DOI 10.21178/2079-6080.2022.4.76
УДК 630*176.322.6

Результаты исследования географических культур дуба черешчатого в Воронежской области

© А.А. Попова[1], П.М. Евлаков[1], В.В. Молчанов[1], К.А. Шестибратов[1,2]

The results of the study of geographical cultures of pedunculate oak in the Voronezh region

A.A. Popova, P.M. Evlakov, V.V. Molchanov, K.A. Shestibratov (Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov; Shemyakin-Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry of the Russian Academy of Sciences)

Pedunculate oak plays an important ecological role, being one of the main forest-forming species in the European part of Russia, and the demand for its planting material is steadily growing every year. The study of the geographical cultures of oak will allow to preserve its natural range and increase productivity in plantations. In this work, the preservation and taxation indicators of 18 climatypes of geographical oak crops, created in 1978, located on the territory of the Voronezh region, were analyzed. The crops were established by bag grafting on rootstocks established in 1974, 5 × 5 m placement, and seeding of acorns. Studies in 2020 and 2022 showed significant differences in climatypes in height, diameter and preservation. At the age of 42, the average heights of crops ranged from 13.3 to 24.6 m, the coefficient of variability was from 6.2 to 22.2 %. The average diameters were from 21.1 to 51.2 cm, the coefficient of variability was from 13.8 to 30.7 %. According to the average stock, the values vary from 0.24 to 3.6 m^3, the coefficient of variability was from 25.9 to 92.0 %. As a result, climatypes were divided into groups: the best, average and worst in all three analyzed indicators. The obtained results indicate the possibility of forming archives of clones in the Voronezh region for the conservation of valuable oak genotypes of various geographical origins and will allow for the subsequent study of oak adaptation to soil and environmental conditions, and will also contribute to breeding research.

Key words: pedunculate oak, geographical crops, grafting, preservation, morphometric parameters, climatype

Результаты исследования географических культур дуба черешчатого в Воронежской области

А.А. Попова, П.М. Евлаков, В.В. Молчанов, К.А. Шестибратов

Дуб черешчатый играет важную экологическую роль, являясь одной из основных лесообразующих пород в Европейской части России, и спрос на его посадочный материал неуклонно растет с каждым годом. Изучение географических культур дуба позволит сохранить его естественный ареал и повысить продуктивность в насаждениях. В данной работе были проанализированы сохранность и таксационные показатели 18 климатипов географических культур

дуба, расположенных на территории Воронежской области, созданных в 1978 году. Культуры были сформированы посредством прививки методом «в мешок» на заложенные в 1974 году подвойные культуры, размещением 5 × 5 м, а также посевом желудей. Исследования 2020 и 2022 гг. показали существенные различия климатипов по высоте, диаметру и сохранности. В возрасте 42 года средние высоты культур колеблются в пределах от 13,3 до 24,6 м, коэффициент изменчивости – от 6,2 до 22,2 %, средние диаметры – от 21,1 до 51,2 см, коэффициент изменчивости – от 13,8 до 30,7 %. По среднему запасу значения варьируют от 0,24 до 3,6 м^3, коэффициент изменчивости – от 25,9 до 92,0 %. В связи с этим климатипы были разбиты на 3 группы: лучшие, средние и худшие по всем трём анализируемым показателям. Полученные результаты свидетельствуют о возможности формирования в Воронежской области архивов клонов для консервации ценных генотипов дуба различного географического происхождения и позволят проводить последующее изучение адаптации дуба к почвенно-экологическим условиям, а также внесут вклад в исследования по селекции.

