

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные)

УДК 630\*232.2:581.9

DOI: 10.34736/FNC.2024.124.1.008.63-68

## Оценка качества семенного материала сосны Палласа в сухостепной зоне Нижнего Поволжья

Елена Владимировна Калмыкова✉, e-mail: kalmukova-ev@vfanc.ru, д.с.-х.н., г.н.с., зав. лаб.,  
ORCID: 0000-0001-8530-9995

Анна Ивановна Передриенко, аспирант, ORCID: 0000-0002-1717-1725

Лаборатория биоэкологии древесных растений

«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения  
Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), e-mail: info@vfanc.ru,  
400062, Университетский проспект, 97, Волгоград, России

**Аннотация.** Для целей лесовосстановления и защитного лесоразведения должны использоваться высококачественные семена с хорошими наследственными свойствами ценных местных и интродуцированных видов и форм. Сосна Палласа на протяжении века является одной из ведущих культур в лесомелиоративном обустройстве сухостепной зоны юга Европейской части России. Сосну Палласа следует считать весьма адаптированным видом, она имеет хороший рост, устойчивость к болезням и вредителям в степной и сухостепной зонах. Получение качественного посадочного материала является весьма актуальной задачей. Целью исследования являлась оценка показателей качества семян сосны Палласа как индикатора устойчивости семенных насаждений. Объект исследований – семена сосны Палласа, собранные с 3 участков на территории Волгоградской области. В статье обобщены данные роста, состояния вида сосны Палласа в искусственных насаждениях, а также приведена природно-географическая характеристика трех различных участков, расположенных на территории Волгоградской области. Анализ данных продемонстрировал внутривидовые различия растений сосны Палласа. Использован метод рентгенографии для определения качества семян. Наиболее качественный семенной материал отобрали с участка №1 (89% полноценных семян). Полученные результаты по всхожести (85 %) и энергии (79 %) прорастания с этого участка согласуются с показателями, полученными при рентгенографии семян, согласно ГОСТ 14161-86, соответствуют 2 классу качества семян.

**Ключевые слова:** сосна Палласа, семена, жизнеспособность, рентгенография, всхожесть семян, энергия прорастания семян.

**Финансирование.** Исследования выполнены в рамках Государственного задания Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН: № 121041200195-4 «Формирование полифункциональных кластерных дендрологических экспозиций и их реновации в биоресурсные искусственные и озелененные ландшафтные пространства рекреационного типа в малолесных регионах России», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

**Цитирование.** Калмыкова Е.В., Передриенко А.И. Оценка качества семенного материала сосны Палласа в сухостепной зоне Нижнего Поволжья // Научно-агрономический журнал. 2024. 1(124). С. 63-68. DOI: 10.34736/FNC.2024.124.1.008.63-68

Поступила в редакцию: 10.01.2024

Принята к печати: 06.03.2024

**Введение.** Главная задача степного лесоводства – повышение лесистости территорий, сохранение и восстановление ранее существовавших лесных насаждений, погибших по разным причинам: пожары, засуха, энтомо- и фитовредители, а также антропогенное воздействие. Вопросы сохранения и восстановления защитных лесных насаждений (ЗЛН) становятся все более значимыми. Волгоградская область – малолесной регион, в котором площадь лесов от общей площади региона (113 тыс. км<sup>2</sup>) составляет всего 4,3% [2], и на территории необходимо иметь порядка 330 тыс. га ЗЛН, из которых на данный момент имеется всего 130,7 тыс. га. Благодаря лесным насаждениям совершенствуется и расширяется видовое разнообразие флоры и фауны, обеспечивается стабилизация территории, возрастает продуктивность природно-сельскохозяйственных экосистем [3].

