

15. Zaitseva L. V., Yudina T. A., Ruban N. V., Bessonov V. V., Mehdiyev V. S. Modern Approaches to the Development of Gluten-Free Bakery Product Recipes. *Nutrition issues*. 2020. V. 89. № 1. Pp. 77-85.
16. Sedláková K., Straková E., Suchý P., Krejcarová J., Herzig I. Lupin as a perspective protein plant for animal and human nutrition – a review. *Acta Vet. Brno*. 2016. No 85. Pp. 165-175.
17. Evan J. Reister, Lynn N. Belote, Heather J. Leidy. The Benefits of Including Hummus and Hummus Ingredients into the American Diet to Promote Diet Quality and Health: A Comprehensive Review. *Nutrients*. 2020. No 12 (12).
18. Nogaev V. O., Galiullin A. A., Koryagin Y. V., Koryagina N. V. Development of Composition and Formation of Properties of Hummus with Fermented Whey. *Sursky Vestnik*. 2020. № 4 (12). Pp. 59-65.
19. Melnikova V. A., Chizh A. V. Study of the Consumer Market of Hummus in Kaliningrad and the Region. *Bulletin of Youth Science*. 2018. № 4 (16). P. 11.
20. Nelyubina E. G., Babnishev I. A. Useful properties of hummus for the human body. *Paradigm*. 2022. № 5. Pp. 29-31.
21. Nelyubina E. G., Babnishev I. A. Useful properties of hummus for the human body. *Paradigm*. 2022. № 5. Pp. 29-31.
22. Martínez-Preciado A. H., Ponce-Simental J. A., Schorno A. L., Contreras-Pacheco M. L., Michel C. R., Rivera-Ortiz K. G., Soltero J. F. A. Characterization of nutritional and functional properties of «Blanco Sinaloa» chickpea (*Cicer arietinum* L.) variety, and study of the rheological behavior of hummus pastes. *Journal of Food Science and Technology*. 2019. No 57 (5). Pp. 1-10.
23. Reister E. J., Leidy H. J. An Afternoon Hummus Snack Affects Diet Quality, Appetite, and Glycemic Control in Healthy Adults. *Journal of Nutrition*. 2020. V. 150 (8). Pp. 2214-2222.
24. Reister E. J., Belote L. N., Leidy H. J. The Benefits of Including Hummus and Hummus Ingredients into the American Diet to Promote Diet Quality and Health: A Comprehensive Review. *Nutrients*. 2020. V. 12 (12).

Информация об авторах

Тимошенко Елена Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, руководитель группы переработки и пищевого использования люпина ВНИИ люпина – филиала ФГБНУ ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» (Российская Федерация, 241524, Брянская область, Брянский район, пос. Мичуринский, ул. Березовая, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/org/0000-0002-0283-8785>, e-mail: el.timo32@mail.ru

Руцкая Валентина Ивановна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник научного направления переработки и пищевого использования люпина ВНИИ люпина – филиала ФГБНУ ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», (Российская Федерация, 241524, Брянская область, Брянский район, пос. Мичуринский, ул. Березовая, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/org/0000-0003-3934-206X>, e-mail: rvi15@mail.ru

Author's Information

Timoshenko Elena Sergeevna, Candidate of Agricultural Sciences, the head of the department of the lupine processing and nutritional use of the All-Russian Research Institute of Lupine – branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology (Russian Federation, 241524, Bryansk region, Bryansk district, Michurinskiy, Berezovaya str., 2), ORCID: <https://orcid.org/org/0000-0002-0283-8785>, e-mail: el.timo32@mail.ru

Rutskaya Valentina Ivanovna, PhD in Biology, the super researcher of the department of the lupine processing and nutritional use of the All-Russian Research Institute of Lupine – branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology (Russian Federation, 241524, Bryansk region, Bryansk district, Michurinskiy, Berezovaya str., 2), ORCID: <https://orcid.org/org/0000-0003-3934-206X>, e-mail: rvi15@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-15

BIOECOLOGICAL MONITORING OF REPRESENTATIVES OF THE GENUS ACER L. FOR FORECASTING THE PROSPECTS OF THEIR USE IN ARTIFICIAL PLANTATIONS

¹Khuzhakhmetova A. Sh., ²Voronina V. P., ¹Sapronova D. V., ²Kiselyova A. V.

