

DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-5-935

УДК 630\*165.6



Научная статья

## УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Д.В. Сапронова, А.И. Беляев, А.В. Семенютина,  
А.Ш. Хужахметова, В.В. Сапронов*

**Обоснование.** Вопросы по усовершенствованию технологий выращивания посадочного материала связаны с необходимостью интенсификации процесса для обеспечения доступным и адаптированным ассортиментом деревьев. Современные стратегии по реализации природных климатических решений на деградированных землях Волгоградской области предусматривают привлечение лесобразующих пород рода *Quercus* (39,8%), *Pinus* (15,8%), *Populus* (7,5%).

**Цель** – усовершенствовать технологию производства посадочного материала *Quercus robur*.

**Материалы и методы.** На базе Нижневолжской станции по селекции древесных пород – филиал ФНИЦ агроэкологии РАН (г. Камышин, Волгоградская обл.) выделены участки открытого и закрытого грунта для усовершенствования технологии производства. В экспериментах применен сертифицированный семенной материал *Quercus robur* L. (удостоверения о качестве №34/25675, №34/25727). Для обеспечения оптимальных условий развития разработана схема полива и питательный режим (аммиачной селитры, Solar универсал). Экспериментальные данные обработаны методами математической обработки. Стандартность саженцев определяли в соответствии с Приказом Минприроды России, 04.12.2020 № 1014.

**Результаты.** Показана результативность выращивания *Quercus robur* L. с закрытой и открытой корневой системой. Приведены характеристики субстрата, разработан режим минерального питания, а также режим полива для поддержания оптимальной температуры и влажности воздушной и почвенной среды. Анализ динамики биометрических данных растений с закрытой корневой системой показал, что 92% достигли стандартности через 2 месяца, с открытой корневой системой – 56% сеянцев в конце вегетации.

**Заключение.** По показателям качества, времени и объема продукции установлено преимущество технологии выращивания *Q. robur* с закрытой корневой системой.

**Ключевые слова:** технология выращивания; сеянцы; *Quercus robur*; закрытая и открытая корневая система

**Для цитирования.** Сапронова Д.В., Беляев А.И., Семенютина А.В., Хужахметова А.Ш., Сапронов В.В. Усовершенствованные технологии выращивания сеянцев главных лесобразующих пород в Волгоградской области // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2023. Т. 15, №5. С. 228-245. DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-5-935

Original article

## IMPROVED TECHNOLOGIES FOR GROWING SEEDLINGS OF FOREST-FORMING SPECIES IN THE VOLGOGRAD REGION

*D.V. Sapronova, A.I. Belyaev, A.V. Semenyutina,  
A.Sh. Khuzhakhmetova, V.V. Sapronov*

**Background.** Issues on improvement of technologies of cultivation of planting material are associated with the need to intensify this process to provide an accessible and adapted assortment of woody species. Modern strategies for implementation of natural climatic solutions on degraded lands of Volgograd region provide for attraction of forest-forming adaptive tree species: *Quercus* (39,8%), *Pinus* (15,8%), *Populus* (7,5%).

**Purpose.** Improve the technology of production of *Quercus robur* planting material.

**Materials and methods.** On the basis of the Nizhnevolzhsk tree breeding station - a branch of the Federal Research Center of Agroecology RAS (Kamyshin, Volgograd Region), outdoor and indoor plots were allocated to improve production technology. Certified seed material *Quercus robur* L. (certificate of quality №34/25675, 34/25727) was used in the experiments. To ensure optimal conditions for development, the scheme of irrigation and nutrient regime (ammonium nitrate, Solar universal) were developed. Experimental data on the growth of seedlings were processed by methods of mathematical processing. The standard of seedlings is determined in accordance with the Order of the Ministry of Natural Resources of Russia from 04.12.2020 № 1014.

**Results.** The effectiveness of growing seedlings *Quercus robur* L. with closed and open root systems is shown. The characteristics of the substrate are given, the regime of mineral nutrition, as well as the regime of watering to maintain the optimum temperature and humidity of the air and substrate are developed. Analysis of the dynamics of biometric data of plants with closed root system showed that 92% reached the standard within 2 months, with open root system - 56% of seedlings at the end of the growing season.

**Conclusion.** According to the indicators of quality, time and volume of production, the advantage of the technology of growing *Q. robur* L. with closed root system.