Выполнение этих задач требует большого количества семян деревьев и кустарников. При этом для целей лесовосстановления и защитного лесоразведения должны быть использованы высококачественные семена с хорошими наследственными свойствами ценных местных и интродуцированных видов и форм. Известно, что в песчаных условиях произрастания снижается интенсивность процессов репродукции [8]. Научные основы подбора древесных пород в условиях сухой степи заложили Н.И. Сус (1916), А.В. Альбенский (1959), Г.Н. Высоцкий (1949), Г.Я. Маттис (1986) и др. Они подчеркивали, что хвойные виды, и в первую очередь сосна, более экономно, чем лиственные, расходуют влагу и обладают большей засухоустойчивостью [6]. Наиболее подходящим и ценным является семенной материал, полученный в том же лесосеменном районе. Сосна Палласа

на территории Волгоградской области является интродуцентом. Поэтому важно выявить участки с наиболее ценными наследственными свойствами для получения высококачественного семенного и посадочного материала. Как известно, на рост посадочного материала, получаемого из семян, наряду с наследственными свойствами влияют и внешние факторы [3]. Высокую ценность для лесоразведения здесь представляют те виды, которые являются устойчивыми к засухе, морозу, содержанию солей в почве, вредителям и болезням. Создание лесосеменных плантаций из комплексно устойчивых растений позволяет решить проблему улучшения качества посевного материала для создания более жизнеспособного и долговечного поколения защитных лесных насаждений в засушливых условиях, особенно в сухой степи и полупустыне [5].

Цель исследования – оценка показателей качества семян сосны Палласа как индикатора устойчивости семенных насаждений для получения высококачественного посадочного материала в малолесных регионах юга России.

**Материалы и методы исследования.** Семена сосны Палласа получены с трех участков на территории Волгоградской области (рисунок 1):

1) СГБУ ВО «Волгоградское лесничество», Городищенский муниципальный район, географические координаты: 48.910055, 43.776501;

2) СГБУ ВО «Нижнечирское лесничество», Чернышковский муниципальный район, географические координаты: 48.910055, 43.776501;

3) СГБУ ВО «Волгоградское лесничество», Дубовский муниципальный район, географические координаты: 48.110266, 42.843467.

Сбор семян сосны крымской осуществлялся в период их созревания (зима 2022-2023 года).

Участок №1 расположен в центральной части Волгоградской области на территории Городищенского муниципального района. Для этой местности характерны следующие климатические условия: зима холодная, средняя температура в январе  $-9,6^{\circ}\text{C}$  (абсолютный минимум  $-35,0^{\circ}\text{C}$ ); лето жаркое, средняя температура в июле составляет  $24,2^{\circ}\text{C}$  (максимальная температура до  $40,0^{\circ}\text{C}$ ). Среднего-

довое количество осадков – 344 мм [9]. Устойчивый снежный покров формируется в конце декабря и сохраняется до середины марта, почва оттаивает в первой декаде апреля. Последние весенние заморозки могут наблюдаться как в конце марта, так и продолжаться до второй декады мая, первые осенние заморозки проявляются во второй половине сентября. Среднее количество дней с засухой – 41,9. В холодный период преобладают северо-восточные и восточные ветры, а в теплый период западные ветры и восточные. Территория Городищенского района расположена в зоне дерновинно-злаковых сухих степей, особенно распространены полынь, тысячелистник, солнечник. Почвообразование формируется по каштановому типу с образованием светло-каштановых почв с комплексным формированием почвенного покрова [7].

Участок №2 расположен на землях Чернышковского муниципального района. Самый холодный месяц январь ( $-8,5^{\circ}\text{C}$ ), самый теплый июль ( $+23,0^{\circ}\text{C}$ ). Среднегодовое количество осадков равно 380-420 мм. Абсолютный температурный максимум  $+40,0^{\circ}\text{C}$ , а минимум –  $-36,0^{\circ}\text{C}$  [9]. Почвы на территории района – каштановые. Здесь преобладает степная растительность, разнотравной белопольной житняковой ассоциации [7].