¹*Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences
Volgograd, Russian Federation*

²*Volgograd State Agrarian University
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: avfanc@yandex.ru

Received 11.04.2024

Submitted 15.05.2024

The research was carried out on the topic of the State Assignment of the Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences: "Formation of multifunctional cluster dendrological expositions and their renovation into bioresource artificial and landscaped landscape spaces of recreational type in low-forest regions of Russia" (Registration number: 121041200195-4), The Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation

Summary

The results of monitoring and ranking of representatives of the maple genus according to a set of indicators in arboretum and landscaping plantations of the Volgograd region are presented.

Abstract

Introduction. In connection with climatic changes, the importance of assessing the adaptive capacity of trees and shrubs, forecasting the risks of using new species in artificial plantations in Volgograd region is increasing. **Objects.** Representatives of the genus *Acer* L. in dendroexpositions of the Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences (Kamyshin) and Volgograd Agrarian University (Volgograd, urbanozems). **Materials and methods.** Bioecological monitoring was carried out by standard observations according to the GBS methodology to assess the influence of meteorological indicators on the main morphometric indices. Experimental data on ecological-physiological and morphological indices were used for mathematical analysis and subsequent ranking of species by prospectivity. **Results and conclusions.** Changes in average daily temperatures at observation points (1961-1990. 1991-2020) and the influence of meteorological conditions on the phases of development of *Acer* L. The species were distributed by height into trees of the second size (10.0-12.2 m) – *A. platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *A. saccharinum* L., *A. negundo* L.; *A. campestre* L., *A. tataricum* L. (3.6-6.5 m) – trees of the third size or large shrubs (2.1-5.0 m). High intraspecific and interspecific variability of leaves in leaf area and specific phytomass was found: from small leaves of *A. tataricum* (10.42 cm²; 0.011 g/cm²), *A. campestre* (12.95 cm²; 0.0088 g/cm²) to large leaves of *A. platanoides* (47.89 cm²; 0.0056 g/cm²), *A. pseudoplatanus* (65.32 cm²; 0.0067 g/cm²). Resistance to unfavorable hydrothermal indicators correlates well with the content of biological pigments in leaf laminae. Comprehensive analysis of the results of bioecological monitoring showed high prospects of the tested maple species for the purposes of protective afforestation and landscaping. Detailed survey of dendrological collections and green areas revealed mass dispersal outside the collection of *A. negundo*; active dispersal of *A. campestre*, *A. tataricum*. *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus* forms local populations, due to the increase of heat availability in the region. For use in artificial plantings it is recommended to limit the use of *A. negundo*, other species (*A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. saccharinum*) are recommended for landscaping objects.

Keywords: *Acer* L., bioecological monitoring, dendrological expositions, artificial plantings, invasion risks.

Citation. Khuzhakhmetova A. Sh., Voronina V. P., Sapronova D. V., Kiselyova A. V. Bioecological monitoring of representatives of the genus *Acer* L. for forecasting the prospects of their use in artificial plantations. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2024. 3(75). 130-139 (in Russian). DOI:10.32786/2071-9485-2024-03-15.

Author's contributions. All authors of this study were directly involved in the planning, execution or analysis of this study. All authors of this article have reviewed and approved the final version presented.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 630*232.1

**БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗА ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ РОДА ACER L.
ДЛЯ ПРОГНОЗА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ИСКУССТВЕННЫХ
НАСАЖДЕНИЯХ**

¹Хужахметова А. Ш., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

²Воронина В. П., доктор сельскохозяйственных наук, профессор

¹Сапронова Д. В., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

²Кисилева А. В., аспирант

¹ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»

г. Волгоград, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

г. Волгоград, Российская Федерация

Исследования выполнены по теме Государственного задания Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН: «Формирование полифункциональных кластерных дендрологических экспозиций и их реновации в биоресурсные искусственные и озелененные ландшафтные пространства рекреационного типа в малолесных регионах России» (Регистрационный номер: 121041200195-4), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Актуальность. В связи с климатическими изменениями возрастает значимость по оценке адаптационных возможностей деревьев и кустарников, прогнозу рисков использования новых видов в искусственных насаждениях Волгоградской области. **Объекты.** Представители рода *Acer* L. в дендрозэкспозициях ФНЦ агроэкологии РАН (г. Камышин) и Волгоградского аграрного университета (Волгоград, урбаноземы). **Материалы и методы.** Биоэкологический мониторинг проводился по стандартным наблюдениям по методике ГBS для оценки влияния метеопоказателей на основные морфометрические показатели. Экспериментальные данные по эколого-

