



DOI 10.21178/2079-6080.2022.2.46
УДК 630*181.8

Сезонное развитие дуба черешчатого в Пригородном лесничестве Воронежской области

© С.А. Крюкова, Е.Е. Кулаков, Л.В. Ширнина, А.Л. Мусиевский

Seasonal development of the pedunculate oak in the Prigorodnoye forestry area of the Voronezh region
S.A. Kryukova, E.E. Kulakov, L.V. Shirnina, A.L. Musievsky (Federal State Budgetary Institution
«All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology»)

The research was carried out on the basis of a series of phenological observations conducted on the territory of the special protected natural area “Amenity forest” of the All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, Voronezh. We studied the development of early and late phenological forms of pedunculate oak of vegetative origin. The study unfolded over three growing seasons (2019–2021) and showed that the time of the different phenological phases varies significantly and depends on the temperature conditions of the growing season. The difference in the beginning of the phenological phases between the early form and the late form of oak can reach 5–35 days, depending on the meteorological conditions of the season. We observed that for the early form 2–4 phenological phases (from bud swelling to leaf unfolding and the beginning of flowering) can fit in one month of April, while for the late form only bud swelling takes place in April. In May, the early form passes 4–5 phases of development (from bud swelling to the end of flowering), the late form – 3–6 phases (from bud swelling to the end of flowering). By June, the phenological development of both forms synchronizes. In July, only the late form continues its development to the fruits growth and development phase. To begin the development in spring the late form needs the 1.5–2 times bigger sum of effective temperatures than the early one. The duration (or the simultaneousness) of the beginning of a certain phase in the groups of trees of two phenofoms is influenced by the temperature conditions of the growing season. Using the method of factor analysis, we established that for the early form there is a strong linear relation ($r = 0.67$) between the sum of effective temperatures (more than $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$) and the beginning of the budburst phase, while the sum of positive temperatures (more than $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$) correlates with the beginning of shoot growth ($r = 0.83$). For the late form, there is a strong relation between

the beginning of the shoot growth phase and the sum of temperatures over $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($r = 0.92$). The temperature factor amounts to 17.5 % of the variability of all characteristics.

Key words: pedunculate oak, phenology, phenological forms, climatic factors, correlation

Сезонное развитие дуба черешчатого в Пригородном лесничестве Воронежской области

С.А. Крюкова, Е.Е. Кулаков, Л.В. Ширнина, А.Л. Мусиевский

Фенологические наблюдения за развитием ранней (Рф) и поздней (Пф) фенологических форм дуба черешчатого порослевого происхождения проведены на территории памятника природы «Лесопарковый участок НИИЛГИС» в черте г. Воронежа. Материалы, полученные в течение трех вегетационных периодов (2019–2021 гг.), показали, что сроки прохождения отдельных фенологических фаз существенно колеблются и зависят от температурного режима. Разница между датами наступления фенологических фаз Рф и Пф дуба достигает 5–35 суток. Установлено, что в апреле Рф может проходить 2–4 фенофазы (от набухания почек до разворачивания листа и начала цветения), а Пф – только одну (набухание почек). В мае Рф успевает проходить 4–5 фаз развития, а Пф – 3–6 фаз. В июне процесс фенологического развития у обеих форм может синхронизироваться. В июле только Пф продолжает развитие до фазы роста и развития плодов. Для начала весеннего развития Пф требуется сумма эффективных температур в 1,5–2 раза большая, чем для Рф. На продолжительность вступления групп деревьев двух феноформ в определенную фазу влияет температурный режим конкретного сезона вегетации. Методом факторного анализа для Рф установлено наличие тесной линейной связи ($r = 0,67$) между суммой эффективных температур (более $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$) и наступлением фазы «развертывание почек», а сумма положительных температур (более $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$) коррелирует с началом роста побегов ($r = 0,83$). Для Пф установлена тесная связь между началом фазы роста побегов и суммой температур более $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($r = 0,92$). Температурный фактор составляет 17,5 % изменчивости всех признаков.

Ключевые слова: дуб черешчатый, фенология, феноформы, климатические факторы, корреляция

Крюкова Светлана Александровна – младший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, канд. с.-х. наук

E-mail: skrukova@bk.ru

Кулаков Евгений Евгеньевич – инженер отдела селекции и семеноводства

E-mail: evgenyukulakov@yandex.ru

Ширнина Лариса Владимировна – ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, д-р с.-х. наук

E-mail: larisashirninina@mail.ru

Мусиевский Александр Леонидович – старший научный сотрудник отдела биоразнообразия, рационального лесопользования и лесовыращивания, канд. с.-х. наук

E-mail: musievsky@mail.ru

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии»

394087, Россия, г. Воронеж, ул. Ломоносова, д. 105

Телефон: (473) 253-71-89

E-mail: ilgis@lesgen.vrn.ru

Введение

У дуба черешчатого, главной лесообразующей породы Центрально-Черноземного региона, хорошо выражено наличие двух фенологических форм (разновидностей), начинающих вегетацию в разные сроки – ранняя (Рф) и поздняя (Пф).

