ТРУДЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ИНСТИТУТА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

www.journal.spb-niilh.ru
ISSN 2079-6080

DOI 10.21178/2079-6080.2024.3.51
УДК630*81+630*176.322.6

Особенности формирования макроструктурных признаков древесины плюсовых деревьев дуба черешчатого

© С.А. Крюкова, Е.Е. Кулаков, В.К. Ширнин

Features of the formation of macrostructural features of the wood of plus-sized oak trees

S.A. Kryukova, E.E. Kulakov, В.К. Ширнин (FGBI " All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology ", Voronezh, Russian Federation)

The article describes the main wood characteristics. Our study is based on measurements of the annual radial growth of pedunculate oak plus trees in the Krasnoye divisional forestry area (Vorontsovskoye forestry area) of Voronezh oblast and in the Derbenskoye divisional forestry area (Kirsanovskoye forestry area) of Tambov oblast. We found that the average diameter of plus trees in the Tambov population is 27 % less than in the Voronezh population, while annual ring width, late wood width and late wood percentage in the Tambov population exceed the corresponding figures in the Voronezh population by an average of 12 %, with fewer annual layers in the sapwood (from 4 to 9 versus from 4 to 12). We conducted a comparative study of the variability of the aforementioned macro-structural features of plus trees according to the S.A. Mamaev grading scale. We established that coefficients of variation in the Voronezh population exceed the Tambov population by an average of 35 % (from 15 % to 66 %), while the Tambov population is quite homogeneous, which demonstrates the reliability of the statistical universe. We also conducted a correlation analysis between the studied indicators. The results show that in both populations there is a direct and very strong correlation between the relative content of sapwood and sapwood width ($r = 0.900$ in Voronezh region and 0.893 in Tambov region) and a strong correlation between the early wood width and annual ring width ($r = 0.816$ and 0.845, respectively). We performed a factor analysis to trace the influence of the main climatic factors on late and early wood growth at different ages. The analysis shows that factor loadings of the temperature regime at the beginning of the growing season have an impact on the formation of early wood, while June temperatures and precipitation at the stage of active wood formation have only a slight impact on the formation of late wood. It is important to note that most of the pedunculate oak plus trees are characterised by average and good growth.

Key words: pedunculate oak, macro-structural features, climate factors, annual rings, intensity of radial growth

Особенности формирования макроструктурных признаков древесины плюсовых деревьев дуба черешчатого

С.А. Крюкова, Е.Е. Кулаков, В.К. Ширнин

На основе данных измерений годичного радиального прироста плюсовых деревьев (далее – ПД) дуба черешчатого из Красного участкового лесничества Воронцовского лесничества Воронежской области (объект № 1) и Дербенского участкового лесничества Кирсановского лесничества Тамбовской области (объект № 2) рассмотрены основные показатели древесины. Установлено, что средний диаметр плюсовых деревьев на объекте № 2 уступает на 27 %, при этом средние значения, такие как ширина годичного кольца, ширина поздней зоны и процент поздней древесины превышают Воронежскую популяцию в среднем на 12 %, при меньшем числе годичных слоев в заболони (от 4 до 9 против от 4 до 12 шт.). Коэффициенты вариации при сравнительном изучении изменчивости одноименных макроструктурных признаков ПД (по шкале С.А. Мамаева) на объекте № 1 превышают показатели на объекте № 2 в среднем на 35 % (лимиты от 15 % до 66 %). Тамбовская популяция характеризуется достаточной однородностью, что говорит о надежности статистической совокупности. Корреляционный анализ, показал совпадения в популяциях между относительным содержанием заболони и шириной заболони ($r = 0,900$ по Воронежской области и 0,893 – по Тамбовской – прямая очень высокая связь) и между шириной ранней зоны и шириной годичного кольца ($r = 0,816$ и 0,845 соответственно – высокая). Влияние основных климатических факторов на прирост поздней и ранней древесины в разном возрасте проанализировано путем применения факторного анализа, который показывает, что на формирование ранней древесины оказывает влияние температурный режим в начале вегетационного периода, а поздней – в слабой степени – температуры июня и количество осадков на этапе активного образования годичного кольца. Необходимо отметить, что среди ПД дуба черешчатого большинство из них характеризуются средним и хорошим приростом.

Ключевые слова: дуб черешчатый, макроструктурные признаки, климатические факторы, годичные кольца, интенсивности радиального прироста

Крюкова Светлана Александровна – младший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, кандидат с.-х. наук
E-mail: skrukova@bk.ru

Кулаков Евгений Евгеньевич – научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, канд. с.-х. наук
E-mail: evgenyykulakov@yandex.ru

Ширнин Виктор Константинович – ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, д-р с.-х. наук, старший научный сотрудник

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.ru65-10

Введение

Древесина на протяжении многовековой истории человечества является основным многогранным материалом для использования. В каждой отрасли производства, в той или иной степени присутствуют изделия из древесины или продукты ее переработки [16, 17, 19].