физиологическим и морфологическим показателям использовались для математического анализа и последующего ранжирования видов по перспективности. **Результаты и выводы.** Выявлены изменения среднесуточных температур в пунктах наблюдений (1961-1990. 1991-2020) и влияние метеоусловий на фазы развития *Acer L.* По высоте виды распределены на деревья второй величины (10,0-12,2 м) – *A. platanoides L.*, *A. pseudoplatanus L.*, *A. saccharinum L.*, *A. negundo L.*; *A. campestre L.*, *A. tataricum L.* (3,6-6,5 м) – деревья третьей величины или крупные кустарники (2,1-5,0 м). Установлена высокая внутривидовая и межвидовая изменчивость листьев по площади листа и удельной фитомассе: от мелких листьев *A. tataricum* (10,42 см²; 0,011 г/см²), *A. campestre* (12,95 см²; 0,0088 г/см²) до крупных *A. platanoides* (47,89 см²; 0,0056 г/см²), *A. pseudoplatanus* (65,32 см²; 0,0067 г/см²). Устойчивость к неблагоприятным гидротермическим показателям хорошо коррелирует с показателями содержания биологических пигментов в листовых пластинках. Комплексный анализ результатов биоэкологического мониторинга показал высокую перспективность испытанных видов клена для целей защитного лесоразведения и озеленения. Детальное обследование дендрологических коллекций и зеленых насаждений выявило массовое расселение за пределами коллекции *A. negundo*; активное расселение *A. campestre*, *A. tataricum*. *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus* образует локальные популяции, в связи увеличением теплообеспеченности в регионе. Для использования в искусственных насаждениях рекомендуется ограничить применение *A. negundo*, остальные виды (*A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. saccharinum*) рекомендованы для объектов озеленения.

Ключевые слова: *Acer L.*, биоэкологический мониторинг, дендрологические экспозиции, искусственные насаждения, инвазионные риски.

Цитирование. Хужахметова А. Ш., Воронина В. П., Сапронова Д. В., Киселёва А. В. Биоэкологический мониторинг за представителями рода *Acer L.* для прогноза перспективности их использования в искусственных насаждениях. *Известия НВ АУК.* 2024. 3(75). 130-139. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-15.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились с представленным окончательным вариантом и одобрили его.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

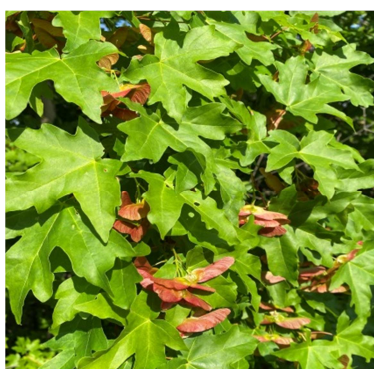
Введение. В сложных лесорастительных условиях Волгоградской области рациональное управление дендрологическими ресурсами особенно актуально и направлено на сохранение и повышение биоразнообразия деградированных территорий [10]. Реновация существующих насаждений через оптимизацию их видового и формового разнообразия [14] позволяет повысить их устойчивость, многофункциональность и эколого-экономическую значимость [16, 17]. Биоэкологический мониторинг за древесными видами в коллекциях позволяет прогнозировать их состояние и долговечность с учетом почвенно-климатических условий района [12, 15] и локализации искусственных насаждений [18]. В связи с увеличением среднемесячных температур и дефицита осадков в период вегетации возрастает значимость исследований по оценке адаптационных возможностей деревьев и кустарников [13], прогнозу их использования в искусственных насаждениях [3, 4, 19]. Многие исследователи [2, 20] отмечают риски биологических инвазий и сложности контроля инвазионного процесса. При оценке потенциальной угрозы инвазионных качеств разных видов внимание уделяется особенностям репродуктивного развития, периодичности плодоношения, семенной продуктивности. Интродукционное испытание таксонов рода *Acer L.* в дендрариях, лесных культурах на протяжении длительного времени показало их высокую пластичность, сохранность [1, 9, 11] и фитоценоотическую устойчивость в смешении с другими деревьями и кустарниками [5]. **Целью исследования** являлось изучение представителей рода *Acer L.* под влиянием гидротермических и почвенных факторов и выявление адаптационного потенциала и инвазивных качеств.