**Keywords:** cultivation technology; seedlings; *Quercus robur* L.; closed and open root system

**For citation.** Sapronova D.V., Belyaev A.I., Semenyutina A.V., Khuzhakhmetova A.Sh., Sapronov V.V. Improved technologies for growing seedlings of forest-forming species in the Volgograd region. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2023, vol. 15, no. 5, pp. 228-245. DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-5-935

## Введение

Волгоградская область относится к малолесным субъектам России (лесистость региона 6,2 %). По данным Лесного плана Волгоградской области, на начало 2018 года, площадь, где произрастают леса, составляет 696,7 тыс. га (прирост площади на 0,4%). По показателям площади и запаса древесины к основным лесообразующим породам отнесены *Quercus robur* L. (39,8%; 44,9%), *Pinus* (15,8%; 12,4%), *Populus* (7,5%; 12,4%).

Сложные лесорастительные условия региона определяют актуальность мероприятий по лесомелиоративному обустройству деградированных земель с целью смягчения последствий климатических изменений и повышения эколого-экономической привлекательности засушливых территорий [6, 18, 20, 22]. Сохранение тренда ухудшения состояния насаждений связано с их возрастом, постоянным воздействием на них неблагоприятных почвенно-климатических условий, лесных пожаров [11, 14, 15], вредителей и болезней [2, 13].

Вопросы по усовершенствованию технологий выращивания посадочного материала связаны с необходимостью интенсификации процесса для обеспечения доступным и адаптированным ассортиментом деревьев в условиях изменения климата [20]. Целевое использование посадочного материала в масштабных проектах определяется его качеством и себестоимостью [8, 16].

Для улучшения приживаемости сеянцев основных лесобразующих пород и удлинения сроков посадки применяют посадочный материал с закрытой корневой системой [16]. При разработке технологии выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой рассматривают влияние: субстратов и контейнеров на развитие и качество растений [4, 9], сроков посадки и влажности почвы [3] и других агроприемов по увеличению сохранности лесных сеянцев [17, 21]; ассортимент саженцев [5, 21].

Анализ исследований по проблематике показывает актуальность сравнительной оценки технологий в питомниководстве *Quercus robur* L. в условиях изменений климата для целей защитного лесоразведения и озеленения сухостепной зоны [7]. Романов и др. [9] указывают, что в контейнерах малых объемов (до 120 см<sup>3</sup>) сеянцы дуба хуже приживаются и растут в лесных насаждениях, так как их надземная часть и корневая система развиты слабо. На основе комплексной оценки показателей, авторы рекомендуют выращивание саженцев в контейнерах с объемом ячеек 120 и 155 см<sup>3</sup> соответственно. Сиволапов и др. [10] указывают, что на супесчаных черноземовидных почвах применение азотных удобрений незначительно влияет на рост корневых систем сеянцев *Quercus robur* L. в открытом грунте.

**Цель исследования** – усовершенствовать технологии производства посадочного материала *Quercus robur* L.

### **Материалы и методы исследования**

Экспериментальные участки для усовершенствования технологии производства посадочного материала *Quercus robur* L. с закрытой корневой системой (рисунок 1) и открытой корневой системой (контроль, площадь 384 м<sup>2</sup>) расположены на Нижневолжской станции по селекции древесных пород – филиал ФНЦ агроэкологии РАН (г. Камышин, Волгоградская область).

Стандартность саженцев определяют в соответствии с Приказом Минприроды России от 04.12.2020 № 1014 [8]. Сбор семян *Q. robur* L. осуществлялся в октябре, ноябре 2021 года на территории Камышинского и Верхне-Липовского участков лесничеств Волгоградской области (квартал 99, выдел 7; квартал 67, выделы 52, 63, 64). Определение посевных качеств партии семян *Q. robur* L. (по ГОСТ Р 51173-98) проведено в «Центре защиты леса Волгоградской области» в ФБУ «Рослесозащита» перед закладкой на хранение (удостоверение о качестве семян №34/25675) и после хранения (удостоверение о качестве семян №34/25727).



**Рис. 1.** Экспериментальная площадка по технологии выращивания сеянцев с закрытой корневой системой (134,4 м<sup>2</sup>)

В варианте «закрытая корневая система» семена хранились во влажном песке в помещении при соблюдении температурного режима ( $-1^{\circ}\text{C}$  до  $+2^{\circ}\text{C}$ ) в течение 4 месяцев. Посев *Q. robur* L. был произведен пророщенными семенами 7-8 мая 2022 года в количестве 35000 шт. В кассеты (внешние габариты, м:  $0,4 \times 0,3 \times 0,13$ ) с количеством ячеек 35 шт. (объем ячейки, см<sup>3</sup>: 275; размер ячейки, м:  $0,058 \times 0,056 \times 0,13$ ). Субстрат – торф нейтрализованный 11с/0-10/5, фракционный состав 0-10 мм. Минеральный компонент: известняковая мука. Смачивающий ре-агент: фибазорб.