Считается, что началом периода вегетации деревьев является развертывание (раскрытие) почек, а окончанием – полное опадение листьев. Начало пробуждения дуба после зимнего периода зависит от температурного режима весной [1, 2, 7, 11, 12].

В Центрально-Черноземном регионе наиболее полные и длительные исследования по фенологии двух форм дуба проведены в естественных насаждениях двух крупных лесных массивов – Шипов лес и Теллермановская роща. По многолетним наблюдениям Е.И. Еньковой [5], в этих дубравах средний календарный срок раскрытия листовых почек у раннего дуба в период 1950–1960 гг. приходился на 1–3 мая, а у позднего – на 21–24 мая. Была установлена зависимость наступления начальных фаз развития дуба от суммы эффективных и положительных температур: для Рф были необходимы как минимум 95–100 и 200 °С, соответственно, а для Пф – 250 и 450 °С. В Теллермановской роще разница между датами начала вегетации Рф и Пф дуба достигала 14–35 дней, в зависимости от складывающихся метеорологических условий. Даты вступления дуба в ту или иную фенофазу зависели от погодных условий сезона вегетации. Теплая сухая погода способствовала раннему и ускоренному сезонному развитию деревьев, а дождливая и прохладная – запаздыванию прежде всего, первых фенофаз. Интенсивное повышение температуры весной приводило к сокращению сроков начала развития и периода прохождения фенофаз как у отдельных деревьев одной фенологической формы, так и в целом у обеих фенологических форм. Напротив, резкое похолодание вызывало задержку в развитии обеих форм дуба. При равномерном и

быстром накоплении тепла продолжительность вступления деревьев в фазу листораспускания сокращалась, а при затяжной весне и при неравномерном, ступенчатом накоплении суммы температур – удлинялась. Последнее происходит и при значительном промерзании почвы во время бесснежных суровых зим.

В более позднем временном интервале (1967–1969 гг.) в Теллермановской роще В.К. Ширнин [13] установил, что позднему дубу для начала вегетации требовалось 262–309 °С эффективных температур и 480–525 °С – положительных, а раннему – соответственно 92–148 и 260–277 °С.

Такая разница в сроках наступления первой фазы вегетации у двух форм дуба, по мнению Д.П. Викторова [4], обусловлена биохимическим составом тканей почек. Для выхода почек позднего дуба из периода глубокого покоя требуется воздействие более высоких положительных температур потому, что в них содержится жиров на 25 % больше, чем у раннего. В отдельные календарные годы интервал между раскрытием почек наиболее ранних и поздних деревьев дуба достигает 30 и более суток.

Изучение сезонного развития растений является актуальным научным направлением, позволяющим решать вопросы их биологии, экологии и сопоставлятьхождение фенологических фаз с другими показателями развития и состояния древесных растений. Ежегодные фенологические наблюдения за развитием двух феноформ дуба, сопоставленные с метеонаблюдениями большого ряда вегетационных сезонов, позволили составить модели прогноза сроков начала их листораспускания [6], появления инфекционных болезней [14] и вредителей [11], нарушающих рост, развитие и продуктивность растений.

Материалы и методы исследования

Фенологические наблюдения в течение трех сезонов (2019–2021 гг.) проводились на территории лесопаркового участка

ВНИИЛГИСБиотех (56 квартал Пригородного лесничества Правобережного участкового лесничества Воронежской области; г. Воронеж), где в составе смешанных насаждений естественно произрастают Рф и Пф дуба че-

решчатого (табл. 1). Характеристика местопроизрастания смешанного древостоя: рельеф ровный, тип леса дубняк осоко-снытьевый, тип лесорастительных условий – судубрава свежая (С₂Д).

