



## БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ *FORESTIERA NEO-MEXICANA* A. GRAY И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Калмыкова Е.В., Передриенко А.И.

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций  
и защитного лесоразведения Российской академии наук

Волгоград, Россия

e-mail: kalmukova-ev@vfanc.ru

Изучены вопросы расширения ассортимента древесных и кустарниковых лесных насаждений в лесоразведении засушливых регионов. *Forestiera neo-mexicana* A. Gray является интродуцированным и маловстречаемым экзотическим тропическим растением в агролесомелиорации Волгоградской области. Место проведения исследования – коллекционные участки Волгоградского селекционно-семеноводческого комплекса в Кировском участковом лесничестве Волгограда, где произрастает *Forestiera neo-mexicana*. Проведена биоэкологическая оценка использования кустарника *Forestiera neo-mexicana* A. Gray в озеленении и защитном лесоразведении Нижнего Поволжья. С помощью методики фенологических наблюдений, разработанной сотрудниками Главного ботанического сада РАН (ГБС РАН), определены общая масса семян, морфометрические показатели плодов, динамика физиологического состояния кустарника. Биоэкологические свойства оценивали по пяти признакам: засухоустойчивость (шестибалльная шкала С.С. Пятницкого), зимостойкость (семибалльная шкала ГБС РАН), оценка интенсивности цветения и плодоношения методом В.Г. Каппера (пятибалльная шкала), жизненность (трехбалльная шкала). Согласно фенологическим наблюдениям, *Forestiera neo-mexicana* A. Gray в климатических условиях Волгоградской области проходит все фенологические фазы. При биоэкологической оценке свойств форестьеры по пяти признакам растение имеет высокий балл по интенсивности цветения и плодоношения (5 баллов), жизненности (5 баллов). Растение зимостойко (1 балл) и засухоустойчиво (1 балл). *Forestiera neo-mexicana* A. Gray может возделываться на участках, непригодных для общего землепользования, на пастбищных угодьях и использоваться в защитном лесоразведении.

**Ключевые слова:** *Forestiera neo-mexicana* A. Gray, интродукция, биоэкология, лесоразведение, ассортимент, перспективность

## BIOLOGY AND ECOLOGY OF *FORESTIERA NEO-MEXICANA* A. GRAY AND PROSPECTS FOR USE IN THE LOWER VOLGA REGION

Kalmykova E.V., Peredrienko A.I.

Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation  
of the Russian Academy of Sciences

Volgograd, Russia

e-mail: kalmukova-ev@vfanc.ru

The issues of expanding the assortment of tree and shrub forest plantations in afforestation of arid regions are studied. *Forestiera neo-mexicana* A. Gray is an introduced and under-recognized exotic tropical plant in the agroforestry of the Volgograd region. The study site was the collection plots of the Volgograd breeding and seed production complex in the Kirovsky district forestry of Volgograd where *Forestiera neo-mexicana* grows. Bioecological assessment of the use of *Forestiera neo-mexicana* A. Gray shrub in landscaping and protective afforestation of the Lower Volga region was carried

out. Using the methodology of phenological observations developed by the staff of the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (MBG RAS), the total seed weight, morphometric indices of fruits and the dynamics of the physiological state of the shrub were determined. The bioecological properties were evaluated according to five traits: drought resistance (six-point scale of Pyatnitsky S.S.), winter hardiness (seven-point scale of the MBG RAS), evaluation of flowering and fruiting intensity by the method of V.G. Kapper (five-point scale), vitality (three-point scale). According to phenological observations, *Forestiera neo-mexicana* A. Gray passes all phenological phases in climatic conditions of the Volgograd region. In bioecological evaluation of the *Forestiera* properties for five traits, the plant has a high score for flowering and fruiting intensity (5 points), vitality (5 points). The plant is winter hardy (1 point) and drought tolerant (1 point). *Forestiera neo-mexicana* A. Gray can be cultivated on the areas unsuitable for general land use, on pasture lands and can be used in protective forestry.