Для формирования корневой системы и воздушной обрезки корней предусмотрено размещение кассет на металлические подставки размером  $2,34 \times 1,56 \times 0,17$  м. Площадь экспериментального участка в теплице 134,4 м<sup>2</sup>.

В варианте «открытая корневая система» посев *Q. robur* L. был произведен во второй декаде октября 2021 года в предварительно подготовленную почву. Схема посевных лент двухстрочная широкоборозчатая ( $0,20-0,50-0,20-0,70$  м), длина строчки – 120 м, норма высева 0,3 кг/ пог. м, глубина заделки 0,07-0,10 м. Почвы каштановые, нейтральные (pH 6,8), с высоким содержанием калия (430 мг/л) и фосфора (148 мг/л). Для эффективного контроля расхода воды в технологии производства посадочного материала применена система капельного полива.

Для разработки питательного режима сеянцев были взяты: аммиачная селитра (для двух вариантов) и Solar универсал (в варианте «закрытая корневая система», таблица 1).

Таблица 1.

**Питательный режим в разных вариантах выращивания семян**

Показатели	Аммиачная селитра (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> )		Solar универсал*	
	«ЗКС»	«ОКС»	«ЗКС»	«ОКС»
Норма расхода вещества, г на 10 л воды	20,0	20,0	20,0	–
Расход рабочего раствора, м <sup>3</sup>	0,6	10,0	0,6	–
Сроки проведения: 1 подкормка (2 подкормка)	14 (34) день после появления всходов	25.VII (5.VIII)	24 день после появления всходов (26.VIII)	–

**Примечание:** состав N-18%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-18 %, K<sub>2</sub>O-18%, MgO-3%, микроэлементы

Сухую массу фракций семян взвешивали (с точностью до 0,01 г) после высушивания при 105°C. Применен расчетный метод оценки содержания углерода: как произведение абсолютно сухого вещества фитомассы на конверсионный коэффициент (0,50 – для стволов, ветвей 0,45 – для листьев) [1]. Экспериментальные данные по росту семян обработаны методами математической обработки.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Ежедневный мониторинг за влажностью субстрата, влажностью и температурой воздуха являлся неотъемлемой частью при выращивании семян с закрытой корневой системой. При помощи вентиляционной системы проводилось смешение воздушных масс для поддержания влажного и теплого микроклимата.

В поздне-весенний период при температуре воздуха до +18 °С боковое и коньковое проветривание не применялось. В летний период температура в теплице поддерживалась до +25°C. Колебания положительной температуры воздуха в открытом грунте составили: в ночное время в июне от 12,0 до 20,6°C, в дневное от 21,8 до 32,5°C, в июле от 7,9 до 22,2°C (ночью), от 17,4 до 34,5 °С (днем), в августе от 16,6 до 23,8°C (ночью) и от 24,3 до 36,9°C (днем).

Было установлено, что для недопущения появления плесени необходимо применять смешение воздушных масс в течение 5 часов до полива, во время полива и после полива до образования подсушенных верхних слоев торфа. График полива семян: в мае – через сутки, июнь-август – ежедневный.



Суточная поливная норма  $0,54 \text{ м}^3$ . Из-за отсутствия сорной растительности мероприятия по борьбе с сорняками не проводились. Единственная проблема, с которой столкнулись при выращивании *Quercus robur* с закрытой корневой системой – смыкание листовых пластин в кассетах, что привело к менее эффективному попаданию воды в почву при поливе (рисунок 2).



Рис. 2. Сеянцы дуба черешчатого с ЗКС

В варианте «открытая корневая система» применена система капельного орошения. Периодичность полива – один раз в неделю, продолжительность 4-5 часов, при поливной норме  $60 \text{ м}^3$ . За вегетационный период сеянцев проведена трехкратная прополка.

Анализ динамики биометрических показателей показал, что 92,0 % или 35000 сеянцев с закрытой корневой системой достигли стандарта (диаметр стволика у корневой шейки не менее 3 мм; высота стволика не менее 20 см) в течение 2 месяцев (таблица 2, 3).

Таблица 2.