Участок №3 расположен на территории Дубовского муниципального района в пределах Приволжской возвышенности. Средняя температура в январе  $-10^{\circ}\text{C}$  (абсолютный минимум до  $-37,0^{\circ}\text{C}$ ) и  $22^{\circ}\text{C}$  в июле (абсолютный максимум до  $+40,0^{\circ}\text{C}$ ). Общегоодовое количество осадков составляет 326 мм [9]. Даты формирования снежного покрова такие же, как и на участке №1. По растительному покрову территория Дубовского района входит в подзону каштановых степей. По характеру растительности эта подзона представляет собой типично-полынные, мятликово-полынные степи. Почвенный покров территории Дубовского района относится к зоне каштановых почв [7].

Для всех трех исследуемых участков можно выделить следующие отрицательные факторы для произрастания растительности: неустойчивое увлажнение, низкая относительная влажность воздуха летом, ливневый характер осадков, периоди-



Рисунок 1. Общий вид семенных участков

ческая засуха, суховеи, сильные ветры и пыльные бури. К положительным сторонам климата следует отнести длительный безморозный период, высокую сумму положительных температур, интенсивную солнечную радиацию.

Жизненное состояние деревьев сосны крымской (Палласа) оценивалось шкалой категорий состояния хвойных деревьев по методике В.А. Алексеева. Оценка урожая и роста семян, предложенная В.Г. Каппером, проводилась глазомерно. Возраст насаждений установлен на основе таксационных данных, предоставленных лесничествами.

Посевные качества семян определили с помощью ГОСТов и межгосударственного стандарта. Для оценки степени развития зародыша и эндосперма и выявления механических повреждений, качества и жизнеспособности семенного материала применяли рентгенографический метод оценки семян (ГОСТ Р 59603-2021). Всхожесть семян установлена по ГОСТ 13056.6-97. Общий объем выборки по варианту составляет 300 семян, объем выборки семян одной повторности 100 штук [10]. Энергия прорастания регистрировалась на 5 и 7 сутки после закладки опыта, всхожесть – на 10 и 15 сутки проращивания. Также вычисляли в процентах средние величины для непроросших здоровых, загнивших и пустых семян. Определение влажности семян не проводилось в связи с отсутствием необходимости в длительном хранении.

**Результаты исследования и их обсуждение.**

Для исследования на каждом участке были отобраны 100 деревьев, с которых и были собраны се-

мена. Самыми возрастными насаждениями являются деревья на участке №2 (52 года), на участке №1 – 43 года, а на участке №3 – 37 лет (таблица 1).

Анализ данных средних значений диаметра ствола и высоты деревьев показал, что зеленые насаждения на участке №2 обладают наибольшими показателями: 310 мм и 14,0 м соответственно, на остальных участках средние показатели ниже: на участке №1 – 283 мм и 11,0 м, а на участке №3 – 279 мм и 10,5 м, но при этом их показатели относительно схожи. Связано это с разницей возраста в 6 лет, наиболее приближенной географической расположенностью и климатическими условиями. Также класс бонитета насаждений на всех участках составил в баллах: 3,5 – на участке №1; 2,0 – на участке №2; 3,0 – на участке №3. Наибольший балл плодоношения отмечен на участке №1 и составил 4 балла, наименьший также на участке №2 – 2 балла.

С помощью метода рентгенографии получили цифровые рентгеновские изображения на диагностическом комплексе Multi-purpose mobile X-RAY, на которых выявили количество полноценных и неполноценных, а также беззародышевых семян. Полноценные семена на рентгеновском снимке имеют светлое изображение, тогда как пустоты, микротрещины и другие повреждения ввиду слабого поглощения рентгеновского излучения имеют темные участки изображения. Изучая изображения семян на рентгеновских снимках с их способностью к прорастанию, можно оценивать качество и жизнеспособность семян (рисунок 2).