Выделение плюсовых деревьев (далее – ПД) представляют собой основу для создания объектов семеноводства на селекционно-генетическом уровне, однако отбор данных представителей сводится к определению внешних габитуально-морфологических показателей (высота, диаметр, объем и др.), что в свою очередь приводит к снижению информативности и отсутствию комплексности селекционной оценки растений. Для получения сортовых семян необходимо изучать наследуемость не только фенотипических, но и макроструктурных показателей, ведь исследования, проведенные Е.П. Проказиным, О.И. Полубояриновым, В.Б. Лукьянцем показывают наследуемость таких признаков, как плотность, доля поздней древесины в годичном кольце, длина и прочность волокна [6, 9, 11].

Изучение годичных слоев позволяет получить информацию о влиянии природных факторов, являясь объектом биофизического исследования, они имеют свои особенности, которые представляют простоту и симметрию клеточных структур.

Основной целью исследований послужила оценка влияния климатических факторов на формирование основных макроструктурных показателей у плюсовых деревьев дуба черешчатого в различных лесорастительных условиях.

Задачами исследований являлись:

– проанализировать ход роста ПД дуба черешчатого из разных популяций;

– изучить уровень индивидуальной изменчивости ПД по макроструктурным признакам древесины;

– выявить влияние климатических факторов на формирование древесины.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования радиального прироста дуба черешчатого послужили лучшие представители генофонда – плюсовые деревья Воронежской и Тамбовской областей.

Плюсовые деревья были отобраны в сомкнутых древостоях с полнотой 0,7–0,8, произрастающих на темно-серых лесных суглинистых почвах. Взятие образцов производилось в 2010 г.: в Шиповом лесу – 25–27 мая (кв. 18, 19, 34, 39, 40), и 24 сентября (кв. 33); в Дербенском участковом лесничестве – 7 октября.

Полевые работы заключались во взятии образцов древесины в виде кернов с помощью возрастного бурава Пресслера на высоте ствола 1,3 м от шейки корня.

Объект № 1 расположен в Красном участковом лесничестве Воронцовского лесничества Воронежской области (Шипов лес). Тип лесорастительных условий (ТЛУ) – $Д_2$, фенологическая форма – поздняя, категория состояния исследуемых деревьев – 1 (здоровые). Общее количество ПД в области – 162 шт., среди которых для анализа макроструктурных признаков с 27 ПД дуба были взяты керны [10, 18].

Объект № 2 расположен в Дербенском участковом лесничестве Кирсановского лесничества Тамбовской области. Общее количество ПД – 82 шт. из них для оценки хода роста отобраны керны с 24 плюсовых деревьев. ТЛУ– $Д_3$, фенологическая форма – ранняя, категория состояния исследуемых деревьев – 1 [18].

Камеральные работы включали в себя:

1. Измерения кернов на стереоскопическом микроскопе МБС-2 при увеличении на шкале рукояток – 0,6, на окуляре – 8^x; цена деления шкалы 0,1 мм. Годичные кольца на образцах измеряли от периферии к центру, всего выполнено 2100 замеров по радиальному годичному приросту. Уровень изменчивости изучаемых макроструктурных признаков оценивали по шкале С.А. Мамаева [7].

2. Определялись следующие макроструктурные показатели: ширина заболони, относительное содержание заболони (отношение площади сечения заболони к площади сечения ствола без коры,%), доля поздней древесины и базисная плотность путем отношения массы сухой древесины к его объему [15].

3. Перевод полученных измерений ширины годичных колец в относительные ин-

дексы, позволяющие исключить влияние возрастных изменений и климатических факторов, выполнялся методом скользящего сглаживания с 11-летним периодом осреднения, а для сохранения крайних значений ряда производили вычисления с меньшим периодом осреднения (3- и 5-летним) [8].

Результаты исследований

Неотъемлемой частью повышения продуктивности и биоразнообразия в лесокультурном производстве является изучение процесса хода роста лучших представителей в насаждениях – плюсовых деревьев.

Образцы, полученные в полевых условиях в Красном участковом лесничестве (объект № 1) имели от 29 до 57 измеренных годичных колец на керне (рис. 1), по которым изучен радиальный прирост по диаметру за период с 2010 г. по 1953 г. Средняя длина образца составила 8,5 см (*min* – 6,0 см; *max* – 11,2 см). Средняя ширина годичного кольца за дендрохронологический ряд составила 1,7 мм; ширина поздней зоны – 1,0 мм или же 59,3 % от годичного прироста. Число годичных слоев в заболонной части древесины варьировало от 4 до 12 шт. с лимитами по ширине от 0,3 до 2,5 см.

