведенных согласно Указаниям по лесному семеноводству [10], [11]. Данные климатических показателей получены из базы данных Автоматизированной Информационной Системы Обработки Режимной Информации (АИСОРИ) [12]. В процессе нашего исследования фенодаты были переведены в числовые значения, причем за начало отсчета были взяты даты, соответствующие переходу температурного режима через 0°C. Вычисление матрицы коэффициентов парной корреляции проведены в программе MS Excel.

Основные результаты и обсуждение

Особенностью засушливого климата Оренбуржья является, как правило, низкое количество осадков в летние месяцы в сочетании с характером их выпадения, который проявляется, например, в том, что выпавшие осадки в виде ливня, дающие 30-50% всей нормы вегетационного периода, не успевают впитаться в почву. Этому способствует расчлененность рельефа, жаркий и сухой воздух, приводящий к быстрому испарению влаги. Засушливый период может продолжаться в течение 20–25 дней с повторяемостью в 3–4 года [13]. Особенно сильный засушливый период на территории исследования отмечался в 2010 г. В таблице 1 приведены коэффициенты корреляции сроков наступления фенологических фаз сосны обыкновенной на территории Оренбургского района, количества осадков, суммы положительных температур. Сроки зацветания, массового образования и созревания семян сосны обыкновенной слабо зависели от суммы положительных температур текущего года. Количество осадков практически не влияло на сроки наступления фенологических фаз. О незначительности связей также свидетельствует слабая корреляция между гидротермическим коэффициентом Селянинова и сроками наступления фенологических фаз.

Таблица 1 - Зависимость сроков наступления фенологических фаз сосны обыкновенной на территории Оренбургского района от некоторых природно-климатических показателей (коэффициенты корреляции)

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.50.5.1>

Природно-климатические показатели	Фенологическая фаза				
	начало цветения	массовое цветение	конец цветения	массовое образование	массовое созревание
Количество осадков, мм	-0,03	0,02	0,00	-0,08	-0,01
Сумма положительных температур, °С	-0,22	-0,16	-0,10	-0,20	-0,20

ГТК Сеянинова текущего года	0,14	0,10	0,07	0,07	-0,11
Минимальное значение стока в бассейне р. Урал за текущий год, м ³ /с	0,08	0,13	0,25	0,03	-0,15
Минимальное значение стока в бассейне р. Урал за предыдущий год, м ³ /с	0,20	0,23	0,33*	0,07	-0,21

В условиях Оренбургского района основным источником влаги для сосны обыкновенной являются грунтовые воды. Для данной породы в условиях южных черноземов характерна стержневая корневая система, которая дает возможность успешно пережить засушливые периоды без значительных потерь для водного режима. Особенно важно поддержание водообмена для развития генеративных органов сосны, ввиду длительности их репродуктивного процесса, генеративные этапы которого длятся в течение трех вегетационных периодов и в каждом из них должно осуществляться нормальное питание.

Об уровне грунтовых вод можно судить по величине стока на территории произрастания данной породы. Значение коэффициента корреляции между минимальным значением стока в бассейне р. Урал в предыдущий год и датой цветения достигало 0,33 (положительная умеренная связь), в текущий год – 0,25. Данный факт свидетельствует, что развитие женских шишек зависит не только от условий в период оплодотворения, но и условий в период закладки генеративных почек (табл. 1).

Прослеживается цикличность в динамике наступления фенологических дат, особенно массового зацветания и массового формирования, что согласуется с данными Г.Е. Комина, И.С. Мелехова, С.Н. Санникова, Н.С. Санниковой [14], [15], [16]. На рисунке 1 представлены отклонения фенологических дат от средней за рассматриваемый период. Четко выделяется период с 1983 по 1993 гг., в котором фенологические явления наступают позже. До и после этого периода отмечен сдвиг наступления фенодат на более ранний срок. Для определения более точной величины цикла требуется больший объем данных. Вероятно, цикл длится более двадцати лет (два цикла солнечной активности).