Таблица 1. Таксационная характеристика исследований насаждений сосны Палласа

Участок	Число деревьев, шт.	Возраст, лет	Средние показатели		Проекция кроны, м	Класс бонитета, балл	Балл плодоношения
			диаметр, мм	высота, м			
№1	100	43	283	11,0	5*7	3,5	4
№2	100	52	310	14,0	6*8	2,0	2
№3	100	37	279	10,5	5*7	3,0	3

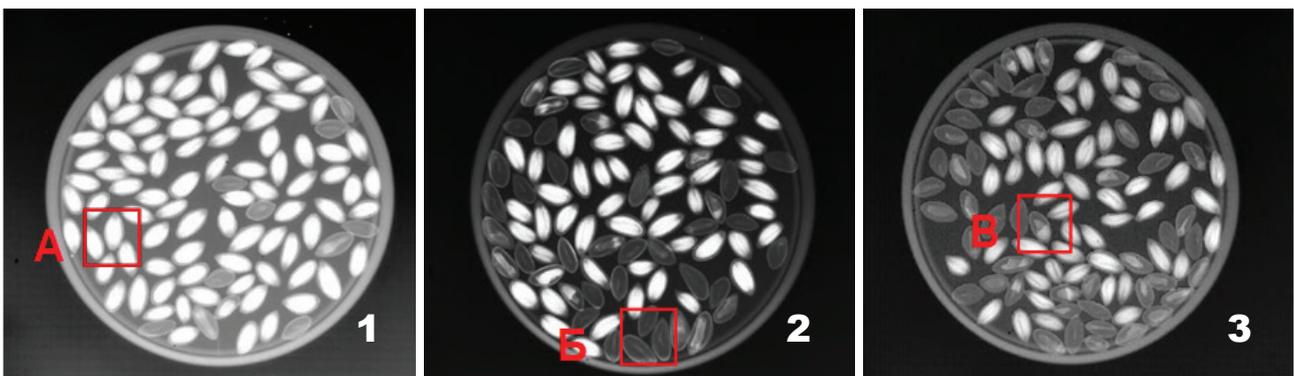


Рисунок 2. Рентгенография семян с 1, 2, и 3 участков: А) полноценные; Б) беззародышевые; В) неполноценные

Таблица 2. Результаты рентгенографии

Участок	Полноценные семена, %	Беззародышевые семена, %	Неполноценные семена, %
№1	89,0	8,0	3,0
№2	59,0	26,0	15,0
№3	50,0	16,0	34,0
НСР <sub>05</sub>	6,3	5,1	9,7

Таблица 3. Оценка качества семян

Участок	Масса, г		Размеры семян, мм		Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
	шишки	1000 шт. семян	длина	ширина		
№1	21,0	25,6	7,57	3,78	85	79
№2	22,0	24,4	8,04	3,84	74	64
№3	19,0	22,6	7,61	3,81	81	71
НСР <sub>05</sub>		0,09	0,13	0,02	2,3	3,7

Наибольшее количество неполноценных семян обнаружено на участке №3 – 34%, дополнительно у 16% семян на этом участке зародыш отсутствовал (таблица 2). Наименьшее количество неполноценных семян обнаружено на участке №1 – 3%, у 8% – зародыш отсутствовал в семени. На №2 участке отмечается самый большой процент семян без зародыша (26%), при этом количество неполноценных семян составило 15%, а полноценных – 59,0 %.

На основе рентгенографических снимков установлено, что более качественный семенной материал можно получить с участка №1.

Одним из показателей оценки качества семян хвойных пород является масса 1000 семян (таблица 3). Наименьшая масса 1000 семян выявлена на территории участка №3, наибольшее значение – отмечено на участке №2. На основе полученных данных прослеживается закономерность незначительного увеличения массы семян с севера на юг, что связано с внутривидовой наследственностью и условиями произрастания.

Для каждого варианта была определена средняя масса шишки. Минимальная масса – на участке №3, она составила 19,0 г; на участке №1 масса шишки – 21,0 г; а на участке №2 средняя масса оказалась наибольшей – 22,0 г. Семена, полученные с исследуемых участков, имеют значительное различие в размерах по длине и ширине, особенно выделяются семена с участка №2, они наиболее крупные 8,04\*3,84 мм, семена с участков №1 и №3 имеют незначительную разницу 7,57\*3,78 мм и 7,61\*3,81 мм соответственно.