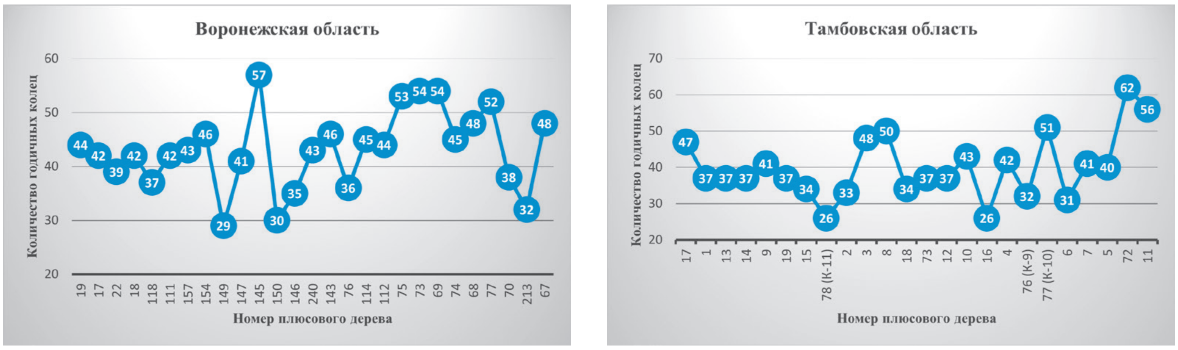


Рис. 1. Число годичных колец в кернах древесины ПД

Образцы, взятые в Дербенском участковом лесничестве (объект № 2) имели следующую характеристику: лимиты по количеству годичных колец на керне (см. рис. 1) – от 25 (период с 2010 г. по 1985 г.) до 61 (период с 2010 г. по 1949 г.); средняя длина образца – 8,1 см (*min* – 6,3 см; *max* – 10,6 см); средняя ширина годичного кольца – 1,8 мм; ширина поздней зоны – 1,2 мм; доля поздней древесины – 65,1 %; число годичных слоев в заболони – от 4 до 9; ширина заболони – от 0,8 до 2,1. Результаты исследования макроструктурных признаков древесины ПД дуба, произрастающих в разных популяциях, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Макроструктурные признаки древесины плюсовых деревьев дуба черешчатого

Показатели	Значения показателей							
	Объект № 1 (27 деревьев)				Объект № 2 (24 дерева)			
	Сред.	*min*	*max*	C, %	Сред.	*min*	*max*	C, %
Диаметр в коре, см	68,4 ± 1,97	43,0	89,8	14,9	50,1 ± 1,12	39,8	59,5	11,0
Толщина коры, см	1,8 ± 0,04	1,6	2,5	10,9	1,7 ± 0,04	1,2	2,0	12,7

Показатели	Значения показателей							
	Объект № 1 (27 деревьев)				Объект № 2 (24 дерева)			
	Сред.	*min*	*max*	С, %	Сред.	*min*	*max*	С, %
Число год. слоев в заболони, шт.	7,8 ± 0,45	4,0	12,0	29,9	6,5 ± 0,29	4,0	9,0	22,1
Ширина заболони, см	1,2 ± 0,10	0,3	2,5	43,5	1,4 ± 0,07	0,8	2,1	26,1
Относительное содержание заболони, %	7,1 ± 0,47	2,0	12,2	34,2	11,6 ± 0,48	7,1	15,4	20,3
Ширина годичного кольца, мм	1,7 ± 0,08	1,0	2,7	24,8	1,8 ± 0,07	1,2	2,4	18,1
Ширина зоны ранней древесины, мм	0,7 ± 0,05	0,5	1,8	38,8	0,6 ± 0,02	0,5	0,8	14,5
Ширина зоны поздней древесины, мм	1,0 ± 0,05	0,5	1,5	25,4	1,2 ± 0,05	0,7	1,7	21,6
Процент поздней древесины, %	59,3 ± 1,44	32,0	68,5	12,6	65,1 ± 0,63	59,8	73,6	4,8
Базисная плотность, кг/м^3	553,7 ± 12,38	473,7	703,0	11,6	545,3 ± 4,37	487,0	578,3	3,9

По данным, представленным выше, видно, что процентная разница средних значений показателей у ПД между Воронежской и Тамбовской популяциями варьирует от 1,52 % (базисная плотность) до 63,38 % (относительное содержание заболони). Отмечено, что при увеличении диаметра ствола происходит снижение толщины заболони.

Коэффициенты вариации (С, %) при сравнительном изучении изменчивости между признаками участковых лесничеств по С.А. Мамаеву варьируют на высоком, среднем и низком уровне изменчивости (10,9–38,8 %). Исключением являются ширина заболонной части древесины, у которой наблюдается очень высокий уровень изменчивости (43,5 % на объекте № 1), а также плотность и процент поздней древесины с очень низким уровнем (3,9 и 4,8 % на объекте № 2). Таким образом, коэффициенты вариации изучаемых макроструктурных признаков характеризуют однородность данных, так как полученные значения не превышают 33 %, исключение составляют некоторые признаки ПД на объекте № 1 (С = 43,5 % – ширина заболони; 34,2 % – относительное содержание заболони и 38,8 % – ширина ранней зоны – более 33 %) которые показывают неоднородность и высокую вариабельность в рассматриваемой совокупности.