Ключевые слова: дуб черешчатый, географические культуры, прививки, сохранность, морфометрические показатели, климатип

Попова Анна Александровна – д-р с.-х. наук, проф. кафедры ботаники и физиологии растений

E-mail: logachevaaa@rambler.ru

Евлаков Петр Михайлович – канд. биол. наук, заведующий лабораторией анализа ПЦР

E-mail: peter.evlakov@yandex.ru

Молчанов Владимир Владимирович – студент кафедры лесоводства, лесной таксации и лесоустройства

E-mail: vas_a1115@mail.ru

Шестибратов Константин Александрович – кандидат биологических наук, руководитель группы лесной биотехнологии

E-mail: schestibratov.k@yandex.ru

[1]ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»

394087, Воронеж, ул. Тимирязева, 8

Телефон: +7(473) 253-72-90

E-mail: lesteh@vglta.vrn.ru

[2]ФГБУН Институт биоорганической химии им. Академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН

142290, Россия, Московская область, г. Пущино, проспект Науки, дом 6

Телефон: +7 (495) 625-23-42

E-mail: fibkh@bibch.ru

Введение

В европейской части России дуб черешчатый является одной из главных лесообразующих пород [3, 4] и имеет обширный в почвенно-климатическом отношении естественный ареал [1]. Периодичность плодоношения и довольно большой спрос на семена в неурожайные годы способствовали дальним перемещениям семенного материала без учёта фенологических, эдафических и климатических особенностей, что приводит к снижению качества насаждений и истощению генофонда [3]. Исходя из этого, для лесоводства имеет важное значение создание и изучение географических культур, что позволит раскрыть эволюционно-генетические закономерности формирования дубовых насаждений в разных частях ареала и повысить их продуктивность.

Цель проведенных нами исследований – изучение сохранности климатипов дуба черешчатого в географических культурах Воронежской области, оценка продуктивности и отбор наиболее перспективных климатипов.

Объекты и методы исследования

Анализ климатипов дуба проводили на двух объектах в Воронежской области.

Объект № 1. Географические культуры дуба черешчатого площадью 14,8 га в кварталах 26 и 42 Красного участкового лесничества Воронцовского лесничества. Созданы в 1976–1978 гг. под методическим руководством А.М. Шутяева [9]. Тип лесорастительных условий – Д2. культуры созданы ручным посевом желудей урожая 1975 г. в борозды, проведенные через 2,5 м, с размещением посевных мест через 15–20 см.

Объект № 2. Архив клонов дуба разного географического происхождения, созданный Ю.П. Ефимовым в 1978 году на территории Семилукского лесного селекционного опытно-показательного питомника. Площадь составляет 1,0 га, Тип лесорастительных условий – Д2. Архив закладывался прививкой черенков, способом «в мешок», на подвойные культуры, заложенные в 1974 году посадкой сеянцев по сплошь обработанной почве, размещение посадочных мест 5 × 5 м. Привойный материал собран с плюсовых деревьев возрастом от 65 до 140 лет [7].

В качестве контроля анализировался первый ряд подвоя объекта № 2.

В изучаемых испытательных культурах выполняли сплошной перечет в 2020 и 2022 гг. С целью выявления различий между дубами семенного и вегетативного размножения проводили морфологический анализ архива клонов. Высота измерялась с точностью до 0,25 м, использовался высотомер Suunto PM-5/1520; мерной вилкой с точностью до 1 см измерялся диаметр ствола на уровне груди; сохранность определялась как процент сохранившихся экземпляров от их первоначального количества, запас древесины для модельного дерева рассчитан с помощью объёмных таблиц дуба в ЦЧО [5]. Проведена статистическая обработка полученных первичных данных с помощью программы STADIA [10]. Проведено сравнение результатов с данными замеров 2001 года [7].

Результаты и их обсуждение

Сохранность географических культур

Объект № 1. Среди климатипов семенного происхождения полностью выпавших рядов нет. Сохранность представлена на рисунке 1.