Анализ данных по всхожести и энергии прорастания позволяет выделить деревья сосны крымской с участка № 1. Полученные результаты согласуются с показателями при рентгенографии семян.

Следует отметить, что согласно ГОСТ 14161-86. Семена хвойных древесных пород. Посевные

качества. Технические условия (1988 г.), семена с участков № 1 и № 3 соответствуют 2 классу качества семян. Семена со 2 участка соответствуют 3 классу качества семян. Различие обусловлено высоким процентом беззародышевых семян на данном участке.

**Заключение.** Результаты исследования продемонстрировали внутривидовую наследственность сосны Палласа с учетом условий произрастания. С помощью метода рентгенографии получили цифровые рентгеновские изображения, на которых выявили количество полноценных и неполноценных, а также беззародышевых семян и оценили их жизнеспособность. Согласно полученным данным, наиболее качественный семенной материал получен с участка №1 (полноценных семян – 89%).

Наибольшие результаты по всхожести и энергии прорастания семян продемонстрировали семена с участка № 1 (85% и 79%). Полученные данные согласуются с показателями, полученными при рентгенографии семян. Размеры шишек, семян, а также их масса не влияют на всхожесть, так как наибольшие значения по данным параметрам у семян с участка №2, но по всхожести у них самые низкие значения. Таким образом, согласно оценке посевных качеств семян, в защитном лесоразведении в первую очередь рекомендуется использовать семенной материал 2 класса качества семян с участка №1, который расположен на территории Волгоградского лесничества в Городищенском районе Волгоградской области. С помощью рентгенографии возможно повысить качество заготавливаемых семян путем исключения из партии беззародышевых и неполноценных семян.

#### Литература:

1. Бобровская Н.Б., Ибрагимова Л.Н., Кружилин С.Н., Таран С.С. Влияние светостимуляции на всхожесть семян сосны крымской (*Pinus Pallasiana*) // Современные на-

укоемкие технологии. 2013. № 9. С. 20-22. EDN: QYYLOP

2. Кулик К.Н., Барабанов А.Т., Манаенков А.С., Кулик А.К. Обоснование прогноза развития защитного лесоразведения в Волгоградской области // Проблемы прогнозирования. 2017. № 6. С. 93-100. EDN: YNJMIG

3. Кулик К.Н., Беляев А.И., Пугачёва А.М. Роль защитного лесоразведения в борьбе с засухой и опустыниванием агроландшафтов // Аридные экосистемы. 2023. Т. 29. № 1 (94). С. 4-14. DOI: 10.24412/1993-3916-2023-1-4-14 EDN: CSZXWA

4. Кулик К.Н., Манаенков А.С., Кузенко А.Н., Салугин А.Н. К вопросу о состоянии защитного лесоразведения в Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 1 (57). С. 23-33. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-01-02 EDN: MULTSN

5. Крючков С.Н., Стольников А.С. Стратегия сортового семеноводства для искусственного лесоразведения в экстремально засушливых условиях // Научно-аграрный журнал. 2018. № 2 (103). С. 48-50. EDN: YRALUT

6. Крючков С. Н., Киреева О. В. Адаптационные возможности видов рода *Pinus* при выращивании в засушливых условиях // Научная жизнь. 2016. № 5. С. 61-68. EDN: WFBFSX

7. Перекрестов Н. В. Почвенно-климатические условия ландшафтов Волгоградской области: Учебное пособие. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2012. 260 с. ISBN 978-5-85536-675-4 EDN: XGDAWZ

8. Плугатарь Ю.В., Коба В.П., Крестьянишин И.А., Коренькова О.О. Биометрические характеристики шишек и особенности формирования семян в искусственных насаждениях сосны Крымских яйл // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2022;(144):9-13. DOI: 10.36305/0513-1634-2022-144-9-13 EDN: GOTWKY

9. Сажин А. Н., Кулик К. Н., Васильев Ю. И. Погода и климат Волгоградской области. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2010. 306 с.