Рисунок 1 - Отклонение фенологических дат (дней) от средней даты
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.50.5.2>

Продолжительность процесса образования и созревания семян в шишках сосны за рассматриваемые 42 года сократился более чем на декаду, что можно связывать не только с климатическими изменениями (аридизацией климата), но и с вызываемыми ими изменениями гидрологического режима. При этом за рассматриваемый период дата перехода температуры через 0°C сдвинулась на более поздние сроки – на 7 дней. Анализируя данный факт, можно предположить, что сосна обыкновенная приспосабливается к новым климатическим условиям, проявляя высокий адаптационный потенциал.

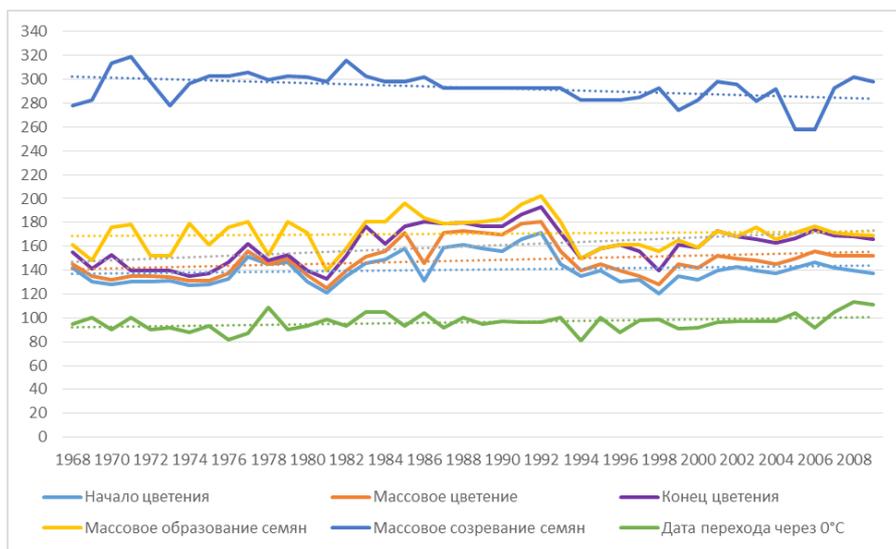


Рисунок 2 - График наступления генеративных фенофаз сосны обыкновенной на территории Оренбургского района
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.50.5.3>

Заключение

В условиях сурового резко континентального климата сосна обыкновенная является перспективной древесной породой ввиду её устойчивости к засухе и перепадам температур. Сдвиги и изменение продолжительности фенологических фаз развития генеративных органов свидетельствует об экологической пластичности данной породы. Сокращение сроков образования и созревания семян в шишках с запасом компенсирует сокращение срока вегетационного периода. Наличие зависимости сроков плодоношения от показателей гидрологического режима свидетельствует о том, что для успешного восстановления данной породы необходимо не только мониторинг насаждений, но и мониторинг уровня грунтовых вод. Данные об изменении гидрологического режима также должны учитываться при составлении прогнозов урожайности сосны обыкновенной.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Шнелле Ф. Фенология растений / Ф. Шнелле, пер. с нем. М. Д. Денисовой, Е. В. Эллади. — Л. : Гидрометеиздат, 1961. — 259 с.
2. Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ : методические указания / И. Н. Бейдеман. — Новосибирск : Сиб. отд. «Наука», 1974. — 155 с.
3. Савченко Г. А. Итоги фенологических наблюдений за растениями степных и луговых биотопов РЛП «Великобурлукская степь» и НПП «Двуречанский» / Г. А. Савченко, В. И. Ронки, В. Г. Клетенкин [и др.] // Вестник Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина. — 2017. — Вып. 28. — С. 187–195.
4. Бухарова Е. В. Мониторинг фенологических явлений в жизни растений в Баргузинском заповеднике / Е. В. Бухарова, И. И. Куркина // Вестник БГУ. Биология, география. — 2018. — № 1. — С. 17–26.
5. Ананина Т. Л. Фенологические сдвиги в меняющемся климате (Северное Прибайкалье) / Т. Л. Ананина // Мониторинг состояния природных комплексов и многолетние исследования на особо охраняемых природных территориях. — 2020. — Вып. 4. — С. 16–20.
6. Путенихина К. В. Фенология «цветения» и созревания шишек у кедровых сосен и сосны обыкновенной в городе Уфе / К. В. Путенихина, В. П. Путенихин // Вестник БГПУ им. М. Акмуллы. — 2023. — № 1(66). — С. 69–75.
7. Шестопалова В. В. Особенности роста, развития и устойчивости видов сосновых в условиях ботанического сада Воронежского госуниверситета / В. В. Шестопалова // Вестник ВГУ. — 2003. — № 1. — С. 89–95.
8. Автономов А. Н. Фенология сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на склоновых землях экзогенного типа / А. Н. Автономов // Вестник БГАУ. — 2014. — № 1(29). — С. 78–80.
9. Ангалыт Е. М. Биологические особенности и состояние *Pinus sylvestris* L. в урбанизированной среде (на примере г. Оренбурга) : дис. ... канд. биол. наук / Е. М. Ангалыт. — Оренбург, 2014. — 143 с.
10. Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации (утв. Рослесхозом 11.01.2000) // Гарант. — URL: <https://base.garant.ru/71332128/> (дата обращения: 22.05.2024).

11. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / Совет ботанических садов СССР. — М. : ГБС АН СССР, 1975. — 27 с.
12. Автоматизированная Информационная Система Обработки Режимной Информации (АИСОРИ). Специализированные массивы для климатических исследований // Метео. — URL: <http://meteo.ru/it/178-aisori> (дата обращения: 22.05.2024).
13. Калякина Р. Г. Лес и климат / Р. Г. Калякина, Е. М. Ангальт, Т. И. Сафонова. — Оренбург : Оренбургский государственный аграрный университет, 2022. — 131 с.
14. Комин Г. Е. Цикличность лесообразовательного процесса / Г. Е. Комин // Лесоведение. — 1993. — № 1. — С. 3–9.
15. Мелехов И. С. Лесоведение / И. С. Мелехов. — М. : Лесн. пром-сть, 1980. — 406 с.
16. Санников С. Н. Экология естественного возобновления сосны под пологом леса / С. Н. Санников, Н. С. Санникова. — М. : Наука, 1985. — 152 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Schnelle F. Fenologija rastenij [Phenology of Plants] / F. Schnelle, translated from German by M. D. Denisova, E. V. Elladi. — Leningrad : Gidrometeoizdat, 1961. — 259 p. [in Russian]
2. Beydyman I. N. Metodika izuchenija fenologii rastenij i rastitel'nyh soobshhestv [Methodology for Studying the Phenology of Plants and Plant Communities] : methodological guidelines / I. N. Beydyman. — Novosibirsk : Siberian Branch of Nauka, 1974. — 155 p. [in Russian]
3. Savchenko G. A. Itogi fenologicheskikh nablyudeniy za rasteniyami stepnykh i lugovykh biotopov RLP «Velikoburlukskaya step'» i NPP «Dvurechanskiy» [Results of Phenological Observations of Plants in the Steppe and Meadow Biotopes of the Velikoburluksky Steppe RLP and the Dvurechansky NPP] / G. A. Savchenko, V. I. Ronki, V. G. Kletenkin [et al.] // Vestnik Kharkovskogo natsional'nogo universiteta imeni V. N. Karazina [Bulletin of Kharkiv National University named after V. N. Karazin]. — 2017. — Vol. 28. — P. 187–195. [in Russian]
4. Bukharova E. V. Monitoring fenologicheskikh yavleniy v zhizni rasteniy v Barguzinskom zapovednike [Monitoring of Phenological Phenomena in the Life of Plants in the Barguzin Nature Reserve] / E. V. Bukharova, I. I. Kurkina // Vestnik BGU. Biologiya, geografiya [Bulletin of BSU. Biology, Geography]. — 2018. — No. 1. — P. 17–26. [in Russian]
5. Ananina T. L. Fenologicheskie sdvigi v menyayushchemsya klimate (Severnoe Pribaykal'e) [Phenological Shifts in a Changing Climate (Northern Pribaikalye)] / T. L. Ananina // Monitoring sostoyaniya prirodnykh kompleksov i mnogoletnie issledovaniya na osobokhozyaystvennykh prirodnykh territoriyakh [Monitoring of Natural Complexes and Long-term Studies in Specially Protected Natural Areas]. — 2020. — Vol. 4. — P. 16–20. [in Russian]