**Основные показатели сеянцев *Quercus robur* L.**

Технология	Среднее значение			Выход сеянцев, шт./ $\text{м}^2$
	высота, м	диаметр стволика, мм	длина корневой системы, м	
ЗКС	$0,407 \pm 0,01$	$5,8 \pm 0,1$	$0,13 \pm 0,001$	291
НСР <sub>0,95</sub>	3,3	0,4		
Р,%	2,4	2,1		
ОКС	$0,261 \pm 0,003$	$4,8 \pm 0,01$	$0,406 \pm 0,005$	280
НСР <sub>0,95</sub>	0,9	0,03	1,8	
Р,%	1,1	2,1	1,3	

Таблица 3.

## Влияние условий посева на выход и размеры сеянцев

Технология	Средняя масса сухого вещества, г/м <sup>2</sup> (содержание углерода, г/м <sup>2</sup> )	Абсолютно сухая масса сеянцев 10 шт., г (среднее)			
		стебель	листья	корень	Всего
ЗКС	3262,11±18,4 (1609,2)	30,1±0,04	15,0±0,03	67,0±0,05	112,1±0,04
НСР <sub>0,95</sub>		0,13	0,1	0,16	
Р,%		1,33	2,0	0,75	
ОКС	2962,40±27,0 (1459,5)	13,5±0,01	12,8±0,01	79,5±0,01	105,8±0,01
НСР <sub>0,95</sub>		0,03	0,03	0,03	
Р,%		0,74	0,78	0,13	

В варианте с открытой корневой системой 56% сеянцев достигли стандарта к концу вегетации (рис. 3).



Рис. 3. Экспериментальные участки (а – вариант «закрытая корневая система», б – вариант «открытая корневая система»)

Применение разных вариантов выращивания *Quercus robur* показало преимущество технологии получения сеянцев с закрытой корневой системой. Показатели сухого вещества фитомассы сеянцев с единицы площади свидетельствуют о более эффективном использовании ресурсов. Однако применение разработанной технологии требует значительных капитальных единовременных затрат на создание тепличных комплексов (2450 тыс. руб., срок окупаемости 2 года) и автоматизацию процесса набивки и посева семян в кассеты (7600 тыс. руб.; 5-6 лет).



### **Заключение**

Многолетние исследования по выращиванию лесообразующих пород с закрытой корневой системой проведены в условиях лесных и лесостепных регионов. Смышляева М.И. [12] отмечает, что, несмотря на значительный опыт по выращиванию сеянцев с закрытой корневой системой «.. единого мнения об использовании типов контейнеров с определённым объёмом ячейки и конкретным видом питательного субстрата...» нет. Вопрос по срокам и дозам внесения удобрений также остается дискуссионным – «... европейские и отечественные учёные рекомендуют более низкие концентрации, а американские исследователи – наоборот высокие, вплоть до 150 мг на одно растение...».

Выращивание посадочного материала как элемента в лесоклиматических проектах требует дополнительного изучения влияния агроприемов на увеличения накопления углерода [7, 9]. В связи, с чем привлекательны технологии выращивания деревьев, обеспечивающие быстрый рост и высокую приживаемость [16].

В результате исследований были отработаны вопросы приготовления субстратов, сроков проведения подкормок сеянцев с использованием комплексных удобрений, соблюдения режима микроклимата в теплицах. На основе особенностей формирования сеянцев дуба черешчатого и сочетания различных подходов к вопросу питательного режима и объема контейнеров выявлены параметры технологичности и экономичности размножения в сухостепных условиях района исследований.

В варианте «закрытая корневая система» установлено, что снижение затрат при производстве связано с более экономным расходом семенного материала (в варианте ЗКС – 291 шт./м<sup>2</sup>, ОКС – 375 шт./м<sup>2</sup>) и выходом стандартных сеянцев в первый год (ЗКС – 92 %, ОКС – 56 %) с меньшими прямыми затратами на мероприятия по уходу. Себестоимость 1 сеянца составила с закрытой корневой системой – 3,46 руб., с открытой корневой системой – 4,35 руб. Выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой позволяет проводить лесопосадочные работы круглогодично до устойчивых минусовых температур.

**Информация о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Информация о спонсорстве.** Исследование выполнено по Государственному заданию №FNFE-2021-0001 (регистрационный номер 121041200197-8) ФНЦ агроэкологии РАН.