Таблица 1

Таксационное описание насаждений лесопаркового участка ВНИИЛГИСБиотех

Номер выдела	Площадь, га	Состав древостоя, подрост, подлесок	Возраст, лет	Бонитет, класс	Полнота, ед.
31	1,8	4ДНП4ЛП2ЛП+КЛО+КЛП Подрост: 5КЛО3КЛП2ЛП Подлесок: ЛЩ	95 (ДНП) 45 (ЛП)	II	0,6
35	4,1	4ДНН1ДНН3ЛП2ЛП+КЛО+ГШ+КЛП Подрост: 4КЛО4КЛП2ЛП Подлесок: ЛЩ БРК	120 (ДНН) 80 (ДНН) 60 (ЛП) 95 (ЛП)	III	0,6
36	1,2	9ДНН1ЛП+КЛП+КЛО+ГШ Подрост: 8КЛП2КЛО Подлесок: ЛЩ БЯР	110 (ДНН) 50 (ЛП)	III	0,6
2	7,1	3ДНП2ДНП3ЛП2ЛП+КЛО+ГШ+КЛП Подрост: 4КЛО4КЛП2ЛП Подлесок: ЛЩ БРК	110 (ДНП) 80 (ДНП) 60 (ЛП) 90 (ЛП)	II	0,6

Примечание. ДНП – дуб черешчатый нагорный порослевой; ДНН – дуб черешчатый нагорный низкоствольный; ЛП – липа мелколистная; КЛО – клен остролистный; КЛП – клен полевой; ГШ – груша лесная; ЛЩ – лещина; БЯР – боярышник; БРК – бересклет бородавчатый

Возраст изучаемых деревьев 80–120 лет, высота 23–30 м, диаметр 34–59 см. Для наблюдений было выбрано 8 деревьев дуба высокоствольного ранней формы и 9 деревьев дуба низкоствольного поздней формы порослевого происхождения.

Фенологические наблюдения проводили визуальным методом с помощью бинокля через 2–5–10 дней, в зависимости от темпов сезонного развития деревьев. Отмечали сроки прохождения восьми фенологических фаз [2]: 1 – набухание почек; 2 – разverzание почек; 3 – начало роста побегов; 4 – развертывание листа и начало цветения; 5 – полное форми-

рование листовой пластинки и массовое цветение; 6 – конец цветения; 7 – созревание листовой пластинки и завязывание плодов; 8 – рост и развитие плодов. Датой наступления той или иной фенофазы у форм дуба считали день, когда в нее вступили 50 % деревьев, у отдельных деревьев – 50 % проявления фенофазы на различных органах дерева – почках, листьях, цветках, плодах.

Значения показателей погоды для Воронежской области заимствованы из интернет-источников [8, 16]. Периоды весны и лета за три года характеризовались следующими показателями.

2019 год. Весна была очень теплой. Её начало пришлось на 17 марта, абсолютный максимум температуры воздуха – на 31 марта (19,2 °С). Климатическое лето началось очень рано – 4 мая и характеризовалось резкими перепадами температур – от аномальной жары июня до рекордно низких ночных температур в июле и августе (+6,1 °С).

2020 г. Весь год был самым теплым за всю историю наблюдений (около ста лет), с теплыми зимой, весной и летом (среднегодовая температура воздуха равнялась +9,4 °С), с большим количеством осадков в мае (75 мм).

2021 год. После самой холодной за по-

следние 9 лет зимы весна была тёплой, с очень неустойчивой температурой воздуха и количеством осадков, на 22 % превышающим норму. Март и апрель были очень сухими и завершились резким похолоданием со снежными зарядами. В мае после 30-градусной жары наступил апрельский холод. Лето было теплым и сухим из-за влияния блокирующих антициклонов. Жаркие дни наблюдались в течение 43 дней – почти половины календарного лета. Сумма осадков превысила норму на 66 %.

Показатели погоды внутри трех сезонов представлены в таблице 2.

Таблица 2
Температурный режим весенних и летних периодов 2019–2021 гг. в г. Воронеже

Месяц	Температура воздуха, °С								
	2019 г.			2020 г.			2021 г.		
	Минимум	Средн.	Максимум	Минимум	Средн.	Максимум	Минимум	Средн.	Максимум
Март	-1,4	1,3	5,0	1,5	5,8	11,3	-3,4	-0,6	3,3
Апрель	4,8	10,2	16,3	2,6	7,5	13,5	3,9	8,9	15,0
Май	11,5	17,1	23,2	8,4	13,4	19,7	10,7	16,1	22,6
Июнь	15,5	22,2	28,8	16,2	21,2	27,2	15,9	21,0	27,0
Июль	13,5	19,1	25,4	15,3	21,9	29,0	17,6	23,9	30,4
Август	13,1	19,4	26,0	13,6	20,1	27,3	17,3	23,9	30,9

Результаты исследований

Анализ погодных данных показал, что периоды вегетации значительно различались по температурному режиму, что отразилось на сезонном развитии дуба черешчатого.

Особенность развития феноформ дуба заключается в том, что отдельные фенологические фазы наступают у разных деревьев не

одновременно, а в течение нескольких дней, что характерно и для наших объектов, независимо от удаленности деревьев одной феноформы друг от друга. Периоды вступления деревьев в определенную фазу развития приведены в таблице 3, данные которой свидетельствуют о значительных колебаниях этих показателей в разные годы.