6. Putenikhina K. V. Fenologiya «tsveteniya» i sozrevaniya shishek u kedrovyykh sosen i sosny obyknovnoy v gorode Ufe [Phenology of "Flowering" and Cone Ripening in Siberian Pines and Scots Pines in the City of Ufa] / K. V. Putenikhina, V. P. Putenikhin // Vestnik BGPU im. M. Akmully [Bulletin of BSPU named after M. Akmulla]. — 2023. — No. 1(66). — P. 69–75. [in Russian]
7. Shestopalova V. V. Osobennosti rosta, razvitiya i ustoychivosti vidov sosnovyykh v usloviyakh botanicheskogo sada Voronezhskogo gosuniversiteta [Features of Growth, Development, and Resistance of Pine Species in the Conditions of the Botanical Garden of Voronezh State University] / V. V. Shestopalova // Vestnik VGU [Bulletin of VSU]. — 2003. — No. 1. — P. 89–95. [in Russian]
8. Avtonomov A. N. Fenologiya sosny obyknovnoy (Pinus sylvestris L.) na sklonovykh zemlyakh ekzogenogo tipa [Phenology of Scots Pine (Pinus sylvestris L.) on Slope Lands of Exogenous Type] / A. N. Avtonomov // Vestnik BGAU [Bulletin of BGAU]. — 2014. — No. 1(29). — P. 78–80. [in Russian]
9. Angalt E. M. Biologicheskie osobennosti i sostoyanie Pinus sylvestris L. v urbanizirovannoy srede (na primere g. Orenburga) [Biological Features and Condition of Pinus sylvestris L. in an Urban Environment (on the Example of Orenburg)] : dis. ... PhD in Biology / E. M. Angalt. — Orenburg, 2014. — 143 p. [in Russian]
10. Ukazaniya po lesnomu semenovodstvu v Rossiyskoy Federatsii (utv. Rosleshozom 11.01.2000 [Instructions on Forest Seed Production in the Russian Federation (approved by Rosleskhos on January 11, 2000)] // Garant. — URL: <https://base.garant.ru/71332128/> (accessed: 22.05.2024). [in Russian]
11. Metodika fenologicheskikh nablyudeniy v botanicheskikh sadakh SSSR [Methodology for Phenological Observations in Botanical Gardens of the USSR] / Council of Botanical Gardens of the USSR. — Moscow : GBS AN SSSR, 1975. — 27 p. [in Russian]
12. Avtomatizirovannaya Informatsionnaya Sistema Obrabotki Rezhimnoy Informatsii (AISORI) Specializirovannyye massivyy dlja klimaticheskikh issledovaniy [Automated Information System for Processing Regime Information (AISORI). Specialized Data Sets for Climate Research] // Метео. — URL: <http://meteo.ru/it/178-aisori> (accessed: 22.05.2024). [in Russian]
13. Kalyakina R. G. Les i klimat [Forest and Climate] / R. G. Kalyakina, E. M. Angalt, T. I. Safonova. — Orenburg : Orenburg State Agrarian University, 2022. — 131 p. [in Russian]
14. Komin G. E. Tsiklichnost' lesoobrazovatel'nogo protsessa [Cyclicity of the Forest Formation Process] / G. E. Komin // Lesovedenie [Forestry]. — 1993. — No. 1. — P. 3–9. [in Russian]
15. Melekhov I. S. Lesovedenie [Forestry] / I. S. Melekhov. — Moscow : Forest Industry, 1980. — 406 p. [in Russian]
16. Sannikov S. N. Ekologiya estestvennogo vozobnovleniya sosny pod pologom lesa [Ecology of Natural Regeneration of Pine Under the Forest Canopy] / S. N. Sannikov, N. S. Sannikova. — Moscow : Nauka, 1985. — 152 p. [in Russian]