Для установления взаимосвязей между основными макроструктурными показателями нами был проведен корреляционный анализ (рис. 2).

		Тамбовская область								
Воронежская область	Показатели	Диаметр в коре, см	Толщина коры, см	Ширина заболони, см	Относительное содержание заболони, %	Ширина год. кольца, мм	Ширина ранней зоны, мм	Ширина поздней зоны, мм	Процент поздней древесины, %	Базисная плотность, кг/м^3
	Диаметр в коре, см	1	0,550	0,639	0,235	0,426	0,245	0,459	0,455	0,079
	Толщина коры, см	0,658	1	0,265	0,066	0,187	0,056	0,220	0,288	-0,245
	Ширина заболони, см	0,644	0,287	1	0,893	0,609	0,484	0,609	0,484	0,104
	Относительное содержание заболони, %	0,259	0,017	0,900	1	0,544	0,485	0,526	0,372	0,100
	Ширина год. кольца, мм	0,687	0,344	0,783	0,595	1	0,845	0,982	0,653	0,252
	Ширина ранней зоны, мм	0,490	0,243	0,674	0,532	0,816	1	0,729	0,156	0,215
	Ширина поздней зоны, мм	0,619	0,311	0,582	0,421	0,790	0,291	1	0,781	0,247
	Процент поздней древесины, %	-0,033	-0,016	-0,141	-0,084	-0,150	-0,674	0,467	1	0,177
	Базисная плотность, кг/м^3	-0,267	-0,339	-0,062	0,091	-0,204	-0,263	-0,058	0,236	1

Цветовая шкала Чеддока

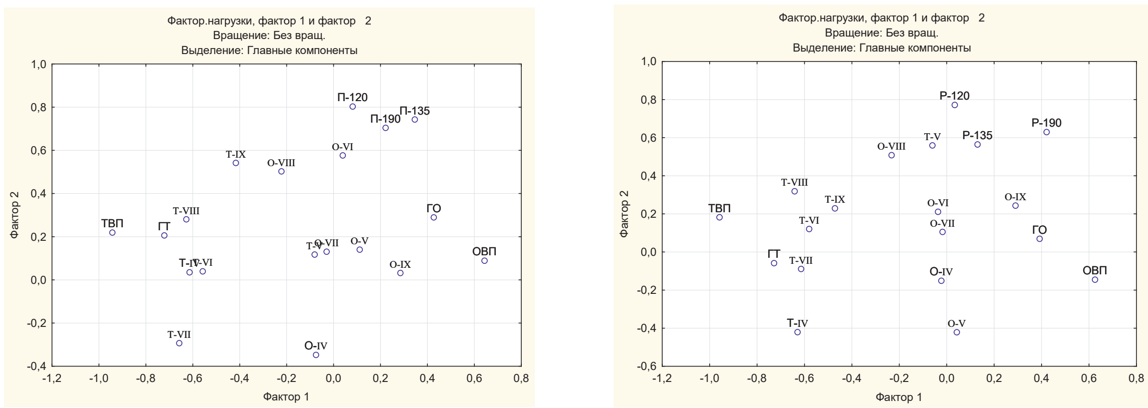
1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0	-0	-0,2	-0	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7

Рис. 2. Изменчивость показателей дуба черешчатого в условиях Воронежской (от единичной диагонали — нижняя часть) и Тамбовской областей (от единичной диагонали — верхняя часть)