**Keywords:** *Forestiera neo-mexicana* A. Gray, introduction, bioecology, afforestation, assortment, prospects

**Для цитирования:** Калмыкова Е.В., Передриенко А.И. Биология и экология *Forestiera neo-mexicana* A. Gray и перспективы использования в Нижнем Поволжье // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 11. С. 14–22. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-11-2>

**For citation:** Kalmykova E.V., Peredrienko A.I. Biology and ecology of *Forestiera neo-mexicana* A. Gray and prospects for use in the Lower Volga region. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 11, pp. 14–22. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-11-2>

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

#### Благодарность

Исследования выполнены по теме 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».

#### Acknowledgments

The research was carried out on the topic of the State assignment of the Federal Scientific Centre for Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences: No. 121041200195-4 “Formation of multifunctional cluster dendrological expositions and their renovation into bioresource artificial and green landscape spaces of recreational type in sparsely forested regions of Russia”.

## ВВЕДЕНИЕ

Работы по зеленому строительству и агролесомелиорации в Нижнем Поволжье неразрывно связаны с использованием разнообразного ассортимента древесных растений [1–3]. Введение в защитное лесоразведение новых долговечных древесно-кустарниковых пород является актуальной задачей и требует глубокого изучения их биологии, хозяйственной ценности, способов размножения и внедрения [4–6].

В условиях дефицита водных ресурсов в сухой степи и полупустыне ассортимент древесных пород для создания противоэрозионных и пастбищезащитных полос может быть расширен за счет интродукции кустарников для озеленения и улучшения мелиоративного состояния урболандшафтов [7–11].

*Forestiera neo-mexicana* A. Gray представляет теоретический и практический интерес в отношении устойчивости к трудным лесорастительным условиям этого региона за счет морфофизиологических особенностей и хозяйственно-биологических свойств.

Род *Forestiera* Poir. семейства Oleaceae Lindl. включает около 20 видов, распространенных в Северной и Центральной Америке. *Forestiera neo-mexicana* A. Gray относится к многоствольному кустарнику высотой до 3,5 м с обратно-яйцевидной кроной. Листья простые, продолговатые или обратно-яйцевидные, кожистые, серо-зеленые, длиной до 40 мм и шириной 8–18 мм. Интересной особенностью форестьеры является ориентация листьев по отношению к солнцу: они поворачиваются вслед за ним так, что солнечные

лучи скользят вдоль поверхности пластинок, не перегревая их<sup>1,2</sup> [12].

Биоэкология *Forestiera neo-mexicana* A. Gray в зоне недостаточного увлажнения мало изучена. Кустарник довольно редко встречается в дендрологических коллекциях. На Северном Кавказе имеется лишь в Ростове-на-Дону, в Сочи<sup>3,4</sup>, в Нижнем Поволжье – в коллекциях ФНЦ агроэкологии РАН, г. Волгоград<sup>5</sup>. Изредка культивируется как декоративный кустарник на приусадебных участках и в садах на территории природного парка «Нижнехопёрский» [13].

Цель исследования – провести биоэкологическую оценку кустарника *Forestiera neo-mexicana* A. Gray для определения перспективности использования в озеленении и улучшении мелиоративного состояния урбандо-ландшафтов Нижнего Поволжья.

Задачи исследования:

- провести биоэкологическую оценку *Forestiera neo-mexicana* A. Gray по пяти признакам, которые приняты в исследовании интродуцентов;
- выявить динамику физиологического состояния кустарника в течение вегетационного периода.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объекты исследования – растения *Forestiera neo-mexicana* A. Gray. В коллекционных участках Волгоградского селекционно-семеноводческого комплекса в Кировском лесничестве Волгограда проведено многолетнее интродукционное испытание этого вида. Для региона характерен резко континентальный климат, отличающийся засушливостью, резкими колебаниями температуры воздуха

(годовая амплитуда температуры – 32,0 °С, среднегодовая – 7,6 °С), неустойчивым режимом увлажнения и большой его изменчивостью (среднегодовое количество осадков – 350 мм). Для летнего периода характерна низкая относительная влажность воздуха (до 12–16%) с сильными ветрами и суховеями (до 55 сут в году). Почвы коллекционных участков – светло-каштановые среднесуглинистые с низким содержанием гумуса (0,54–0,94%). Совокупность этих факторов препятствует интродукции многих древесных и кустарниковых растений.