Объекты и методы исследований. Дендрозэкспозиции с представителями рода *Acer L.* на Нижневолжской станции по селекции древесных пород (г. Камышин, рисунок 1) произрастают в условиях каштановых почв с 1931 года, на территории ВолГАУ на урбано-земах, погребенных светло-каштановых почвах с 2000 года.

Опыт и длительность культивирования видов оценивали с учетом информационных баз данных [7]. Биоэкологический мониторинг включал фенологические наблюдения по методике ГБС, учет метеопараметров (<https://weatherarchive.ru>, www.meteoinfo.ru) и их влияние на рост и развитие, цветение и плодоношение.

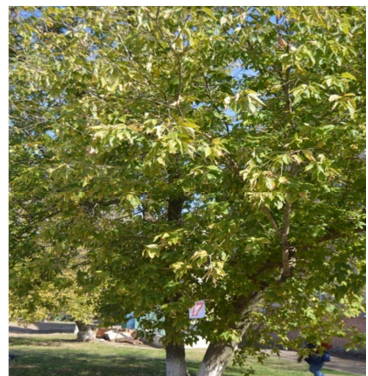


клен остролистный (*Acer platanoides* L.)



клен серебристый
(*A. saccharinum* L.)

клен полевой (*A. campestre* L.)



клен татарский
(*A. tataricum* L.)

клен ложноплатановый
(*A. pseudoplatanus* L.)

клен ясенелистный
(*A. negundo* L.)

Рисунок 1 – Коллекции кленов в дендрологических экспозициях Нижневолжской станции
по селекции древесных пород

Figure 1 – Objects of research in dendrological expositions of the Nizhnevolzhskaya station
for selection of tree species

Для обработки результатов фенологических дат применена программа Excel с подсчетом количества дней от точки отсчета (1 марта) до даты наступления фенологического события. Особенности ростовых процессов выявляли для каждого таксона на основе систематических измерений приростов побегов в средней части кроны модельных экземпляров. Соотношение сухого вещества на единицу площади листовой поверхности определяли общепринятым весовым методом. Базы данных по эколого-физиологическим и морфологическим показателям (по методикам Семенютиной и др. [10]), использовались для определения взаимосвязей и проверки соответствия линейных регрессионных зависимостей и последующего ранжирования видов по перспективности (рисунок 2).