**Список литературы**

1. Горобец А.И., Таранков В.И., Сизых В.Н. Сравнительная оценка углерододепонирующей и кислородопродуцирующей функций дубравы и ветляника // Лесной вестник. 2009. № 3. С. 43-48.
2. Грибуст И.Р. Разнообразие и пространственная дифференциация минирующих насекомых в защитных лесных насаждениях // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2015. Вып. 211. С. 19-32. URL: <http://studylib.ru/doc/2383531/i.r.-gribust-raznoobrazie-i-prostranstvennaya?ysclid=lgum74kd8l384266997> (дата обращения: 09.11.2022)
3. Григоров М.С., Семенютина А.В., Костюков С.М. Управление режимом орошения при выращивании посадочного материала в аридной зоне // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2009. №21. С. 149-152. URL: <http://kgau-works.kubsau.ru/issue/2009-21> (дата обращения: 14.10.2022)
4. Гутиева Н.М. Вермикулит – эффективный улучшитель субстратов для контейнерных культур // Субтропическое и декоративное садоводство. 2013. №49. С. 320-325.
5. Жигунов А.В., Маркова И.А. Производство посадочного материала в лесных питомниках Северо-Запада России: практические рекомендации. Санкт-Петербург: СПБНИИЛХ, 2005. 90 с.
6. Манаенков А.С., Корнеева Е.А. Биogeографические аспекты эффективности защиты пахотных земель лесными полосами // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2021. №3. С. 48-54.
7. Морозова Е.В., Иозус А.П., Крючков С.Н. Особенности вегетативного размножения дуба черешчатого для защитного лесоразведения в степной зоне европейской части России // Успехи современного естествознания. 2016. №12-2. С. 309-313.
8. Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений: Приказ Минприроды России от 04.12.2020 №1014 // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.ru/Document/View/0001202012180052> (дата обращения: 02.03.2022).
9. Романов Е.М., Смышляева М.И., Краснов В.Г., Мухортов Д. И. Выращивание однолетних сеянцев дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) с закрытой корневой системой на различных субстратах // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2017. №3(35). С. 26-36. <https://doi.org/10.15350/2306-2827.2017.3.26>

10. Сиволапов А.И., Благодарова Т.А., Кошелев А.Ю. Выращивание крупномерных сеянцев дуба черешчатого с применением минеральных удобрений // Успехи современного естествознания. 2016. №11. С. 70-74.
11. Семенютина А.В., Свинцов И. П., Хужахметова А.Ш., Семенютина В. А., Лазарев С.Е. Мобилизация дендрологических ресурсов и пути сохранения их биоразнообразия в малолесных регионах: монография. – Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2021. 288 с.
12. Смышляева М.И. Выращивание сеянцев дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) с закрытой корневой системой для создания лесных культур в зоне хвойно-широколиственных лесов Среднего Поволжья: дисс. .. канд с.-х. наук. Йошкар-Ола, 2018. 139 с.
13. Уткина И.А., Рубцов В.В. Изменение климата и его последствия для взаимоотношений фитофагов с растениями // Вестник Московского государственного университета леса Лесной вестник. 2009. №5. С. 165-175.
14. Федоров Н.И., Мартыненко В.Б., Жигунова С.Н., Михайленко О.И., Шендель Г.В., Наумова Л. Г. Изменение распространения широколиственных древесных видов в центральной части южного Урала со второй половины XX в. // Экология. 2021. №2. С. 103-111. <https://doi.org/10.31857/S0367059721020050>
15. Хужахметова А.Ш., Беляев А.И., Сапронова Д.В. Становление и развитие биологических исследований в области защитного лесоразведения // Вопросы истории. 2022. №8-1. С. 244-250. <https://doi.org/10.31166/VoprosyIstorii202208Statyi22>
16. Цепляев А.Н. Научное обоснование технологии выращивания посадочного материала «контейнер в контейнере» в центральной лесостепи: дисс. ... д-ра с.-х. наук. Воронеж, 2022. 374 с.
17. Якимов Н.И., Юренин А.В., Артемчук О.Ю. Перспективы использования новых видов водорастворимых удобрений для выращивания сеянцев сосны с закрытой корневой системой // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2012. №1. С. 213-215.
18. Babushkina E., Zhirmova D., Belokopytova L., Tychkov I., Vaganov E., Krutovsky K. Response of four tree Species to Changing Climate in a Moisture-Limited Area of South Siberia // Forest. 2019. Vol. 10. <https://doi.org/10.3390/f10110999>
19. Belyaev A.I., Semenyutina A.V., Khuzhakhmetova A.Sh., Semenyutina V.A. Analysis of bioresource collections on climatic rhythms and phenological processes // Ecological Engineering and Environmental Technology. 2022. T. 23, №3. С. 87-94. <https://doi.org/10.12912/27197050/147152>