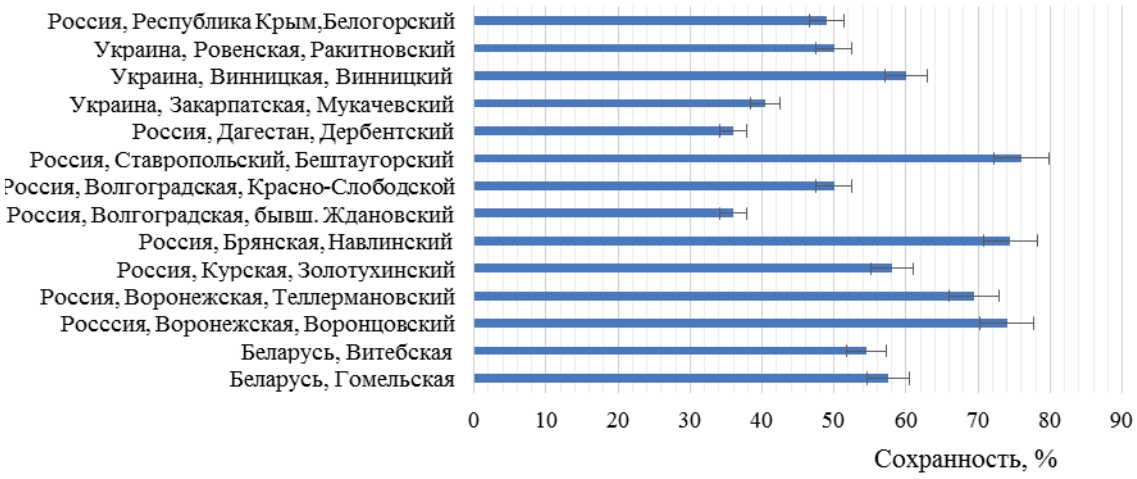

Рис. 1. Сохранность геграфических культур на объекте № 1

Наибольшую сохранность – от 65 до 78 % – имеют следующие климатипы дуба черешчатого: Ставропольский, Брянский, Воронежский (Теллермановский), Воронежский (Воронцовский), наименьшую (от 35 до 41 %) – климатипы Украина (Закарпатский), Дагестан (Дербентский), Волгоградский.

Объект № 2. Количество сохранившихся деревьев архива клонов для разного географического происхождения было также неодинаково (рис. 2).

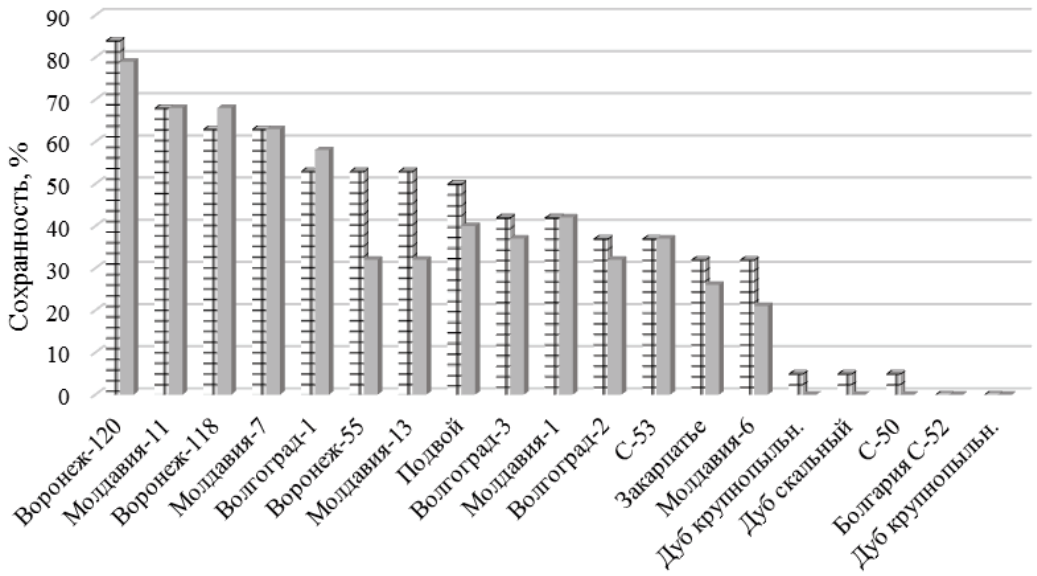

Рис. 2. Сохранность географических культур на объекте № 2 в 2001 (заштрихованные столбцы) и 2020 (серые столбцы) годах

К 2020 году полностью выпали следующие климатипы и виды: Болгария С-52, С-50, дуб крупнопыльниковый и дуб скальный. Среди климатипов наибольшую сохранность имеют: Воронеж-120 (79 %), Воронеж-118 (68 %), Молдавия-11 (68 %), Молдавия-7