В 1998 г. было высажено 54 растения, прижилось 53, с сохранностью 98,1%. Размещение посадочных мест 5 × 5 м. По состоянию на май 2023 г. сохранилось более 78%. Возраст растений составляет на сегодняшний день 24 года. В исследованиях применялась методика фенологических наблюдений ГБС РАН (1975 г.). Определение средней массы плода проведено взвешиванием 100 плодов в трехкратной повторности на весах ВК-300. Морфометрические показатели плодов – длину и ширину – определяли с точностью до 0,01 мм (100 измерений для каждого вида). Согласно ГОСТ 13056.4–67 «Семена деревьев и кустарников. Методы определения массы 1000 семян» путем взвешивания образца по 250 семян на электронных весах ВК-300 в двух повторностях определяли массу 1000 шт. семян.

Биоэкологические свойства выбранных объектов визуально оценивали по пяти признакам, традиционно используемым при оценке интродуцентов: засухоустойчивость (шестибалльная шкала С.С. Пятницкого), зимостойкость (семибалльная шкала ГБС РАН),

<sup>1</sup>Огородникова Т.К., Федоринова О.И., Козловский Б.Л., Куропятников М.В. Особенности роста и развития *Forestiera neo-mexicana* Gray при интродукции в Ростове-на-Дону // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства: Материалы Международной научной конференции, посвященной 75-летию со дня образования Центрального ботанического сада НАН Беларуси. В 2-х томах. (Минск, 12–15 июня 2007 г.). Т. 1. Минск: Общество с ограниченной ответственностью "Эдит ВВ", 2007. С. 256–258.

<sup>2</sup>Guy L. Nesom Taxonomy of *Forestiera pubescens* and *Forestiera neo-mexicana* (Oleaceae) // Lundellia. 2009. Vol. 12. P. 8–14, (1 December 2009) <https://doi.org/10.25224/1097-993X-12.1.8>.

<sup>3</sup>Карпун Ю.Н. и др. Каталог культивируемых древесных растений Северного Кавказа. Сочи, 2002. 98 с.

<sup>4</sup>Коллекции растений Ботанического сада ЮФУ: каталог растений, прошедших интродукционное испытание / под ред. В.В. Федяевой; Южный фед. ун-т. Ростов н/Д: Изд-во Южного фед. ун-та, 2014. 436 с.

<sup>5</sup>Семенютина А.В. Рекомендации по обогащению агролесомелиоративных комплексов кустарниками многоцелевого назначения / А.В. Семенютина, Т.И. Острая, А.А. Долгих, В.А. Шутилов. М.: Российская академия сельскохозяйственных наук Государственное научное учреждение научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 1999. 63 с.

оценка интенсивности цветения и плодоношения методом В.Г. Каппера (пятибалльная шкала), жизненность (трехбалльная шкала).

Динамика физиологического состояния кустарника в течение вегетационного периода по показателям пигментной системы зеленого листа (хлорофилла, флавоноидов, антоцианов) определена устройством DUALEX SCIENTIFIC [14].

Полученные данные натурных и лабораторных исследований обрабатывались статистически согласно методике Г.Н. Зайцева и с помощью пакета анализа Microsoft Excel 2023 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Максимальная температура за 2023 г. отмечалась в августе (+38 °С), минимальная – в январе (–20 °С). Летом температура воздуха варьировала от +38 до +16 °С. За зимние месяцы 2023 г. шкала термометра опускалась до –20 °С и поднималась до +9 °С. Относительная влажность воздуха за 2023 г. находилась в диапазоне от 38 до 87%. В августе фиксировался спад до 38%, самый высокий показатель отмечался в январе и феврале 2023 г. (87%). Сумма осадков за первую половину 2023 г. составила 228 мм. Наибольшее суммарное количество осадков выпало в мае (51,5 мм), меньше всего осадков наблюдается в июне (27,5 мм). Средняя скорость ветра за первые полгода – 4,9 м/с.