20. Kruzhilin S.N., Taran S.S., Semenyutina A.V., Matvienko E.Yu. Growth peculiarities and age dynamics of *Quercus robur* L. formation in steppe region conditions // Kuwait Journal of Science. 2018. T. 45, №4. P. 52-58. <https://journalskuwait.org/kjs/index.php/KJS/article/view/2544/296>
21. Ruter J.M. Evaluation of control strategies for preventing rooting-out problems in pot-in-pot production systems // Journal Environmental Horticulture. 1994. Vol. 12. P. 51-55.
22. Semenyutina A.V., Podkovyrov I.Y., Khuzhakhmetova A.Sh., Semenyutina V.A., Podkovyrova G.V. Mathematical justification of the selection of woody plants biodiversity in the reconstruction of objects of gardening // International Journal of Pure and Applied Mathematics. 2016. T. 110, №2. C. 361-368. <https://doi.org/10.12732/ijpam.v110i2.10>

### References

1. Gorobets A.I., Tarankov V.I., Sizykh V.N. Sravnitel'naya ocenka uglerodo-deponiruyushchej i kislorodoproduciruyushchej funkceij dubravy i vetlyanika [Comparative assessment of the carbon-depositing and oxygen-producing functions of oak and willow forest]. *Lesnoj vestnik* [Forest herald], 2009, no 3, pp. 43-48.
2. Gribust I.R. Raznoobrazie i prostranstvennaya differenciaciya miniruyushchih nasekomyh v zashchitnyh lesnyh nasazhdeniyah [Diversity and spatial differentiation of mining insects in protective forest plantations]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii* [Proceedings of the St. Petersburg Forest Engineering Academy], 2015, Iss, 211, pp. 19-32. <http://studylib.ru/doc/2383531/i.r.-gribust-raznoobrazie-i-prostranstvennaya?ysclid=lgum74kd81384266997> (accessed November 9, 2022).
3. Grigorov M.S., Semenyutina A.V., Kostyukov S.M. Upravlenie rezhimom orosheniya pri vyrashchivanii posadochnogo materiala v aridnoj zone [Irrigation mode control when growing planting material in an arid zone]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], 2009, no. 21, pp. 149-152. <http://kgau-works.kubsau.ru/issue/2009-21> (accessed October 14, 2022)
4. Gutieva N.M. Vermikulit – effektivnyj uluchshitel' substratov dlya kontejnernyh kul'tur [Vermiculite is an effective substrate improver for container crops], *Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo* [Subtropical and ornamental gardening], 2013, no. 49, pp. 320-325.
5. Zhigunov A.V., Markov I.A. *Production of planting material in the forest nurseries of the North-West of Russia: practical recommendations* [Production of

- planting material in the forest nurseries of the North-West of Russia: practical recommendations]. St. Petersburg: SPbNIIKKh, 2005, 90 p.
6. Manaenkov A.S., Korneeva E.A. Biogeograficheskie aspekty effektivnosti zashchity pahotnyh zemel' lesnymi polosami [Biogeographical aspects of the effectiveness of the protection of arable land by forest strips]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography], 2021, no. 3, pp. 48-54.
  7. Morozova E.V., Iozus A.P., Kryuchkov S.N. Osobennosti vegetativnogo razmnozheniya duba chereschatogo dlya zashchitnogo lesorazvedeniya v stepnoj zone evropejskoj chasti Rossii [Peculiarities of vegetative propagation of English oak for protective afforestation in the steppe zone of the European part of Russia]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern natural science], 2016, no. 12-2, pp. 309-313.
  8. *Ob utverzhenii Pravil lesovosstanovleniya, sostava proekta lesovosstanovleniya, poryadka razrabotki proekta lesovosstanovleniya i vneseniya v nego izmenenij* [On approval of the Rules for reforestation, the composition of the reforestation project, the procedure for developing a reforestation project and making changes to it]. Prikaz Minprirody Rossii ot 04.12.2020 №1014 [Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated December 4, 2020 No. 1014]. Oficial'nyj internet-portal pravovoj informacii. [Official Internet portal of legal information]. <http://publication.pravo.ru/Document/View/0001202012180052> (accessed March 2, 2022).
  9. Romanov E.M., Smyshlyaeva M.I., Krasnov V.G., Mukhortov D.I. Vyrashchivanie odnoletnih seyancev duba chereschatogo (*Quercus robur* L.) s zakrytoj kornevoj sistemoj na razlichnyh substratah [Growing annual seedlings of English oak (*Quercus robur* L.) with a closed root system on various substrates]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo univepsiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie* [Bulletin of the Volga State Technological University. Series: Forest. Ecology. Nature management]. 2017, no. 3 (35), pp. 26-36. <https://doi.org/10.15350/2306-2827.2017.3.26>
  10. Sivolapov A.I., Blagodarov T.A., Koshelev A.Yu. Vyrashchivanie krupnomernyh seyancev duba chereschatogo s primeneniem mineral'nyh udobrenij [Growing large-sized seedlings of pedunculate oak with the use of mineral fertilizers]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern natural science], 2016, no. 11, pp. 70-74.
  11. Semenyutina A.V., Svintsov I.P., Khuzhakhmetova A.Sh., Semenyutina V.A., Lazarev S.E. *Mobilizaciya dendrologicheskikh resursov i puti sohraneniya ih bioraznoobraziya v malolesnyh regionah: monografiya* [Mobilization of den-