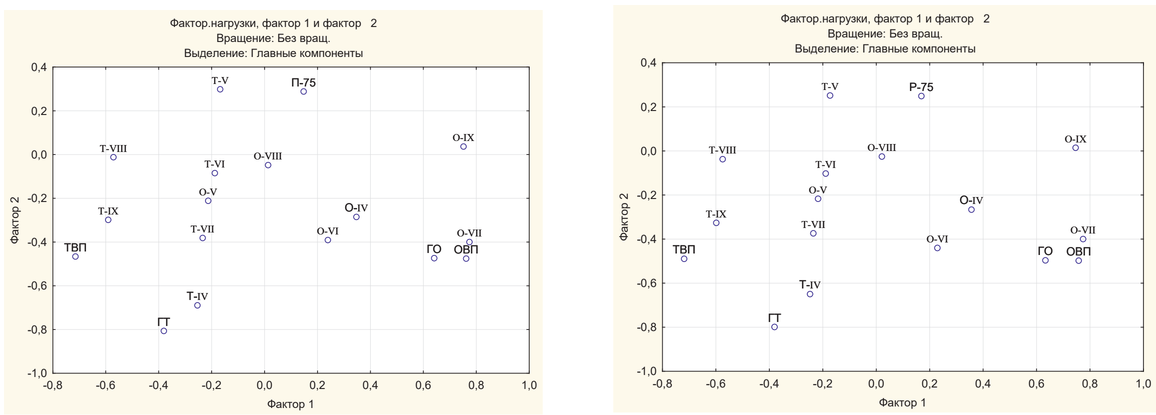
Данный анализ позволил оценить связи по силе их тесноты (шкала Чеддока [1, 20]) при прямой зависимости: очень высокая — между относительным содержанием заболони и шириной заболони (r = 0,900, Воронежская область и 0,893, Тамбовская область), шириной зоны поздней древесины и шириной годичного кольца (r = 0,982, Тамбовская область); высокая — между шириной зоны ранней древесины и шириной годичного кольца (r = 0,816, Воронежская область и 0,845, Тамбовская область), шириной поздней зоны и шириной годичного кольца (r = 0,790, Воронежская область), шириной годичного кольца и шириной заболони (r = 0,783, Воронежская область). Также необходимо отметить высокий показатель обратной связи, который наблюдается между долей поздней древесины и шириной зоны ранней древесины (r = –0,674, Воронежская область). Таким образом, при положительной связи показатели варьируют пропорционально, а при обратной наблюдается зависимость одного показателя от другого. Однако обратная зависимость прослеживается только на одном объекте и поэтому не является достоверной.

В данной исследовательской работе нами предпринята попытка определить влияние основных климатических факторов на прирост поздней и ранней древесины дуба черешчатого по диаметру. Из литературных источников известно, что наибольшее значение имеют температура воздуха и осадки, однако, необходимо учитывать и их географическое расположение, условия местопроизрастания, особенности изучаемой породы [2]. Применение факторного анализа позволило оценить влияние основных климатических факторов на рост ранней и поздней древесины. Для определения взаимосвязей были использованы индексы ширины зоны ранней и поздней древесины за период с 2009 по 1985 г. и основные метеорологические параметры, отражающие основные тренды изменения климата в вегетационный период. На рисунке 3 приведены графики факторных нагрузок, показывающие влияние климатических факторов на образование зон древесины.

ПД Воронежской области, Красного участкового лесничества



ПД Тамбовской области, Дербенского участкового лесничества



1. П-75, 120, 135, 190 – ширина зоны поздней древесины;
Р-75, 120, 135, 190 – ширина зоны ранней древесины.
2. Фактор 1 – температура [8, 9]: ГТ – годовая температура;
ТВП – температура вегетационного периода (IV–IX);
Т-IV, V, VI, VII, VIII, IX – температура месяцев вегетационного периода.
3. Фактор 2 – осадки [8, 9]: ГО – годовые осадки;
ОВП – осадки вегетационного периода (IV–IX);
О-IV, V, VI, VII, VIII, IX – осадки месяцев вегетационного периода.

Рис. 3. Влияние основных климатических факторов на ширину зоны поздней и ранней древесины ПД в возрасте 75–190 лет

Образование ранней древесины связано с началом листораспускания, слой позднего кольца формируется в III декаде июня – I декаде июля и продолжается до августа–сентября, возможно даже в несколько этапов [3, 4, 5, 12]. Анализ рисунка 3 показывает, что определяющим фактором образования ранней древесины является температурный режим в начале вегетационного периода, при этом влияние осадков незначительно.

Факторные нагрузки, описывающие прирост поздней древесины, показывают слабое влияния температур июня и количества осадков на этапе активного образования древесины независимо от возраста.

При исследовании основных макроструктурных показателей важно оценить также и интенсивность формирования радиального прироста. Распределение ПД по этому признаку за 25-летний цикл представлен в таблице 2.

Таблица 2

Распределение ПД дуба черешчатого по средней ширине годичного слоя за 25 лет

Оценка интенсивности радиального прироста, мм	Объект	Показатели		
		Количество деревьев, %	Ширина годового слоя, мм	Содержание поздней древесины, %
Слабый (менее 1,00)	1	7,4	0,9 ± 0,06	47,4 ± 0,69
	2	-	-	-
Лимиты	1	-	0,80–0,92	46,67–48,04
	2	-	-	-
Средний (1,00–1,80)	1	66,7	1,5 ± 0,04	59,7 ± 1,07
	2	50,0	1,4 ± 0,06	61,1 ± 0,60
Лимиты	1	-	1,12–1,78	52,52–67,77
	2	-	1,09–1,69	56,56–64,74
Хороший (1,81–2,20)	1	14,8	1,9 ± 0,04	63,3 ± 0,69
	2	37,5	2,0 ± 0,04	62,8 ± 1,03
Лимиты	1		1,84–1,99	61,91–65,20
	2		1,81–2,19	58,38–67,39
Отличный (более 2,20)	1	11,1	2,6 ± 0,16	52,6 ± 6,81
	2	12,5	2,3 ± 0,02	66,2 ± 1,76
Лимиты	1		2,28–2,83	39,91–63,25
	2		2,24–2,30	63,28–69,36
Среднее	1		**1,6 ± 0,09**	**58,5 ± 1,26**
	2		**1,7 ± 0,07**	**62,4 ± 0,61**
Лимиты	1		0,80–2,83	39,91–67,77
	2		1,09–2,30	56,56–69,36