10. Фомина Н. В. Лесные культуры [Электронный ресурс]. – Красноярск: КрасГАУ, 2022. 275 с. Режим доступа: <http://www.kgau.ru/new/student/43/content/130.pdf?ysclid=lt6uotambk94331609>

11. Kulik K.N., Barabanov A.T., Manaenkov A.S. et al. Forecast assumption and analysis of the development of protective afforestation in the Volgograd region. Stud. Russ. Econ. Dev. 28, 641–647 (2017). DOI: 10.1134/S1075700717060053 EDN: XNLNMK

12. Schekalev R.V., Martynyuk A.A., Melekhov V.I. Variability Properties of *Pinus sylvestris* L. Wood in Growing Stock under Technogenic Impact. Lesnoy Zhurnal [Russian Forestry Journal], 2020, no. 4, pp. 113–122. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-4-113-122 EDN: DKPZHY

13. Zalesov S. V., Ayan S., Zalesova E. S., Opletaev A. S. Experiences on Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Plantation in Ash Dump Sites of Reftinskaya Power Plant, Russia. Alinteri Journal of Agriculture Sciences. 2020. № 35 (1). DOI: 10/28955/alinterizbd.696559

DOI: 10.34736/FNC.2024.124.1.008.63-68

## Assessment of the *Pinus Pallasiana* Seed Material Quality in the Dry Steppe Zone of the Lower Volga Region

Elena V. Kalmykova , e-mail: kalmukova-ev@vfanc.ru, Dr. Sci. (Agr.), Chief Researcher, Head of Laboratory, ORCID: 0000-0001-8530-9995

Anna I. Peredrienko, Post graduate, ORCID: 0000-0002-1717-1725  
Laboratory of woody plants bioecology

Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of agroecology RAS), e-mail: info@vfanc.ru, 400062, Universitetskiy Prospekt 97, Volgograd, Russia

**Abstract.** High-quality seeds of valuable local and introduced species and forms with good hereditary properties should be used for the purposes of reforestation and protective afforestation. *Pinus pallasiana* has been one of the leading crops in the forest reclamation of the dry steppe zone of the south of the European part of Russia for a century. *Pinus pallasiana* should be considered a very adapted species, it has good growth, resistance to diseases and pests in steppe and dry steppe zones. Obtaining high-quality planting material is a very urgent task. The aim of the study was to evaluate the quality indicators of *Pinus pallasiana* seeds as an indicator of seed plantations stability. The object of research is *Pinus pallasiana* seeds collected from 3 sites in the Volgograd Region. The article summarizes the data on the growth and condition of the *Pinus pallasiana* species in artificial plantations, as well as the natural and geographical characteristics of

three different sites located in the Volgograd Region. Data analysis demonstrated intraspecific differences in *Pinus pallasiana* plants. The X-ray method was used to determine the quality of the seeds. The highest quality seed material was selected from plot No 1 (89% of full-fledged seeds). The results obtained for germination capacity (85%) and germination energy (79%) from this site are consistent with the indicators obtained by X-ray of seeds, according to GOST 14161-86 and correspond to the 2nd class of seed quality.

**Keywords:** *Pinus pallasiana*, seeds, viability, radiography, seed germination capacity, seed germination energy.

**Funding.** The research was carried out within the framework of the State Assignment for the Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences: № 121041200195-4



Насаждения крымской сосны, СГБУ ВО «Волгоградское лесничество» Городищенского муниципального района

“Formation of multifunctional cluster dendrological expositions and their renovation into bioresource artificial and greened landscape spaces of recreational type in low-forest regions of Russia”, Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

**Citation.** Kalmykova E.V., Peredrienko A.I. Assessment of the *Pinus Pallasiana* Seed Material Quality in the Dry Steppe Zone of the Lower Volga Region. *Scientific Agronomy Journal*. 2024;1(124):63-68.