Данные по росту и состоянию растений свидетельствуют о высокой устойчивости к экстремальным факторам среды. Растения проходят полный цикл развития. Сроки прохождения фенологических фаз представлены в табл. 1.

Начало вегетации (массовое набухание почек) отмечается в I–II декадах апреля, ранней весной, когда нет угрозы ранневесенних заморозков. Облиствление начинается во II декаде апреля параллельно с ростом побегов, который продолжается до конца июня. После того, как куст покрывается листьями, наблюдается цветение: мужские прозрачно-желтова-

Табл. 1. Данные сезонного развития *Forestiera neo-mexicana* A. Gray

Table 1. Data on the seasonal development of *Forestiera neo-mexicana* A. Gray

Фенологическая фаза		Среднегодовые даты наступления фазы
Массовое набухание почек		05.04 ± 4,2
Распускание почек		11.04 ± 3,8
Полное облиствление		17.04 ± 4,0
Окончание роста побегов		25.06 ± 3,9
Полное вызревание побегов		23.07 ± 4,1
Начало цветения	мужские	12.04 ± 3,6
	женские	15.04 ± 4,0
Конец цветения	мужские	26.04 ± 3,9
	женские	30.04 ± 3,7
Массовое созревание плодов		27.07 ± 3,8
Массовый листопад		11.10 ± 4,1
Продолжительность вегетации, сут		189

тые цветки зацветают раньше на 2–3 сут, чем женские.

Период цветения колеблется от 15 до 20 сут: при прохладной погоде он удлиняется и сокращается при сухой солнечной.

Растение двудомное, цветковые почки закладываются на укороченных 2-летних побегах (см. рис. 1). Осенний листопад фиксируется в середине октября. Интродуцированная форестьера обильно цветет и плодоносит, обладает хорошей побегообразовательной способностью. Так, годовой прирост за 2023 г. составил в среднем около 120 мм. Засухоустойчивые древесные породы никогда не имеют крупных листьев и густых крон.

*Forestiera neo-mexicana* относительно постоянна по диагностическим признакам строения и формы листьев на большей части своего ареала на юго-западе США, от Калифорнии до Нью-Мексико и в Западном Техасе<sup>6</sup>. В условиях региона исследования листья неопушенные, округло-овальной формы до удлиненных, 10–40 мм длиной и 5–18 мм шириной (см. рис. 2).

<sup>6</sup>Guy L. Nesom Taxonomy of *Forestiera pubescens* and *Forestiera neo-mexicana* (Oleaceae) // Lundellia. 2009. № 12. С. 8–14. DOI: 10.25224/1097-993X-12.1.8.





**Рис. 1.** Генеративные органы

**Fig. 1.** Generative organs



Средняя ширина листа – 11,6 мм

**Рис. 2.** Листовые пластины

**Fig. 2.** Laminas

Интенсивность роста, прежде всего, связана с влажностью почвы, воздуха и биологическими особенностями вида. В 2023 г. плоды изучаемого кустарника сформировались более крупного размера относительно среднеголетних данных за счет благоприятных условий, сложившихся в период вегетации. Масса 1000 шт. плодов составила 55,6 г, что выше среднеголетних показателей на 3,2 г (см. табл. 2).

Эколого-биологическое изучение интродуцированной *Forestiera neo-mexicana* A. Gray свидетельствует о том, что многоцелевая субтропическая культура успешно ак-

климатизировалась по совокупности устойчивости к биотическим и абиотическим факторам. В целом кустарник достаточно зимостоек (1 балл) и засухоустойчив (1 балл), что указывает на возможность использования в защитном лесоразведении и озеленении региона (см. табл. 3). Таким образом, степень адаптации данного кустарника к климатическим условиям высокая. Для выращивания сеянцев осенью семена не требуют специальной предварительной обработки, их можно высевать в грунт поздней осенью или ранней весной. Хорошо размножается вегетативно как летними, так и одревесневшими черенками.