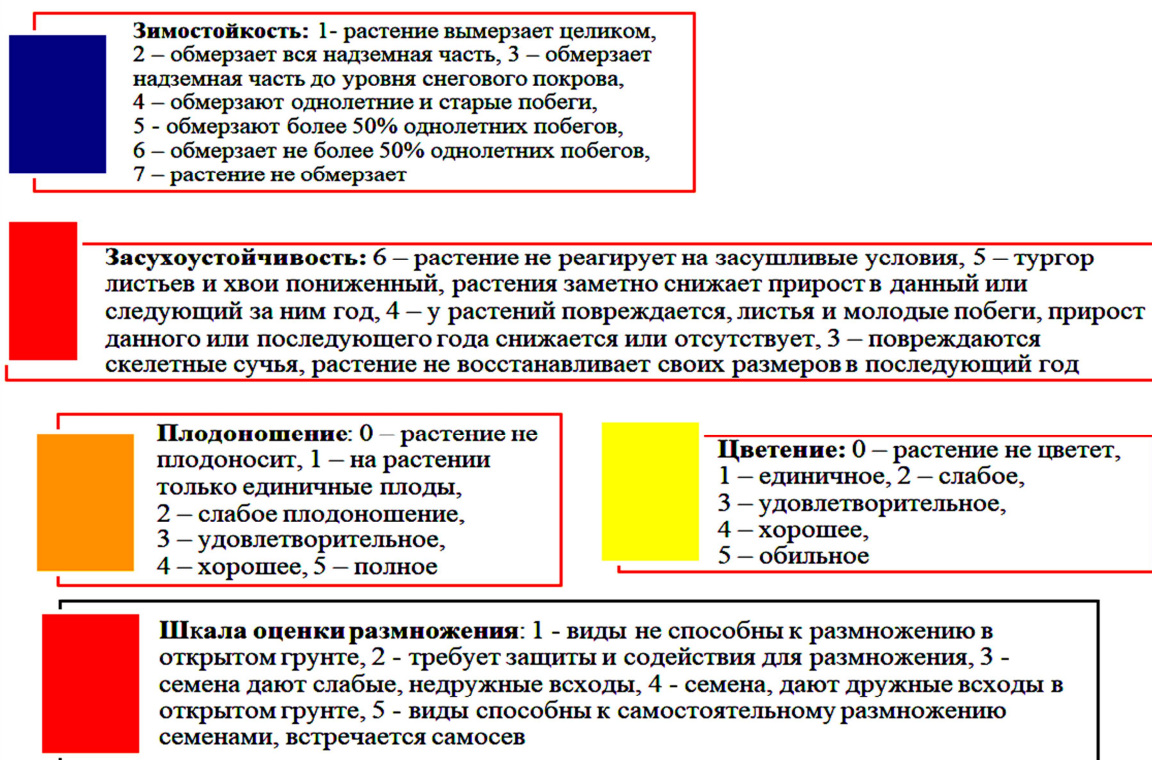


Рисунок 2 – Ранжирование ассортимента древесных видов по комплексу признаков
Figure 2 – Ranking the assortment of tree species by complex of traits

По методике Санниковой [6] оценивалась обильность семенного потомства. Приборной основой для исследований являлись DUALEX Scientific, люксметр LXP-10A, весы Digital scale, влагомер 46908.

Результаты и обсуждение. Формирование дендрологических коллекций ФНЦ агроэкологии РАН для целей защитного лесоразведения и озеленения основано на подборе ассортимента деревьев и кустарников по засухо-, зимостойкости и солеустойчивости. В современной структуре дендрокolleкций преобладают полиморфные родовые комплексы, представители которых обладают хозяйственно ценными качествами [7, 19]. В Волгоградском кластерном дендрарии с 1963 года в условиях недостаточного увлажнения на светлокаштановых почвах проходили испытание 7 видов рода *Acer* L. «...В коллекции представлены виды разного географического происхождения: из горных районов Северной Америки – клен ясенелистный (*A. negundo* L.), с этого же материка, но с более увлажненных мест – клен серебристый (*A. saccharinum* L.); из умеренной зоны Европейской части СССР – клен татарский (*A. tataricum* L.), остролистный (*A. platanoides* L.), с Кавказа – клен Траутфеттера (*A. trautvetteri* Medw.); с долин горных рек Средней Азии – клен Семенова (*A. semenovii* Regel et Herd.); район естественного распространения клена гиннала (*A. ginnala* Maxim.) – берега рек и речек Дальнего Востока...» [9].

В условиях каштановых почв на Нижневолжской станции помимо вышеперечисленных видов клена в разные годы проходили испытание: клен красивый (*A. pictum* Thunb., естественный ареал – Япония), клен трехлопастной (*A. monspessulanum* var. *rotundilobum*; Европа, Юго-западная Азия), клен Лерберга (*A. lorbergi* hort. Ex Dippel), клен Лобеля (*A. lobelii* Ten.; Италия, западные Балканы), клен мелколистный (*A. mono* Maxim.; Дальний Восток; Сев.-Вост. Китай), клен усеченный (*A. truncatum*; Китай, Монголия, Корея), клен ложноплатановый (*A. pseudoplatanus* L.; Центральная Европа, Азия, Кавказ). В настоящее время некоторые виды (*A. pictum*, *A. monspessulanum* var. *rotundilobum*, *A. lorbergi*, *A. truncatum*) были из коллекций из-за предельного возраста растений и сложности их семенного размножения.

Коллекция ВолГАУ представлена *Acer campestre*, *A. platanoides*, *A. platanoides* var. *Globosum*, *A. pseudoplatanus*, *A. saccharum*. По данным Ворониной и др. [3] анализ на токсичность показал безопасность в отношении тяжелых металлов, содержание которых не превышает ПДК (Zn 1:0,97; Pb 1:0,84; Cd 1:0,30; Hg 1:0,05).

Как показывают многолетние интродукционные исследования, эффективность культивирования видов, форм и сортов зависит от видовой и индивидуальной адаптации, которые хорошо выявляются при комплексном изучении их эколого-биологических особенностей в новых условиях обитания. Сезонная вариабельность параметров погоды и увеличение среднемесячных температур в последние десятилетия (рис. 3) зачастую вырабатывает у растений приспособления к изменившимся условиям местообитания [10, 11].