Анализ таблицы 2 показывает, что среди ПД преобладают растения со средним и хорошим приростом (81,5 % и 87,5 %). ПД Красного участкового лесничества Воронежской области (объект № 1) характеризуются разнообразием по интенсивности формирования радиального прироста (от слабого до отличного), а ПД Дербенского участкового лесничества Тамбовской области (объект № 2) отличаются отсутствием в данный период (1985–2009 гг.) деревьев со слабым приростом и наибольшим количеством деревьев с хорошим и отличным радиальным приростом. Необходимо также отметить, что средние значения данной популяции превышают Воронежскую на 6 %, имея при этом и превосходство по минимальным значениям. Таким образом, не все отобранные ПД обладают хорошим и отличным приростом.

Выводы

Комплексная оценка макроструктурных показателей древесины, проведенная в двух популяциях дуба черешчатого – Воронежской и Тамбовской областей, позволила сделать следующие выводы.

1. Среди изучаемых плюсовых деревьев из Воронежской и Тамбовской популяций большинство растений характеризуются средним и хорошим приростом.

2. В Тамбовской популяции плюсовые деревья с меньшим диаметром превышают по показателям растения из Воронежской популяции по таким структурным характеристикам, как ширина заболони – на 20 мм, относительное содержание заболони – на 4,5 %, ширина зоны поздней древесины – на 0,2 мм и доля поздней древесины в годичном слое – на 5,8 %.

3. Макроструктурные признаки изучаемых популяций имеют сходные значения в средних показателях, но более вариабельными они являются у плюсовых деревьев Красного участкового лесничества Воронежской области.

4. Коэффициенты вариации показателей макроструктурных признаков плюсовых деревьев Дербенского участкового лесничества Тамбовской области отличаются однородностью и варьируют в большинстве случаев на высоком и среднем уровне изменчивости.

5. Факторный анализ свидетельствует о значении температурного режима в начале вегетационного периода при формировании ранней древесины и о влиянии температур июня и осадков интенсивность образования поздней древесины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Котеров, А.Н. Сила связи. Сообщение 2. Градации величины корреляции / А.Н. Котеров, Л.Н. Ушенкова, Э.С. Зубенкова, М.В. Калинина, А.П. Бирюкова, Е.М. Ласточкина, Д.В. Молодцова, А.А. Вайнсон // Медицинская радиология и радиационная безопасность.– 2019. – Т. 64, № 6. – С. 12–24. – DOI 10.12737/1024–6177–2019–64–6–12–24.
2. Кочарова, Г.Е. Дендроклиматохронология и радиоуглерод: Материалы Второго Всесоюз. совещ. по дендрохронологии и дендроклиматологии, Каунас, 1972 г. / Г.Е. Кочарова // Под ред. Г.Е. Кочарова, В.А. Дергачева, Т.Т. Битвинскаса; Ин-т ботаники АН ЛитССCP. Ленингр. физ.-техн. ин-т им. А.Ф. Иоффе АН СССР. – Каунас, 1972.– 324 с.
3. Крюкова, С.А. Сезонное развитие дуба черешчатого в Пригородном лесничестве Воронежской области / С.А. Крюкова, Е.Е. Кулаков, Л.В. Ширнина, А.Л. Мусиевский // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства.– 2022.– № 2. – С. 46–57. – DOI 10.21178/2079–6080.2022.2.46.
4. Кулаков, Е.Е. Прогнозирование фазы листораспускания фенологических форм дуба черешчатого / Е.Е. Кулаков, Л.В. Ширнина, А.Л. Мусиевский, С.А. Крюкова // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства.– 2021.– № 3. – С. 48–54.
5. Кулаков, Е.Е. Фенология древесных пород в Центральной лесостепи / Е.Е. Кулаков, С.А. Крюкова, В.А. Кострикин, А.Л. Мусиевский, С.В. Левин. – Воронеж: ООО рекламно-издательская фирма «Кварта», 2023.– 79 с. – ISBN 978–5–89609–772–3.
6. Лукьянец, В.Б. Свойства древесины семенного потомства экотипов и семенников дуба / В.Б. Лукьянец // Лесной журнал.– 1977.– № 4. – С. 48–52.
7. Мамаев, С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале) / С.А. Мамаев. – М.: Наука, 1972.– 283 с.
8. Матвеев, С.М. Дендроиндикация динамики состояния сосновых насаждений Центральной лесостепи: Монография / С.М. Матвеев // Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2003.– 272 с. – ISBN 5–9273–0338–2.