**Табл. 2.** Характеристика плодов  
**Table 2.** Characteristics of the fruits

Масса 1000 шт., г				Размер плодов, мм			
плодов		семян					
Средняя	2023 г.	Средняя	2023 г.	Средняя		2023 г.	
				длина	ширина	длина	ширина
52,4 ± 0,06	55,6 ± 0,04	8,8 ± 0,03	8,9 ± 0,02	5,8 ± 0,02	3,7 ± 0,03	6,1 ± 0,01	4,2 ± 0,02

**Табл. 3.** Эколого-биологическая характеристика *F. neo-mexicana*  
**Table 3.** Ecological and biological characteristics of *F. neo-mexicana*

Высота, м	Зимостой- кость	Засухоустой- чивость	Цветение	Плодоношение	Жизненность
2,5–3,0	Не об- мерзает (1 балл)	Не реа- гирует на засуху (1 балл)	Обильное – на растении 100% распустившихся цветков или со- цветий (5 баллов)	Полное, обильное – после обильного цве- тения почти все 100% цветков завязали пло- ды, которые вызрели (5 баллов)	Хорошая, растение хорошо раз- вито, имеет здоровый вид, хо- рошо развитые побеги, почки и листья, нормализует их окраску, обильно или хорошо цветет и плодоносит (5 баллов)

Одним из ценных хозяйственных качеств *Forestiera neo-mexicana* A. Gray является отсутствие корневой поросли<sup>7</sup>.

При подборе ассортимента хозяйственно ценных древесных растений многоцелевого назначения для создания агролесомелиоративных комплексов и полифункциональных озеленительных посадок сухостепной зоны особое внимание уделяется декоративным признакам (см. табл. 4).

У *Forestiera neo-mexicana* A. Gray декоративные признаки начинают проявляться в период массового цветения мужских соцветий ярко-желтого цвета. Наибольшая декоративность проявляется по мере созревания множества сизовато-синих веретенообразных плодов. В конце вегетации перед листопадом посадки форестьеры приобретают ярко-желтые оттенки.

Сохранение жизнедеятельности растений при недостаточном водоснабжении тесно связано с функционированием пигментных систем (см. рис. 3).

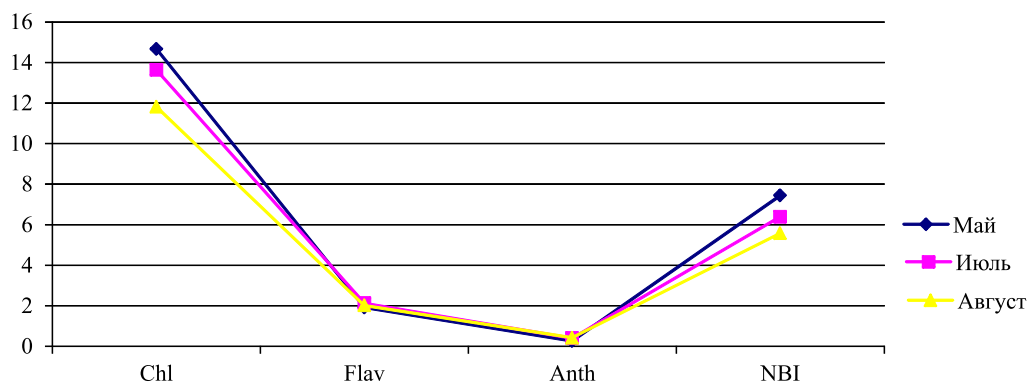
Растения с высокой устойчивостью к засухе теряют меньше воды и у них более стабилен хлорофилл – белковолипидный комплекс пластид.

Сезонные изменения в содержании хлорофиллов, каротиноидов, антоцианов подтверждают вышесказанное. К концу вегетации наблюдается снижение содержания суммы хлорофиллов *a + b* и уровень индекса азотного баланса (NBI). Увеличение значений Flav на 10,9% и Anth на 57,7% указывает на специфическую защитную реакцию на комплекс неблагоприятных условий произрастания.