- drological resources and ways to preserve their biodiversity in sparsely forested regions: monograph]. Volgograd: Federal Scientific Center of Agroecology RAS, 2021, 288 p.
12. Smyshlyaeva M.I. *Vyrashchivanie seyancev duba chereschatogo (Quercus robur L.) s zakrytoj kornevoj sistemoy dlya sozdaniya lesnykh kul'tur v zone hvojno-shirokolistvennykh lesov Srednego Povolzh'ya* [Cultivation of seedlings of English oak (*Quercus robur* L.) with closed root system to create forest cultures in the zone of coniferous-broadleaved forests of the Middle Volga region]: diss... PhD S.-x. Sciences. Yoshkar-Ola, 2018, 139 p.
  13. Utkina I.A., Rubtsov V.V. *Izmenenie klimata i ego posledstviya dlya vzaimootnoshenij fitofagov s rasteniyami* [Climate change and its consequences for the relationship of phytophages with plants]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa Lesnoj vestnik* [Bulletin of the Moscow State Forest University Lesnoy vestnik], 2009. no. 5, pp. 165-175.
  14. Fedorov N.I., Martynenko V.B., Zhigunova S.N., Mikhailenko O.I., Shendel G.V., Naumova L.G. *Izmenenie rasprostraneniya shirokolistvennykh drevesnykh vidov v central'noj chasti yuzhnogo Urala so vtoroj poloviny 20 v.* [Changes in the distribution of broad-leaved tree species in the central part of the southern Urals from the second half 20th century], *Ekologiya* [Ecology], 2021, no. 2, pp. 103-111. <https://doi.org/10.31857/S0367059721020050>
  15. Khuzhakhmetova A.Sh., Belyaev A.I., Sapronova D.V. *Stanovlenie i razvitiye biologicheskikh issledovaniy v oblasti zashchitnogo lesorazvedeniya* [Formation and development of biological research in the field of protective afforestation]. *Voprosy istorii* [Questions of history], 2022, no. 8-1, pp. 244-250. <https://doi.org/10.31166/VoprosyIstorii202208Statyi22>
  16. Tseplyaev A.N. *Nauchnoe obosnovanie tekhnologii vyrashchivaniya posadochnogo materiala «kontejner v kontejnere» v central'noj lesostepi* [Scientific substantiation of the technology of growing planting material "container in container" in the central forest-steppe]: diss... Dr. S.-x. Sciences. Voronezh, 2022, 374 p.
  17. Yakimov N.I., Yurenaya A.V., Artemchuk O.Yu. *Perspektivy ispol'zovaniya novykh vidov vodorastvorimyykh udobreniy dlya vyrashchivaniya seyancev sosny s zakrytoj kornevoj sistemoy* [Prospects for the use of new types of water-soluble fertilizers for growing pine seedlings with a closed root system]. *Trudy BGTU. Seriya 1: Lesnoe hozyajstvo, prirodopol'zovanie i pererabotka vozobnovlyаемых resursov* [Proceedings of BSTU. Series 1: Forestry, nature management and processing of renewable resources], 2012, no. 1, pp. 213-215.
  18. Babushkina E., Zhirnova D., Belokopytova L., Tychkov I., Vaganov E., Krutovskiy K. *Response of four tree species to changing climate in a moisture-lim-*