9. Полубояринов, О.И. Определение плотности древесины в селекционных целях / О.И. Полубояринов // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. – Тр. ЛТА.– 1974. – Вып. 3. – С. 92–96.
10. Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах: Постановление Правительства РФ от 9 декабря 2020 г. N 2047. – URL: https://docs.cntd.ru/document/573053313 (дата обращения: 06.07.2024).
11. Проказин, Е.П. Сортовое семеноводство хвойных пород. Обзор отечественной и зарубежной литературы / Е.П. Проказин. – М.: ВИНИТИ по сельскому хозяйству, 1968.– 82 с.
12. Романовский, М.Г. Формирование годичного кольца древесины и дыхание ствола у сосны и дуба / М.Г. Романовский, В.В. Коровин, Д.Е. Румянцев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник.– 2009.– № 1. – С. 34–38.
13. Температура воздуха и осадки по месяцам и годам: Кирсанов (Тамбовская область, Россия). – URL: http://www.pogodaiklimat.ru/history/279573.htm (дата обращения: 06.07.2024).
14. Температура воздуха и осадки по месяцам и годам: Павловск (Воронежская область, Россия). – URL: http://www.pogodaiklimat.ru/history/34237.htm (дата обращения: 06.07.2024).
15. Уголев, Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. 4-е изд. / Б.Н. Уголев. – М.: МГУЛ, 2007.– 351 с.
16. Ширнин, В.К. Древесина как объект селекционных исследований и основные закономерности изменчивости ее признаков / В.К. Ширнин // Достижения и проблемы лесной генетики и селекции: к 40-летию НИИЛГиС / Агентство лесного хозяйства Российской Федерации, ФГУП "Научно-исследовательский институт лесной генетики и селекции". – Воронеж: Издательство Истоки, 2010. – С. 101–120.
17. Ширнин, В.К. Макроструктурные признаки древесины у плюсовых деревьев дуба черешчатого / В.К. Ширнин, Ю.Н. Дюкова, С.А. Крюкова // Актуальные проблемы лесного комплекса: межвузовский сборник научных трудов в 2 томах / Министерство образования и науки РФ, Воронежская государственная лесотехническая академия. Том 1, выпуск 1. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2010. – С. 90–93.
18. Ширнин, В.К. Объекты селекционного семеноводства дуба в ЦЧО / В.К. Ширнин, В.А. Кострикин, Л.В. Ширнина, Т.А. Благодарова, С.А. Крюкова, М.Е. Целиков. – Воронеж: Издат-Черноземье, 2018.– 196 с.
19. Ширнин, В.К. Селекция лесных древесных растений на качество древесины / В.К. Ширнин. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2023.– 342 с. – ISBN 978–5–4446–1800–4.
20. Chaddock, RE. Principles and methods of statistics / RE. Chaddock. – Boston, New York, 1925.– 471 p.

REFERENCES

1. Koterow A.N., Uschenkowa L.N., Zubenkowa E.S., Kalinina M.V., Biryukova A.P., Lastochkina E.M., Molodtsova D.V., Vajnson A.A. Strength of association. Report 2. Graduation of correlation size. *Medical radiology and radiation safety [Medizinckaja radiologija i radiazionnaja besopacnoct']*, 2019, vol. 64, no. 6, pp. 12–24. DOI 10.12737/1024-6177-2019-64-6-12-24. (In Russian).
2. Kocharova G.E. Dendroclimatochronology and radiocarbon. Materials of the Second All-Union. meeting in dendrochronology and dendroclimatology, Kaunas, 1972. Ed. G.E. Kocharova, V.A. Dergacheva, T.T. Bitvinskas; Institute of Botany, Academy of Sciences of the Lithuanian USSR. Leningr. Phys.-Techn. Institute named after A.F. Ioffe Academy of Sciences of the USSR. Kaunas, 1972, 324 p. (In Russian).
3. Kryukova S.A., Kulakov E.E., Shirnina L.V., Musievsky A.L. Seasonal development of English oak in the Prigorodny forestry of the Voronezh region. *Proceedings of the St. Petersburg Research Institute of Forestry [Trudy Sankt-Peterburgckogo nautschno-iccledowatel'ckogo inctituta lecnogo chosjajctwa]*, 2022, no. 2. pp. 46–57. DOI 10.21178/2079-6080.2022.2.46. (In Russian).
4. Kulakov E.E., Shirnina L.V., Musievsky A.L., Kryukova S.A. Prediction of the phase of leafing out of phenological forms of pedunculate oak. *Proceedings of the St. Petersburg Research Institute of Forestry [Trudy Sankt-Peterburgckogo nautschno-iccledowatel'ckogo inctituta lecnogo chosjajctwa]*, 2021, no. 3, pp. 48–54. DOI: 10.21178/2079–6080.2021.3.48. (In Russian).
5. Kulakow E.E., Kryukova C.A., Koctrikin W.A, Musievsky A.L., Lewin C.V. Phenology of tree species in the Central forest-steppe. Woronezh, LLC advertising and publishing company "Kvarta", 2023, 79 p. ISBN 978-5-89609-772-3. (In Russian).
6. Lukyanets V.B. Properties of wood from seed progeny of ecotypes and oak seed plants. *Forest magazine [Lesnoj zhurnal]*, 1977, no. 4, pp. 48–52. (In Russian).
7. Mamaew S.A. Forms of intraspecific variability of woody plants (using the example of the Pinaceae family in the Urals). Moscow, Science, 1972, 283 p. (In Russian).