Таблица 3

Характеристика сезонного развития ранней и поздней феноформ дуба черешчатого в 2019–2021 гг.

Фено-фаза	Годы наблюдения											
	2019 г.				2020 г.				2021 г.			
	Период вступления в фенофазу		Сумма эффективных температур, °С на начало фазы		Период вступления в фенофазу		Сумма эффективных температур, °С на начало фазы		Период вступления в фенофазу		Сумма эффективных температур, °С на начало фазы	
	Даты	Продолжительность, сут.		Даты	Продолжительность, сут.	Даты	Продолжительность, сут.	Даты	Продолжительность, сут.	Даты	Продолжительность, сут.	
Ранняя фенологическая форма												
1	11.04–12.04	1	82,8	25.03–30.03	5	114,3	15.04–21.04	6	128,7			
2	16.04–22.04	6	131,9	30.03–07.04	8	161,4	19.04–28.04	9	167,5			
3	22.04–25.04	3	184,5	03.04–17.04	14	167,9	23.04–04.05	11	202,7			
4	25.04–28.04	3	233,7	28.04–08.05	10	325,9	30.04–07.05	7	260,0			
5	29.04–13.05	14	296,5	08.05–14.05	6	481,9	07.05–11.05	4	360,0			
6	20.05–22.05	2	624,4	18.05–20.05	2	600,3	11.05–14.05	3	401,6			
7	23.05	1	678,2	25.05–03.06	8	674,0	17.05	1	509,2			
8	27.05	1	745,7	15.06	1	1137,9	04.06	1	821,6			
Поздняя фенологическая форма												
1	29.04–11.05	12	296,5	30.03–07.04	8	161,4	04.05–14.05	10	321,7			
2	06.05–13.05	7	382,8	13.04–12.05	29	223,4	14.05–17.05	3	443,5			
3	08.05–16.05	8	421,8	08.05–18.05	10	481,9	17.05–20.05	3	509,2			
4	13.05–20.05	7	503,7	18.05–25.05	7	600,3	20.05–24.05	4	564,7			
5	20.05–23.05	3	624,4	25.05–03.06	9	674,0	26.05–28.05	2	671,0			
6	23.05–27.05	4	678,2	03.06–08.06	5	817,0	28.05–31.05	3	712,3			
7	27.05–05.06	9	745,7	08.06–15.06	7	945,2	09.06	1	904,4			
8	05.06–18.06	13	960,4	15.06–02.07	17	1137,9	20.06	1	1127,8			

Прежде всего, подтверждается более раннее наступление сроков вегетации Рф (март–июнь) по сравнению с Пф (апрель–июль).

Сроки и продолжительность прохождения всех фенофаз заметно варьируют по годам. Например, развёрзание почек у Пф наступило позже, чем у Рф в 2019 г. на 20 суток, в 2020 г. – на 14, в 2021 г. – на 25 суток. Продолжительность этой фазы у Рф колебалась в меньших пределах (6–9 сут.), чем у Пф (3–29 сут.). Подобные явления наблюдались и по другим фенофазам. Среди деревьев, относящихся к одной из феноформ, не выделено групп, развивающихся синхронно из года в год, то есть существует индивидуальная их реакция на изменение погодных условий.

Причины варьирования сроков прохождения каждой фазы установлены на основе анализа температурного режима за пять дней до вступления в определенную фазу и в течение всего периода прохождения фазы фенологического развития деревьев обеих форм.

Таким образом, продолжительность начала и вступления деревьев в очередной этап развития неоднозначно зависит от изменений температуры воздуха. Например, очень быстрое прохождение фазы набухания почек у Рф было обусловлено быстрым нарастанием среднесуточных температур от 2,8 до 15,1 °С к началу вступления деревьев в эту фазу и таким же уровнем тепла в течение двух дней, когда все деревья дружно прошли эту стадию развития. По той же причине и с такой же скоростью деревья Рф прошли фазы 7 и 8. Растягивание сроков полного формирования листовой пластинки и цветения произошло из-за снижения температуры после вступления деревьев в данные фазы. Подобная зависимость была характерна и для Пф.

Поскольку разные сезоны характеризуются различным ритмом изменений температурного режима, в одни годы отдельные фенофазы проходят в ускоренном режиме, а в другие – в замедленном. В целом такая изменчивость наблюдается также в весенний и

летний периоды. Так, деревья Рф в 2019 г. в апреле прошли 5 фенологических фаз (от набухания почек до полного формирования листовой пластинки и массового цветения) в сжатые сроки для каждой из них. В 2021 году, в апреле Рф прошла только 4 фенофазы – от набухания почек до разворачивания листа и начала цветения. В 2020 году, несмотря на раннее наступление вегетации дуба, фенологическое развитие этой формы дуба носило затяжной характер. Для развития Пф характерен ускоренный темп прохождения фенофаз – от 3 до 6 фаз за один месяц, что обусловлено более теплыми условиями периода сезона – в мае.