**Табл. 4.** Оценка декоративности *Forestiera neo-mexicana* A. Gray  
**Table 4.** Assessment of decorativeness of *Forestiera neo-mexicana* A. Gray

Цветки	Плоды	Листья		Ствол и ветви	Крона
		Форма	Окраска		
Собраны в короткие кисти по 4–5, женские – неприметные зеленоватые с редуцированными тычинками, мужские – выделяются длинными тычинками с яркими желтыми пыльниками	Небольшие сизовато-синие веретенообразные	Простые, неопушенные, кожистые, округло-овальной формы до удлинённых, серо-зеленые	Летом зеленые, осенью желтые	Многоствольный кустарник с обратнойвидной кроной	Раскидистая, округлой формы, средней густоты

<sup>7</sup>Семенютина А.В. Рекомендации по обогащению агролесомелиоративных комплексов кустарниками многоцелевого назначения / А.В. Семенютина, Т.И. Острая, А.А. Долгих, В.А. Шутилов. М.: Российская академия сельскохозяйственных наук Государственное научное учреждение научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 1999. 63 с.



**Рис. 3.** Динамика физиологического состояния кустарника в течение вегетационного периода по показателям пигментной системы зеленого листа (Chl – хлорофилл, Flav – флавоноиды, Anth – антоцианы, NBI – индекс азотного баланса)

**Fig. 3.** Dynamics of the physiological state of the shrub during the growing season according to the indicators of the pigment system of the green leaf (Chl – chlorophyll, Flav – flavonoids, Anth – anthocyanins, NBI – nitrogen balance index)

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования и анализ многолетнего внедрения интродуцента *Forestiera neo-mexicana* A. Gray позволяют определить высокую степень декоративности, отметить устойчивость растения к действию засухи, высоких и низких температур. Динамика физиологического состояния кустарника в течение вегетационного периода по показателям пигментной системы зеленого листа отмечает выраженные защитные реакции саморегулирования за счет особенностей водообмена – сохранения высокой поглотительной способности корневых клеток для воды, экономного расходования влаги на транспирацию, а также благодаря быстрому восстановлению физиологических функций при нормализации условий внешней среды. Все это имеет приспособительное значение для повышения сопротивляемости экстремальным факторам среды.

Анализ многолетнего внедрения интродуцента *Forestiera neo-mexicana* A. Gray позволяет рекомендовать кустарник для использования в зеленом строительстве для укрепления устойчивости агролесоландшафтов с целью экологической оптимизации защитного лесоразведения Нижнего Поволжья, а также расширения разнообразия растительного покрова.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мелихов В.В., Кулик К.Н. Защитное лесоразведение как основной элемент комплексных мелиораций и фактор экологической и продовольственной безопасности РФ // Орошаемое земледелие. 2020. № 1. С. 6–7. DOI: 10.35809/2618-8279-2020-1-1.
2. Кулик К.Н. Современное состояние защитных лесонасаждений в Российской Федерации и их роль в смягчении последствий засух и опустынивания земель // Научно-агрономический журнал. 2022. № 3 (118). С. 8–13. DOI: 10.34736/FNC.2022.118.3.001.08-13.
3. Maji Saikat, Rathore Surya, Khati Kanchan. Analyzing Integrated Wastelands Development Program in West Bengal: An ecological sustainability perspective // Indian Journal of Agricultural Research. 2016. Vol. 50 (1). P. 61–65. DOI: 10.18805/ijare.v0iOF.8436.
4. Долгих А.А. Результаты интродукции древесных растений в Кулундинском дендрарии для защитного лесоразведения и озеленения // Новости науки в АПК. 2019. № 1–1 (12). С. 35–39. DOI: 10.25930/zsx0-6e06.
5. Конопля Н.И., Домбровская С.С. Интродукция как прием экологической оптимизации агроландшафтов // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2018. № 13. С. 85–88.
6. Sousa V., Miranda I., Quilhó T., Pereira H. The Diversity of Wood and Non-Wood Forest Products: Anatomical, Physical, and Chemical Properties, and Potential Applications // Forests. 2023. Vol. 14. P. 1988. DOI: 10.3390/f14101988.