(63 %). Средние значения по данному показателю были у климатипов Молдавия-1 (42 %), Волгоград-1 (58 %). Приживаемость привоев климатипов Молдавия-6, Закарпатье, Молдавия-13, Воронеж-55, Волгоград-3, Волгоград-2, С-53 находится в диапазоне от 21 до 37 %. Сохранность контрольного ряда (подвой) составляет 40 %. Для климатипов Молдавия-11, Молдавия-7, Воронеж-118, Молдавия-1, С-53 выпадов клонов за 20-летний период не происходит. Наибольшие потери отмечены у климатипов Молдавия-13, Воронеж-55, С-50, Болгария С-52 и видов дуб крупнопыльниковый и дуб скальный. Низкая изначальная сохранность и выпад в 2020 г. межвидовых прививок может являться следствием межвидовых подпривойных взаимодействий [2]. Важно отметить, что нет полного выпадения рядов среди климатипов других регионов, так же как и климатипы из Воронежской области не обладают наилучшими показателями сохранности.

Сравнение культур, заложенных разным путем (посев семян / прививки черенками) показывает, что в первом случае сохранность была выше. Однако среди вегетативно размноженных клонов есть климатипы с сохранностью, сопоставимой со средними значениями для семенного происхождения. Это климатипы Воронеж-118, Молдавия-11, Волгоград-1. В пределах областей выделяется несколько климатипов, например, Молдавия представлена 6 происхождениями, Воронежская область – 3 климатипами, но не все из них имеют высокие проценты сохранности. Так как условия роста деревьев в испытательных культурах одинаковые, можно предположить, что различия в значениях этого показателя вызваны генетическими особенностями климатипов.

Несмотря на сообщение о неэффективности и недолговечности культур дуба черешчатого, созданных путем прививок [2], в почвенно-климатических условиях Воронежской области возможно формирование архивов для консервации ценных генотипов.

Таксационные показатели клоновых деревьев

Показатели высоты, диаметра, запаса и коэффициенты изменчивости для климатипов объекта № 2 представлены в таблице.

Таблица

Средние таксационные показатели климатипов на объекте № 2 (2020 г.)

Климатип	Высота, м	Коэффициент изменчивости высоты, %	Диаметр, см	Коэффициент изменчивости диаметра, %	Запас, м^3	Коэффициент изменчивости запасов, %	Сохранность, %
Закарпатье	24,6 ± 0,68	6,2	51,2 ± 3,15	13,8	2,3 ± 0,36	34,5	26
Воронеж-55	23,5 ± 1,31	13,7	39,5 ± 4,68	29,0	2,1 ± 0,30	34,8	32
Воронеж-118	21,6 ± 0,93	15,5	32,9 ± 1,83	20,1	1,1 ± 0,10	32,6	68
Воронеж-120	23,4 ± 0,56	9,3	42,1 ± 1,82	16,7	1,6 ± 0,13	31,4	79
Молдавия-1	21,8 ± 1,73	22,5	40,9 ± 4,44	30,7	1,6 ± 0,30	53,2	42
Молдавия-6	22,5 ± 1,19	10,6	51,5 ± 6,76	26,3	3,6 ± 0,93	51,5	21
Молдавия-7	19,6 ± 1,18	20,9	38,0 ± 2,65	24,2	1,4 ± 0,22	53,8	63
Молдавия-11	20,7 ± 0,57	9,9	36,5 ± 2,23	22,0	1,2 ± 0,22	63,9	68
Молдавия-13	23,0 ± 0,86	9,1	50,0 ± 3,96	19,4	2,2 ± 0,31	35,5	32
Волгоград-1	18,1 ± 0,97	17,7	33,3 ± 2,94	29,3	1,1 ± 0,17	47,1	58
Волгоград-2	18,5 ± 0,43	5,7	37,5 ± 3,40	22,2	1,2 ± 0,15	32,3	32