Для выявления степени влияния погодных факторов на фенологию дуба был применён факторный анализ. Данный метод позволяет определить взаимосвязи исследуемых показателей.

В качестве предикторов были использованы:

- для Рф дуба – средняя дата вступления в фенофазу (СРД), её стандартное отклонение (СТОТ), средняя температура весны (СТВ), температура апреля до наступления фенофазы (СТА), сумма осадков в апреле (СОА), гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова для апреля (ГТКА), показывающий уровень влагообеспеченности территории и учитывающий соотношение суммы осадков и суммы температур за определённый период [15], сумма температур выше 3 °С (СТВ3), сумма температур выше 5 °С (СТВ5), сумма температур выше 8 °С (СТВ8), сумма температур выше 10 °С (СТВ10);

- для Пф дуба – средняя дата вступления в фенофазу (СРД), стандартное отклонение (СТОТ), средняя температура весны (СТВ), температура апреля (СТА) и мая (СТМ) до наступления фенофазы, сумма осадков апреля (СОА) и мая (СОМ), гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова для апреля (ГТКА) и мая (ГТКМ), сумма температур выше 3 °С (СТВ3), сумма температур выше 5 °С (СТВ5), сумма температур выше 8 °С (СТВ8),

сумма температур выше 10 °С (СТВ10).

В результате проведенных расчетов были получены статистические характеристики ис-

следуемых показателей и фенологических фаз ранней и поздней форм дуба черешчатого (табл. 4).

Таблица 4

Статистические характеристики погодных условий на момент вступления в фенологические фазы дуба черешчатого (средние за период 2019–2021 гг.)

Показатель	Фенологические фазы			
	Набухание почек	Разверзание почек	Начало роста побега	Развертывание листа и начало цветения
Ранняя фенологическая форма				
Средняя дата наступления фенофазы	7.04	11.04	16.04	28.04
Стандартное отклонение, дн.	± 8	± 8	± 9	± 2
СТВ, °С	8,22	8,22	8,22	8,22
СТА, °С	3,23	6,50	7,10	8,60
СОА, мм	1,57	1,26	1,30	1,41
ГТКА	0	0,36	0,70	0,72
СТВ3, °С	54,60	96,30	136,70	263,50
СТВ5, °С	70,50	112,30	148,50	270,80
СТВ8, °С	14,50	28,80	51,30	155,00
СТВ10, °С	0	28,80	45,90	132,30
Поздняя фенологическая форма				
Средняя дата наступления фенофазы	21.04	1.05	11.05	17.05
Стандартное отклонение, дн.	± 11	± 10	± 4	± 3
СТВ, °С	8,22	8,22	8,22	8,22
СТА, °С	152,60	-	-	-
СТМ, °С	-	14,50	183,10	274,30
СОА, мм	27,80	-	-	-
СОМ, мм	-	0,60	29,60	36,60
ГТКА	0,40	-	-	-
ГТКМ	-	0,80	1,61	1,33
СТВ3, °С	54,60	96,30	136,70	263,50
СТВ5, °С	70,50	112,30	148,50	270,80
СТВ8, °С	14,50	28,80	51,30	155,00
СТВ10, °С	0	28,80	45,90	132,30

С помощью корреляционного анализа полученных данных установлено, что весенний устойчивый переход температуры через 5 °С у Рф тесно коррелирует со средней датой наступления фазы разверзания почек ($r = 0,67$). Прогревание воздуха до 8 °С и выше способствует наступлению фазы начала роста побегов ($r = 0,83$).

Для Пф тесная связь выявлена между датами начала роста побегов и устойчивого перехода температур через 8 °С ($r = 0,92$).

Значение суммы эффективных и положительных температур, необходимых для начала вегетации обеих форм, по нашим наблюдениям, варьирует по годам. Однако существует мнение о тенденции к увеличению

этого показателя во времени [3, 9, 10].

На основе полученных нами данных были построены двумерные графики факторных нагрузок (рис.), которые иллюстрируют статистические соотношения между группами переменных. Очевидно, что пер-

востепенное значение для фенологического развития обеих феноформ дуба имеет температурный режим. Определенное влияние оказывают сумма осадков и ГТК апреля, диапазон которых для Пф шире, чем для Рф.