7. Пугачева А.М., Беляев А.И., Трубакова К.Ю., Ромадина О.Д. Региональные изменения климата в сухих степях и их связь с засухами // Аридные экосистемы. 2022. Т. 28. № 4 (93). С. 13–21. DOI: 10.24412/1993-3916-2022-4-13-21.
8. Митина Л.В., Хархота Л.В., Виноградова Е.Н., Лихацкая Е.Н., Демкович Е.Н., Орлатая М.Л., Гузеев Ю.В., Жижко Н.Н. Научные исследования по интродукции древесных растений в Донецком ботаническом саду (1966–2016) // Промышленная ботаника. 2021. Т. 21. № 1. С. 53–66.
9. Yu C., Ren S., Huang Y., Wang G., Liu S., Li Z., Yuan Y., Huang X., Wang T. Biotic Factors Drive Woody Plant Species Diversity across a Relative Density Gradient of *Quercus aliena* var. *acuteserrata* Maxim in the Warm –Temperate Natural Oak Forest, Central China // Forests. 2023. Vol. 14. P. 1956. DOI: 10.3390/f14101956.
10. Wang H., Zhang M., Nan H. Abiotic and biotic drivers of species diversity in understory layers of cold temperate coniferous forests in North China // Journal of Forestry Research. 2019. Vol. 30. P. 2213–2225. DOI: 10.1007/s11676-018-0795-2.
11. Lett C. Biodiversity faces its make-or-break year, and research will be key // Nature. 2022. Vol. 601 (7893) P. 298. DOI: 10.1038/d41586-022-00110-w
12. Jesús Alejandro Ruiz-Valencia, Monserrat Vázquez-Sánchez, Mireya Burgos-Hernández, Jorge Gutiérrez, Teresa Terrazas. Wood anatomy of *Forestiera* (Oleaceae) species in Mexico // Acta botánica mexicana. 2021. Vol. 128. DOI: 10.21829/abm128.2021.1924.
13. Бялт В.В., Сагалаев В.А., Фирсов Г.А. Конспект дендрофлоры Нижнехопёрского природного парка (Волгоградская область, Россия): монография. М.: издательство РОСА. 2023. 168 с.
14. Калмыкова Е.В., Мельник К.А., Кузьмин П.А. Видовые различия в содержании фотосинтетических пигментов у растений аридных территорий юга России // Аграрный вестник Урала. 2023. № 3 (232). С. 32–42. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-232-03-32-42.
- curity of the Russian Federation. *Oroshaemoe zemledelie = Irrigated Agriculture*, 2020, no. 1, pp. 6–7. (In Russian). DOI: 10.35809/2618-8279-2020-1-1.
2. Kulik K.N. The current state of protective forest plantations in the Russian Federation and their role in mitigating the effects of droughts and land desertification. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal = Scientific Agronomy Journal*, 2022, no. 3 (118), pp. 8–13. (In Russian). DOI: 10.34736/FNC.2022.118.3.001.08-13.
3. Maji Saikat, Rathore Surya, Khati Kanchan. Analyzing Integrated Wastelands Development Programme in West Bengal: An ecological sustainability perspective. *Indian Journal of Agricultural Research*, 2016, vol. 50 (1), pp. 61–65. DOI: 10.18805/ijare.v0i0F.8436.
4. Dolgih A.A. Results of the introduction of woody plants in the Kulunda Arboretum for protective afforestation and landscaping. *Novosti nauki v APK = Science news in the agro-industrial complex*, 2019, no. 1–1 (12), pp. 35–39. (In Russian). DOI: 10.25930/zsx0-6e06.
5. Konoplja N.I., Dombrovskaja S.S. Introduction as a method of ecological optimization of agricultural landscapes. *Novye i netradicionnye rastenija i perspektivy ih ispol'zovanija = New and nontraditional plants and prospects of their utilization*, 2018, no. 13, pp. 85–88. (In Russian).
6. Sousa V., Miranda I., Quilhó T., Pereira H. The Diversity of Wood and Non-Wood Forest Products: Anatomical, Physical, and Chemical Properties, and Potential Applications. *Forests*, 2023, vol. 14, p. 1988. DOI: 10.3390/f14101988.
7. Pugacheva A.M., Belyaev A.I., Trubakova K.Y., Romadina O.D. Regional climate changes in arid steppes and their connection with droughts. *Aridnye jekosistemy = Arid ecosystems*, 2022, vol. 28, no. 4 (93), pp. 13–21. (In Russian). DOI: 10.24412/1993-3916-2022-4-13-21.
8. Mitina L.V., Kharkhota L.V., Vinogradova E.N., Likhatskaya E.N., Demkovich E.N., Orlataya M.L., Guzeev Yu.V., Zhizhko N.N. Introduction research on arboreal plants in the Donetsk Botanical Garden (1966–2016) *Promyshlennaja botanika = Industrial Botany*, 2021, vol. 21, no. 1, pp. 53–66. (In Russian).
9. Yu C., Ren S., Huang Y., Wang G., Liu S., Li Z., Yuan Y., Huang X., Wang T. Biotic Factors Drive Woody Plant Species Diversity across a Relative Density Gradient of *Quercus aliena* var. *acuteserrata* Maxim. in the Warm–Temperate