Климатип	Высота, м	Коэффициент изменчивости высоты, %	Диаметр, см	Коэффициент изменчивости диаметра, %	Запас, м³	Коэффициент изменчивости запасов, %	Сохранность, %
Волгоград-3	18,2 ± 0,71	10,3	32,6 ± 1,76	14,3	1,0 ± 0,17	45,7	37
С-53	13,3 ± 0,97	19,3	24,7 ± 2,75	29,4	0,4 ± 0,15	92,0	37
Подвой	14,7 ± 1,17	22,5	28,0 ± 3,02	30,5	0,5 ± 0,14	78,1	40

Несмотря на одинаковые условия роста и сроки прививки, биометрические показатели климатипов архива клонов были различными. Наибольшей высотой характеризуются Закарпатье (24,6 м), Воронеж-55 (23,5 м), Воронеж-120 (23,4 м), Молдавия-13 (23 м), Молдавия-6 (22,5 м), Воронеж-118 (21,6 м), наименьшие показатели – у С-53 (13,4 м) и контрольного ряда (14,7 м).

По диаметру лидирующие позиции занимают: Закарпатье (51,2 см), Молдавия-6 (51,5 см), Молдавия-13 (50 см), Воронеж-120 (42,1 см), Молдавия-1 (40,9 см), худшими по этому показателю являются С-53 (24,7 см) и контрольный ряд (28 см).

Наиболее продуктивные климатипы, отличающиеся высоким запасом древесины, – Закарпатье (2,3 м³), Молдавия-6 (3,6 м³), Молдавия-13 (2,2 м³), Воронеж-55 (2,1 м³) – имеют довольно низкий процент приживаемости: 26, 21, 32 и 32 соответственно.

Отличия для большинства климатипов и подвоя достоверны ($P \leq 0,05$), исключение представляет климатип С-53, который так же, как и подвой, имеет происхождение – Воронежская область.

Вариация показателей среди климатипов различается (рис. 3).

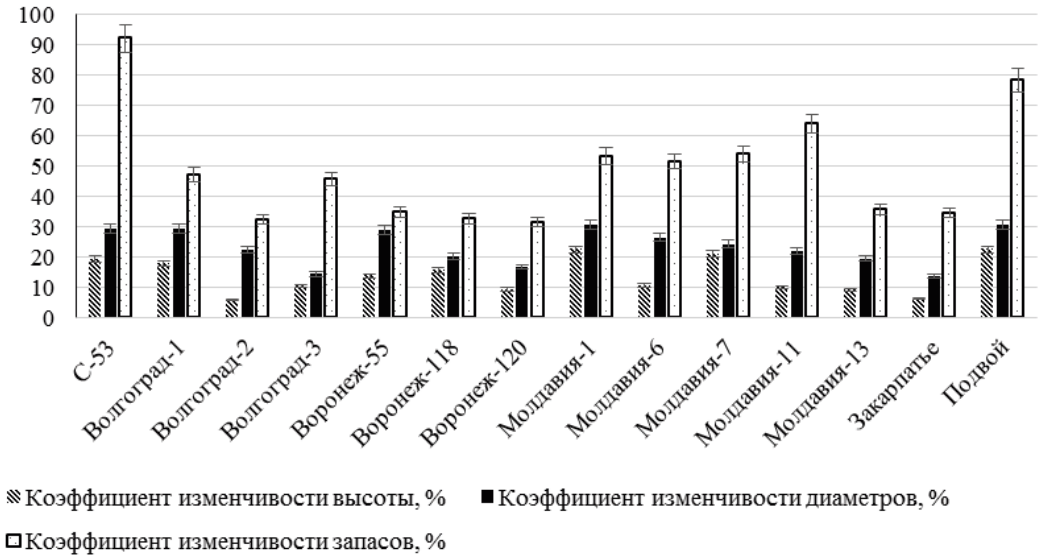

Рис. 3. Вариация показателей среди климатипов объекта № 2

Наиболее вариативным показателем является запас (от 31,4 % для климатипов Воронеж-120 и С-51 до 92 % – для С-53). Наименее вариативной является высота дерева: от 6,2 %

(Закарпатье) до 22,2 % (Молдавия-1). Коэффициент вариации диаметров стволов занимает промежуточное положение: от 13,8 % (Закарпатье) до 30,7 % (Молдавия-1).