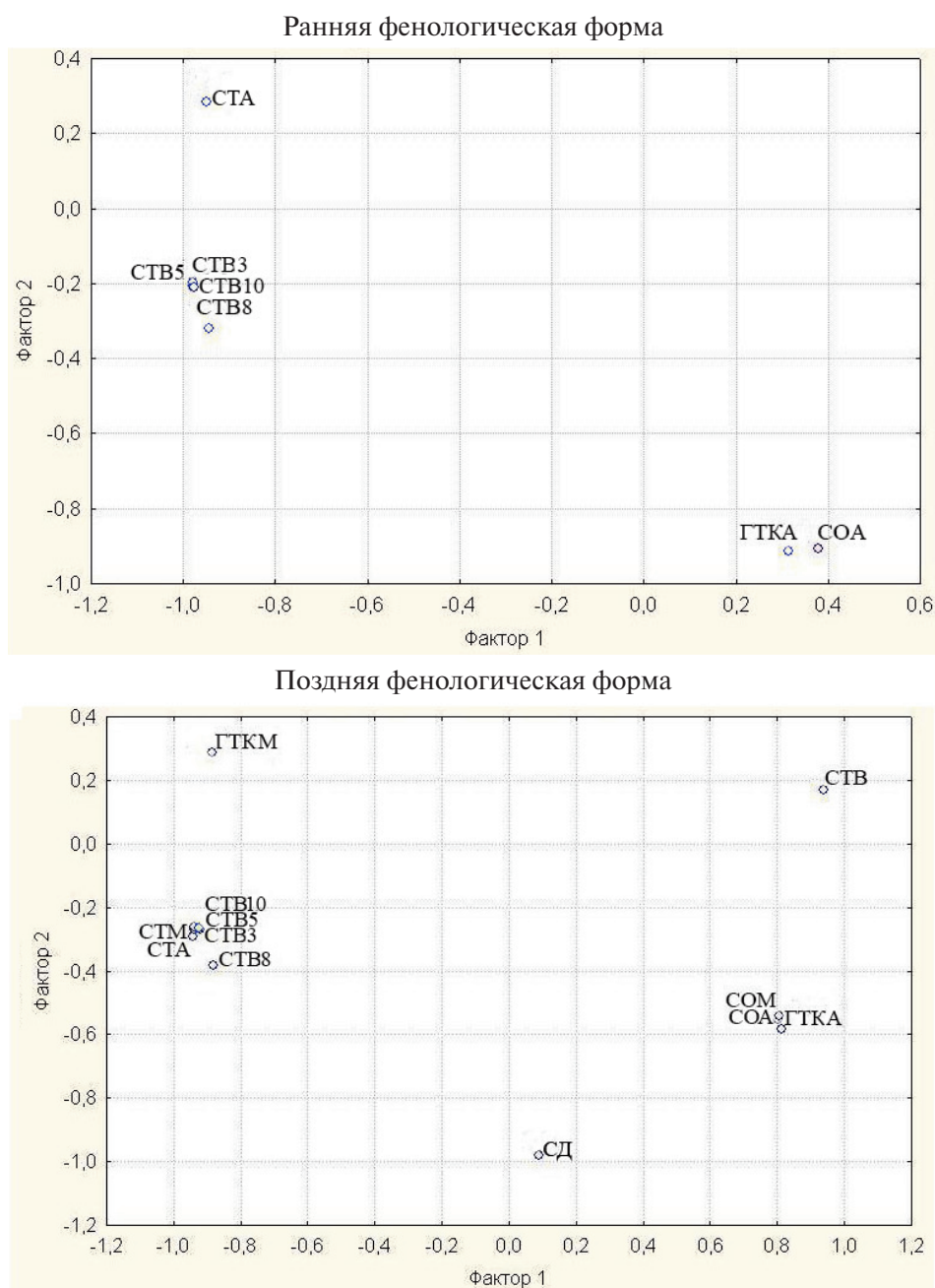


Рис. Связь переменных, влияющих на сроки вступления дуба в фенологические фазы. (Фактор 1 – суммы осадков и ГТК, фактор 2 – температурный режим)

Таким образом, полученные результаты демонстрируют прямую зависимость сроков вступления в фенологические фазы развития деревьев от суммы температур и в менее значительной степени – от суммы и количества осадков. У Рф на долю изменчивости СО и ГТК апреля приходится менее 1 %, у Пф – от 0,2 % (ГТК мая) до 1,8 % (СО в мае). Коэффициент изменчивости для СТ выше 3 °С у ранней и поздней формы составляет 10,4 и 16,4 %, для суммы температур выше 5 °С – 17,1 и 16,4 %, для суммы температур выше 8 °С – 17,2 и 15,5 %, суммы температур выше 10 °С – 16,1 и 12,8 % соответственно. Температурный фактор составляет 17,5 % изменчивости всех признаков.