8. Matveev C.M. Dendroindication of the dynamics of the state of pine plantations in the Central forest-steppe. Monograph. Voronezh. state forestry engineering acad. Voronezh, Publishing house Voronezh. state university, 2003, 272 p. ISBN 5-9273-0338-2. (In Russian).
9. Poluboyarinov O.I. Determination of wood density for breeding purposes. *Forestry, forest crops and soil science [Lecowodctwo, lecnye kul'tury i potschwowedenie], Tr. LTA,* 1974, vol. 3, pp. 92–96. (In Russian).
10. On approval of the Rules for sanitary safety in forests. Decree of the Government of the Russian Federation of December 9 2020 g. N 2047 URL: https://docs.cntd.ru/document/573053313 (date of access: 07/06/2024). (In Russian).
11. Prokasin E.P. Varietal seed production of coniferous species. Review of domestic and foreign literature. Moscow, VINITI for Agriculture, 1968, 82 p. (In Russian).
12. Romanovsky M.G., Korovin W.W., Rumyantsev D.E. Formation of the annual ring of wood and trunk respiration in pine and oak. *Bulletin of the Moscow State Forestry University – Forest Bulletin [Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoy vestnik],* 2009, no. 1, pp. 34–38. (In Russian).
13. Air temperature and precipitation by months and years: Kirsanov (Tambov region, Russia). URL: http://www.pogodaiklimat.ru/history/279573.htm (date of access: 07/06/2024). (In Russian).
14. Air temperature and precipitation by months and years: Pavlovsk (Voronezh region, Russia). URL: http://www.pogodaiklimat.ru/history/34237.htm (date of access: 07/06/2024). (In Russian).
15. Ugolev B.N. Wood science with the basics of forest commodity science. 4^{th} ed. Moscow, MGUL, 2007, 351 p. (In Russian).
16. Shirnin V.K. Wood as an object of breeding research and the main patterns of variability of its characteristics. *Achievements and problems of forest genetics and selection: to the 40th anniversary of NIILGiS. Forestry Agency of the Russian Federation, Federal State Unitary Enterprise "Research Institute of Forest Genetics and Selection". Voronezh [Doctizhenija i problemy lecnoj genetiki i celekzii: k 40-letiju NIILGiC. Agentctwo lecnogo chosjajctwa Roccijckoj Vederazii, VGUP "Nautschno-iccledowatel'ckij inctitut lecnoj genetiki i celekzii"].* Voronezh, Istoki Publishing House, 2010, pp. 101–120. (In Russian).
17. Shirnin V.K., Dyukova Yu.N., Kryukova S.A. Macrostructural characteristics of wood in plus trees of pedunculate oak. *Current problems of the forestry complex: interuniversity collection of scientific works in 2 volumes. Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Voronezh State Forestry Academy [Aktual'nye problemy lecnogo komplekca : mezhwusowckij cbornik nautschnych trudow w 2 tomach. Minicterctwo obrasowanija i nauki RV, Woronezhckaja gocudarctwennaja lecotechnitscheckaja akademija].* Voronezh, Voronezh State Forestry University named after. G.F. Morozov, 2010, vol. 1 is. 1, pp. 90–93. (In Russian).
18. Schirnin V.K., Koctrikin V.A., Schirnina L.V., Blagodarova T.A., Kryukova S.A., Tselikov M.E. Objects of selective oak seed production in the Central Chernozem region. Woronezh, 2018, 196 p. (In Russian).
19. Schirnin V.K. Selection of forest woody plants for wood quality. Voronezh, Publishing and Printing Center "Scientific Book", 2023, 342 p. ISBN 978-5-4446-1800-4. (In Russian).
20. Chaddock R.E. Principles and methods of statistics. Boston, New York, 1925, 471 p.

Статья поступила в редакцию 08.07.2024