## REFERENCES

1. Melikhov V.V., Kulik K.N. Protective afforestation as the main element of complex land reclamation and a factor of ecological and food se-



- Natural Oak Forest, Central China, *Forests*, 2023, vol. 14, p. 1956. DOI: 10.3390/f14101956.
10. Wang H., Zhang M., Nan H. Abiotic and biotic drivers of species diversity in understory layers of cold temperate coniferous forests in North China. *Journal of Forestry Research*, 2019, vol. 30, pp. 2213–2225. DOI: 10.1007/s11676-018-0795-2.
11. Lett C. Biodiversity faces its make-or-break year, and research will be key. *Nature*. 2022. vol. 601 (7893), p. 298. DOI: 10.1038/d41586-022-00110-w.
12. Jesús Alejandro Ruiz-Valencia, Monserrat Vázquez-Sánchez, Mireya Burgos-Hernández, Jorge Gutiérrez, Teresa Terrazas. Wood anatomy of *Forestiera* (Oleaceae) species in Mexico. *Acta botánica Mexicana*, 2021, vol. 128. DOI: 10.21829/abm128.2021.1924.
13. Byalt V.V., Sagalaev V.A., Firsov G.A. *Synopsis of the dendroflora of the Nizhnekhopersky Nature Park (Volgograd region, Russia)*. Moscow, ROSA Publishing House, 2023, 168 p. (In Russian).
14. Kalmykova, E.V., Melnik K.A., Kuzmin P.A. Species differences in the content of photosynthetic pigments in plants of arid territories of the South of Russia. *Agrarnyi vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*, 2023, no. 3 (232), pp. 32–42. (In Russian). DOI: 10.32417/1997-4868-2023-232-03-32-42.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Калмыкова Е.В.**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией; **адрес для переписки:** Россия, 400062, Волгоград, пр. Университетский, 97; e-mail: kalmukova-ev@vfanc.ru

**Передриенко А.И.**, лаборант-исследователь

#### AUTHOR INFORMATION

✉ **Elena V. Kalmykova**, Doctor of Science in Agriculture, Associate Professor, Head Researcher, Laboratory Head; **address:** 97, Universitetskiy Ave., Volgograd 400062, Russia; e-mail: kalmukova-ev@vfanc.ru

**Anna I. Peredrienko**, Research Assistant

Дата поступления статьи / Received by the editors 30.08.2023  
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 23.10.2023  
Дата публикации / Published 15.12.2023