Выводы

1. Начало роста побегов у ранней фенологической формы дуба черешчатого происходит при достижении суммы эффективных температур 167,9–202,7 °С, у поздней – при 421,8 509,2 °С. Наиболее четкие различия между фенологическими формами наблюдаются по срокам вступления дуба черешчатого именно в эту фазу сезонного развития.

2. Для начала весеннего развития Пф требуется сумма эффективных температур в 1,5–2 раза большая, чем для Рф.

3. Под влиянием метеорологических условий сезона вегетации разница между датами наступления фенологических фаз Рф и Пф дуба составляет 5–35 суток. Так, в 2019 г. набухание почек у Пф начиналось позже чем у Рф на 18 сут., в 2020 г. – на 5 сут., в 2021 г. – на 19 сут.; соответственно разverzание почек – на 20, 14, 25 сут.; начало роста побега – на 16, 35, 24 сут.; развzртывание листа и начало цветения – на 18, 22, 20 сут.; полное формирование листовой пластинки и массовое цветение – на 22, 17, 19 сут.; конец цветения – на 3, 16, 17 сут.; созревание листовой пластинки и завязывание плодов – на 4, 14, 23 суток.

4. С помощью факторного анализа установлена достоверная тесная линейная связь ($r = 0,83$) между температурным режимом сезонов вегетации и датами наступления фенологических фаз у Рф и Пф дуба. Второстепенное значение для фенологического развития дуба имеют сумма осадков и ГТК в апреле ($r = 0,67$).

5. В сценарии прохождения фенологических фаз дуба черешчатого в условиях Воронежской области, при высокой изменчивости сроков начала вступления в очередную фазу и ее продолжительности, период вегетационного сезона в целом остается неизменным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анциферов, Г.И. Методические указания по выделению и изучению фенологических форм дуба черешчатого / Г.И. Анциферов, О.В. Чемарина. – М. : Изд-во ВАСХНИЛ, 1982. – 24 с.
2. Булыгин, Н.Е. Фенологические наблюдения над листовыми древесными растениями: пособие по проведению учеб.-науч. исследований / Н.Е. Булыгин. – Л. : ЛТА, 1976. – 70 с.
3. Васина, А.Л. Анализ многолетних климатических и фенологических данных заповедника «Малая Сосва» (Северное Зауралье) / А.Л. Васина, Г.И. Таланова // Современное состояние фенологии и перспективы её развития. – В сб.: Мат. междунар. научно-практ. конф. – ФГБОУ ВПО Урал, гос. пед. ун-т, Екатеринбург, 2015. – С. 100–111.
4. Викторов, Д.П. Исследование периода покоя почек ранней и поздней форм дуба / Д.П. Викторов // Изв. Воронежского отделения Всесоюз. ботанич. об-ва. – Воронеж : ВГУ, 1960. – С. 17–21.
5. Енькова, Е.И. Теллермановский лес и его восстановление / Е.И. Енькова. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1976. – 216 с.

6. Кулаков, Е.Е. Прогнозирование фазы листораспускания фенологических форм дуба черешчатого / Е.Е. Кулаков, Л.В. Ширнина, А.Л. Мусиевский, С.А. Крюкова // Тр. Санкт-Петербургского науч.-иссл. ин-та лесного хозяйства. – 2021. – № 3. – С. 48–54. – DOI: 10.21178/2079-6080.2021.3.48.
7. Кулыгин, А.А. Рано- и поздне-распускающиеся формы дуба черешчатого и перспективы их использования в лесном семеноводстве / А.А. Кулыгин // Защитное лесоразведение. – Новочеркасск, 1981. – С. 27–32.
8. Мониторинг погоды и климата по городам России, стран СНГ, США и мира. – URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitors.php?id=rus>
9. Сапельникова, И.И. Долговременные изменения некоторых фенологических параметров календарного года в Воронежском биосферном заповеднике / И.И. Сапельникова, И.В. Базильская // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2015. – т. XXVI, № 1. – С. 49–67.
10. Соловьёв, А.Н. Биота и климат в XX столетии. Региональная фенология / А.Н. Соловьёв. – М. : Пасьева, 2005. – 288 с.
11. Терпугов, Е.Е. Обоснование сроков защитных мероприятий против желудевого долгоносика на семенных плантациях дуба черешчатого / Е.Е. Терпугов, С.Г. Кобзева // Современные проблемы лесозащиты и пути их решения: Материалы региональной науч.-произв. конф. Белоруссии и Прибалтийских республик. – Минск, 1985. – С. 78.
12. Чемарина, О.В. Изучение структуры популяций дуба черешчатого в Тульских засеках в связи с его селекцией / О.В. Чемарина: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – М., 1977. – 29 с.
13. Ширнин, В.К. Селекция на качество древесины (на примере дуба черешчатого и других пород в ЦЧО) / В.К. Ширнин: дис. ... д-ра с.-х. наук. – СПб. : СПбЛТА, 1999. – 276 с.
14. Ширнина, Л.В. Краткосрочный прогноз появления мучнистой росы дуба / Л.В. Ширнина // Микол. и фитопатол. – 1987. – Т. 21, № 3. – С. 278–281.
15. Шульц, Г.Э. Общая фенология / Г.Э. Шульц. – Л. : Наука, 1981. – 188 с.
16. Gismeteo. – URL: <https://www.gismeteo.ru/>