Наибольшей однородностью по трём показателям отличаются следующие климатипы: Закарпатье, Молдавия-13, Волгоград-2, Воронеж-118, Воронеж-120. Наименьшей однородностью обладают Молдавия-1, С-53, Молдавия-7, Молдавия-11, Волгоград-1, Молдавия-6.

При сравнении клонов и контрольного ряда подвоя выявлено превышение в 1,4 раза как по высоте, так и по диаметру. Так, средняя высота подвоя составила: 14,7 ± 1,17 м, диаметр ствола 28,0 ± 3,02 см. Средняя высота клонов при этом равнялась 20,6 ± 0,37 м, диаметр – 38,1 ± 0,99 см. Различия достоверны (для параметра высоты $P \leq 0{,}05$; для диаметра – $P \leq 0{,}01$).

Сравнивая высоту и диаметр климатипов с табличными значениями нормальных дубовых древостоев [5], можно заметить, что средняя высота находится на уровне древостоев I бонитета, а диаметр некоторых климатипов (Воронеж-120, Молдавия-1, Воронеж-55, Молдавия-13, Молдавия-6, Закарпатье) превышает нормальные значения в 2–2,5 раза.

Проведенный корреляционный анализ показал отсутствие взаимосвязей между параметрами высоты, диаметра ствола, запаса. Достоверные связи между диаметром и запасом выявлены для климатипов Молдавия-7 (критерий Кендалла $t = 0{,}38$, $P \leq 0{,}05$; критерий Спирмена $r_s = 0{,}54$, $P \leq 0{,}05$), Воронеж-120 ($t = 0{,}43$, $P \leq 0{,}01$; $r_s = 0{,}60$, $P \leq 0{,}01$), Молдавия-6 ($t = 0{,}83$, $P \leq 0{,}05$). Полученные результаты анализа клоновых деревьев показывают отличие от деревьев, выращенных из семян и имеющих линейную зависимость между таксационными показателями [6, 8].

Для дальнейшего культивирования путем вегетативного размножения в условиях Воронежской области целесообразно рассматривать Воронежские (Воронеж-118, Воронеж-120) и Молдавские (Молдавия-7, Молдавия-11) климатипы, они отличаются хорошей сохранностью и превосходят в 2–3 раза показатели запаса контрольного ряда. Некоторые из климатипов представлены на рисунке 4. При семенном размножении хорошей сохранностью обладают климатипы Ставропольский, Брянский, Воронежский (Теллермановский), Воронежский (Воронцовский) – она составляет от 65 до 78 %.

1 2 3

Рис. 4. Деревья наилучших климатипов: 1 – Воронеж-120; 2 – Молдавия-6; 3 – Воронеж-118

Заключение

В результате исследования определены сохранность и таксационные показатели географических культур дуба черешчатого в Воронежской области. Полученные данные позволяют выделить контрастные климатипы с лучшей и худшей сохранностью. Достоверные различия между таксационными показателями способствуют проведению отбора наиболее продуктивных происхождений. Так как условия роста деревьев в испытательных культурах одинаковые, можно предположить, что различия в сохранности вызваны генетическими особенностями климатипов.