- ited Area of South Siberia. *Forest*, 2019, vol. 10. <https://doi.org/10.3390/f10110999>
19. Belyaev A.I., Semenyutina A.V., Khuzhakhmetova A.Sh. Semenyutina V.A. Analysis of bioresource collections on climatic rhythms and phenological processes. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 2022, vol. 23, no. 3, pp. 87-94. <https://doi.org/10.12912/27197050/147152>
  20. Kruzhilin S.N., Taran S.S., Semenyutina A.V., Matvienko E.Yu. Growth peculiarities and age dynamics of *Quercus robur* L. formation in steppe region conditions. *Kuwait Journal of Science*, 2018, vol. 45, no. 4, pp. 52-58. <https://journalskuwait.org/kjs/index.php/KJS/article/view/2544/296>
  21. Ruter J.M. Evaluation of control strategies for preventing rooting-out problems in pot-in-pot production systems. *Journal Environmental Horticulture*, 1994, vol. 12, pp. 51-55.
  22. Semenyutina A.V., Podkovyrov I.Y., Khuzhakhmetova A.Sh. Semenyutina V.A., Podkovyrova G.V. Mathematical justification of the selection of woody plants biodiversity in the reconstruction of objects of gardening. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 2016, vol. 110, no. 2, pp. 361-368. <https://doi.org/10.12732/ijpam.v110i2.10>

### **ВКЛАД АВТОРОВ**

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи для публикации.

### **AUTHOR CONTRIBUTIONS**

The authors contributed equally to this article.

### **ДАнные ОБ АВТОРАХ**

**Сапронова Дарья Владимировна**, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»  
пр. Университетский, 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация  
[sapronova.darya@mail.ru](mailto:sapronova.darya@mail.ru)*

**Беляев Александр Иванович**, доктор с.-х. наук, профессор, директор  
*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение*

*«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»  
пр. Университетский, 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация  
vnialmi@yandex.ru*

**Семенютина Александра Викторовна**, доктор с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник  
*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»  
пр. Университетский, 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация  
vnialmi@yandex.ru*

**Хужахметова Алия Шамильевна**, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биоэкологии древесных растений  
*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»  
пр. Университетский, 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация  
avfanc@yandex.ru*

**Сапронов Василий Васильевич**, директор  
*Нижневолжская станция по селекции древесных пород - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»  
ул. ВНИАЛМИ, 1, г. Камышин, Волгоградская область, 403889, Российская Федерация  
pitomnik-vnialmi@mail.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Daria V. Sapronova**, Candidate of Agricultural Sci., Senior Researcher  
*Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences»*

97, Universitetsky Ave., Volgograd, 400062, Russian Federation  
sapronova.darya@mail.ru  
SPIN-code: 7877-6865  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3559-3745>  
Scopus Author ID: 57458966000

**Alexander I. Belyaev**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director  
*Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of  
Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the  
Russian Academy of Sciences»*  
97, Universitetsky Ave., Volgograd, 400062, Russian Federation  
vnialmi@yandex.ru  
SPIN-code: 8733-7587  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8077-7052>  
Scopus Author ID: 57206259735

**Alexandra V. Semenyutina**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief  
Researcher  
*Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of  
Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the  
Russian Academy of Sciences»*  
97, Universitetsky Ave., Volgograd, 400062, Russian Federation  
vnialmi@yandex.ru  
SPIN-code: 7199-4150  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3250-6877>  
Researcher ID: G-7918-2014  
Scopus Author ID: 57191971205

**Aliya Sh. Khuzhakhmetova**, Candidate of Agricultural Sci., Leading Re-  
searcher, Laboratory of Bioecology of Woody Plants  
*Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of  
Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the  
Russian Academy of Sciences»*  
97, Universitetsky Ave., Volgograd, 400062, Russian Federation  
avfanc@yandex.ru  
SPIN-code: 1855-3360  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5127-8844>  
Researcher ID: G-7941-2014  
Scopus Author ID: 57204628075

**Vasily V. Sapronov**, Director

*Nizhnevolzhskaya station for selection of tree species - branch Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences»*

*1, VNIALMI, Kamyshin, Volgograd region, 403889, Russian Federation  
pitomnik-vnialmi@mail.ru*

*SPIN-code: 1136-7282*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6945-0905>*

Поступила 04.05.2023

После рецензирования 25.05.2023

Принята 20.06.2023

Received 04.05.2023

Revised 25.05.2023

Accepted 20.06.2023