REFERENCES

1. Anciferov G.I., Chemarina O.V. Metodicheskie ukazaniya po vydeleniju i izucheniju fenologicheskikh form duba chershchatogo. Moscow, 1982, 24 p. (In Russian)
2. Bulygin N.E. Fenologicheskie nabljudenija nad listvennymi drevesnymi rastenijami: posobie po provedeniju ucheb.-nauch. issledovanij. Leningrad, 1976, 70 p. (In Russian)
3. Vasina A.L., Talanova G.I. Analiz mnogoletnih klimaticheskikh i fenologicheskikh dannyh zapovednika «Malaja Sos'va» (Severnoe Zaural'e). *Sovremennoe sostojanie fenologii i perspektivy ejo razvitija. Mat. mezhdunar. nauchno-prakt. konf.* Ekaterinburg, pp. 100–111. (In Russian)
4. Viktorov D.P. Issledovanie perioda pokoja pohek rannej i pozdnej form duba. *Izv. Voronezhskogo otdelenija Vsesojuzn. botanich. ob-va.* Voronezh, 1960, pp. 17–21. (In Russian)
5. En'kova E.I. Tellermanovskij les i ego vosstanovlenie. Voronezh, 1976, 216 p. (In Russian)
6. Kulakov E.E., Shirnina L.V., Musievskij A.L., Krjukova S.A. Prognozirovanie fazy listoraspuskaniya fenologicheskikh form duba chershchatogo. *Tr. Sankt-Peterburgskogo nauch.-issl. in-ta lesnogo hozjajstva*, 2021, no. 3, pp. 48–54. DOI: 10.21178/2079-6080.2021.3.48. (In Russian).
7. Kulygin A.A. Rano- i pozdnoraspuksajushhajasja formy duba chershchatogo i perspektivy ih ispol'zovanija v lesnom semenovodstve. *Zashitnoe lesorazvedenie.* Novoчерkassk, 1981, pp. 27–32. (In Russian)

8. Monitoring pogody i klimata po gorodam Rossii, stran SNG, SShA i mira. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitors.php?id=rus> (In Russian)
9. Sapel'nikova I.I., Bazil'skaja I.V. Dolgovremennye izmenenija nekotoryh fenologicheskikh parametrov kalendarnogogoda v Voronezhskom biosfernom zapovednike. *Problemy jekologicheskogo monitoringa imodelirovanija jekosistem*, 2015, vol. XXVI, no. 1, pp. 49–67. (In Russian)
10. Solov'jov A.N. Biota i klimat v XX stoletii. Regional'naja fenologija. 2005, 288 p. (In Russian)
11. Terpugov E.E., Kobzeva S.G. Obosnovanie srokov zashhitnyh meroprijatij protiv zheludevogo dolgonosika na semennyh plantacijah duba chereschatogo. *Sovremennye problemy lesozashhity i puti ih reshenija. Materialy regional'noj nauch.-proizv. konf. Belorussii i Pribaltijskih respublik*. Minsk, 1985, p. 78. (In Russian)
12. Chemarina O.V. Izuchenie struktury populjacij dubu chereschatogo v Tul'skih zasekah v svjazi s ego selekciej. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow, 1977, 29 p. (In Russian)
13. Shirnin V.K. Seleksiya na kachestvo drevesiny (na primere duba chereschatogo i drugikh porod v TsChO). Doctor's thesis. St. Petersburg, 1999, 276 p. (In Russian)
14. Shirnina L.V. Kratkosrochnyj prognoz pojavlenija muchnistoj rosy duba. *Mikol. i fitopatol*, 1987, vol. 21, no. 3, pp. 278–281. (In Russian)
15. Shul'ts G.E. Obschaya fenologiya. Leningrad, 1981, 188 p. (In Russian)
16. Gismeteo. URL: <https://www.gismeteo.ru/> (In Russian)

Статья поступила в редакцию 19.04.2022