DOI:10.34736/FNC.2024.124.1.008.63-68

Received: 10.01.2024

Accepted: 06.03.2024

#### References:

1. Bobrovskaya N.B., Ibragimova L.N., Kruzhilin S.N., Taran S.S. The light stimulation effect on the Crimean pine (*Pinus Pallasiana*) seeds germination capacity. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii = Modern high technologies*. 2013;9:20-22. (In Russ.) EDN: QYYLOP
2. Kulik K.N., Barabanov A.T., Manaenkov A.S., Kulik A.K. Substantiation of the forecast for the development of protective afforestation in the Volgograd Region. *Problemy prognozirovaniya*. 2017;6:93-100. (In Russ.) EDN: YNJMIG
3. Kulik K.N., Belyaev A.I., Pugachyova A.M. The role of protective afforestation in agricultural landscapes drought and desertification combating. *Aridnye ekosistemy = Arid Ecosystems*. 2023;29-1(94):4-14. (In Russ.) DOI: 10.24412/1993-3916-2023-1-4-14
4. Kulik K.N., Manaenkov A.S., Kuzenko A.N., Salugin A.N. On the issue of the protective afforestation status in the Volgograd Region. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*. 2020; 1(57):23-33. (In Russ.) DOI: 10.32786/2071-9485-2020-01-02
5. Kryuchkov S.N., Stol'nov A.S. The varietal seed production strategy for artificial afforestation in extremely arid conditions. *Nauchno-agronomicheskij zhurnal =*

*Scientific Agronomy Journal*. 2018;2(103):48-50. (In Russ.) EDN: YRALUT

6. Kryuchkov S.N., Kireeva O.V. Adaptive capabilities of the *Pinus* genus species when grown in arid conditions. *Nauchnaya zhizn'*. 2016;5:61-68. (In Russ.) EDN: WFBFSX

7. Perekrestov N.V. Soil and climatic conditions of the Volgograd Region landscapes: A textbook. Volgograd. Volgograd SAU Publ. house. 2012. 260 p. (In Russ.) EDN: XGDAWZ

8. Plugatar' Yu.V., Koba V.P., Krest'yanishin I.A., Koren'kova O.O. Cones biometric characteristics and seed formation features in pine artificial plantations of the Crimean yayls. *Bulleten Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada = Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens*. 2022;(144):9-13. (In Russ.) DOI: 10.36305/0513-1634-2022-144-9-13

9. Sazhin A.N., Kulik K.N., Vasil'ev Yu.I. Weather and climate of the Volgograd Region. Volgograd. VNIALMI Publ. house. 2010. 306 p. (In Russ.)

10. Fomina N.V. Forest crops [Web resource]. Krasnoyarsk. Krasnoyarsk SAU Publ. house. 2022. 275 p. Access mode: <http://www.kgau.ru/new/student/43/content/130.pdf?ysclid=lt6uotambk94331609> (In Russ.)

11. Kulik K.N., Barabanov A.T., Manaenkov A.S. et al. Forecast assumption and analysis of the development of protective afforestation in the Volgograd Region. *Stud. Russ. Econ. Dev.* 2017;28:641-647. DOI: 10.1134/S1075700717060053

12. Schekalev R.V., Martynyuk A.A., Melekhov V.I. Variability Properties of *Pinus sylvestris* L. Wood in Growing Stock under Technogenic Impact. *Lesnoy Zhurnal = Russian Forestry Journal*. 2020;4:113-122. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-4-113-122

13. Zalesov S.V., Ayan S., Zalesova E.S., Opletaev A.S. Experiences on Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Plantation in Ash Dump Sites of Reftinskaya Power Plant, Russia. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*. 2020;35(1). DOI: 10/28955/alinterizbd.696559

**Авторский вклад.** Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Author's contribution.** Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

**Conflict of interest.** Authors declare no conflict of interest.