Наличие высокой степени изменчивости таксационных показателей позволяет выделить контрастные формы лучших и худших генотипов для последующих исследований по селекции и изучению адаптации дуба к почвенно-экологическим условиям нового местообитания.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 22-64-00036).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бугаев, В.А. Дубравы европейской части России / В.А. Бугаев, А.Л. Мусиевский, В.В. Царалунга // Известия ВУЗов. Лесной журнал. – 2004. – № 2. – С. 7–13.
2. Камалова, И.И. Влияние способа прививки на приживаемость и рост привоев дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) / И.И. Камалова, Р.М. Камалов, Н.И. Внукова. – DOI 10.36305/0513-1634-2019-133-36-42 // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2019. – № 133. – С. 36–42.
3. Крюкова, С.А. Плодоношение дубрав и плюсовых деревьев дуба черешчатого / С.А. Крюкова, В.К. Ширнин. – DOI 10.12737/19950 // Лесотехнический журнал. – 2016. – Т. 6. – № 2 (22). – С. 22–30.
4. Лесная энциклопедия : в 2-х т. / Гл. ред. Воробьев Г.И.; Ред. кол.: Анучин Н.А., Атрохин В.Г., Виноградов В.Н. [и др.] – М. : Сов. энциклопедия, 1985. – 563 с.
5. Лозовой, А.Д. Лесная вспомогательная книжка. Лесотаксационный справочник работнику лесного хозяйства Центрально-черноземного региона России / А.Д. Лозовой. – Издание 3-е. Воронеж : Воронежская государственная лесотехническая академия, 2004. – 390 с.
6. Машковский, В.П. Точность вычисления запаса разными методами при глазомерно-измерительной таксации леса / В.П. Машковский // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2014. – № 1 (165). – С. 26–30.
7. Опытно-производственные селекционно-семеноводческие объекты НИИЛГиС / под общ. ред. Ю.П. Ефимова. – Воронеж : ООО Биомик, 2004. – Т. 2. – С. 43–45.
8. Тюрин, А.В. Таксация леса : учебное пособие / А.В. Тюрин. – 2-е изд. – М. : Гослестехиздат, 1945. – 376 с.
9. Шутяев, А.М. Состояние 35-летних географических культур дуба черешчатого в степи Краснодарского края / А.М. Шутяев // Лесоведение. – 1991. – № 4. – С. 25–36.
10. John, G. Stadia: The Populous Design and Development Guide / G. John, R. Sheard, B. Vickery. – 5th ed. – Routledge, 2013. – DOI 10.4324/9781315751214.

REFERENCES

1. Bugaev V.A., Musievskij A.L., Caralunga V.V. Dubravy evropejskoj chasti Rossii. *Izvestiya VUZov. Lesnoj zhurnal*. 2004, no. 2, pp. 7–13. (In Russian)
2. Kamalova I.I., Kamalov R.M., Vnukova N.I. Vliyanie sposoba privivki na prizhivaemost' i rost privoev duba chereshchatogo (*Quercus robur* L.). DOI 10.36305/0513-1634-2019-133-36-42. *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*. 2019, no. 133, pp. 36–42. (In Russian)

3. Kryukova S.A., Shirnin V.K. Plodonoshenie dubrav i plyusovyh derev'ev duba chereshchatogo. DOI 10.12737/19950. *Lesotekhnicheskij zhurnal*. 2016, vol. 6, no. 2 (22), pp. 22–30. (In Russian)

4. Lesnaya enciklopediya, v 2-h t. Gl. red. Vorob'ev G.I.; Red.kol.: Anuchin N.A., Atrohin V.G., Vinogradov V.N. [i dr.]. Moscow, 1985, 563 p. (In Russian)

5. Lozovoj A.D. Lesnaya vspomogatel'naya knizhka. Lesotaksacionny`j spravochnik rabotniku lesnogo xozyajstva Central`no-chernozemnogo regiona Rossii. Izdanie 3-e. Voronezh, 2004, 390 p. (In Russian)

6. Mashkovskij V.P. Tochnost' vychisleniya zapasa raznymi metodami pri glazomerno-izmeritel'noj taksacii lesa. *Trudy BGTU. Seriya 1: Lesnoe hozyajstvo, prirodopol'zovanie i pererabotka vozobnovlyaemyh resursov*. 2014, no. 1 (165), pp. 26–30. (In Russian)

7. Opytno-proizvodstvennye selekcionno-semenovodcheskie ob"ekty NIILGiS. Pod obshch. red. Yu.P. Efimova. Voronezh, 2004, vol. 2, pp. 43–45. (In Russian)

8. Tyurin A.V. Taksaciya lesa: uchebnoe posobie. 2-e izd. Moscow, 1945. 376 p. (In Russian)

9. Shutyaev A.M. Sostoyanie 35-letnih geograficheskih kul'tur duba chereshchatogo v stepi Krasnodarskogo kraya. *Lesovedenie*. 1991, no. 4, pp. 25–36. (In Russian)

10. John G., Sheard R., Vickery B. Stadia: The Populous Design and Development Guide (5th ed.) Routledge, 2013. DOI 10.4324/9781315751214.

Статья поступила в редакцию 30.11.2022