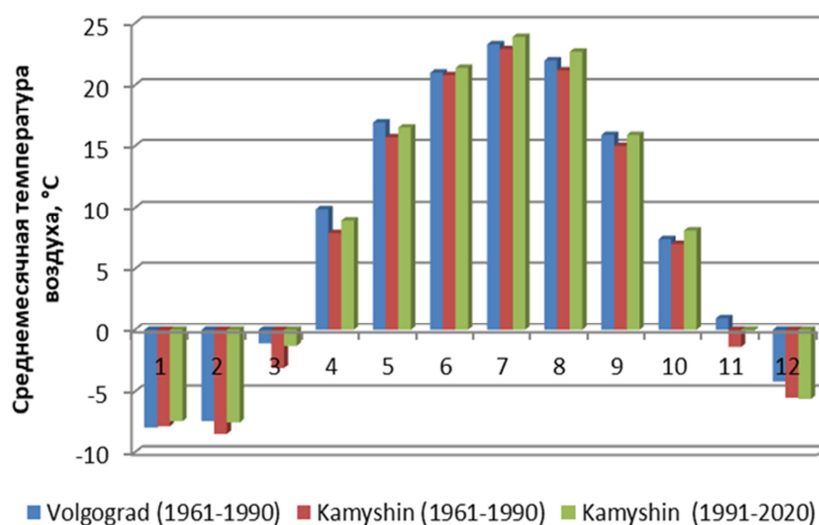


Рисунок 3 – Изменение среднемесячных температур в пунктах наблюдений (www.meteoinfo.ru)
Figure 3 – Variation of average daily temperatures at observation sites (www.meteoinfo.ru)

Наблюдения за периодом роста и фазами развития *Acer* L. в условиях каштановых и урбаноземов позволили выявить эколого-биологические особенности, касающиеся начальных фаз развития. Установлено, что в Волгограде начало вегетации у всех видов клена фиксируется с первой декады апреля. В Камышине сдвинуты сроки распускания вегетативных почек на вторую декаду апреля. Более ранние сроки наступления (17-20.IV) характерны для *A. saccharinum* и *A. negundo*. Остальные виды имеют более сближенные сроки – 20-23. IV, при продолжительности фазы от 9-11 (*A. tataricum*, *A. negundo*) до 14-17 (*A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. campestre*) дней. У представителей рода клен отмечены межвидовые отличия по срокам начала цветения: *A. saccharinum*, *A. platanoides*, *A. negundo*, *A. campestre* (раннецветущая группа, от 55 до 60 дней от 1 марта; длительность фазы 5-7 дней), *A. tataricum* (75-87 дней от 1 марта; продолжительность 7-12 дней). Срок созревания плодов видоспецифичен и наиболее растянут во времени: *A. tataricum* – 85-89 дней, *A. platanoides*, *A. campestre*, *A. negundo* – 128-132 дня. В последние годы более раннее наступление сроков роста побегов определило увеличение длительности ростовых процессов на 10-15 дней в благоприятный весенний период, когда в почве нет дефицита влаги. По высоте виды распределены на деревья второй величины (10,0-12,2 м) – *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus* L., *A. saccharinum* L., *A. negundo* L.; *A. campestre* L., *A. tataricum* L. (3,6-6,5 м) – деревья третьей величины или крупные кустарники (2,1-5,0 м). Учитывая выявленные таксационные показатели кленов и формирование у них в тяжелых лесорастительных условиях полноценного габитуса к 10-20 годам, прогнозируемая долговечность древостоя может составлять 50-60 лет при условии дополнительного полива в засушливые летние месяцы.

По данным Ворониной В. П. и др. [3] «... анализ варьирования текущего прироста кленов в условиях техногенных почвогрунтов показал, что этот показатель находится в пределах нормально варьирующего признака. Такая характеристика свидетельствует об

экологической устойчивости растений в новых экологических условиях. Коэффициент вариации испытываемых видов не превышает 33%, то есть средние показатели прироста рассчитаны для однородной совокупности, они являются статистически значимыми. Изменчивость текущего прироста наименьшая у *A. campestre* (15,4-15,8%), и *A. platanoides* var. *Globosum* (20,2-23,2%), что оценивается как средняя степень варьирования признака. Высокий коэффициент вариации (31,2-32,9) выявлен у других видов, что вероятно связано с адаптацией к новым эдафическим условиям и биоэкологией вида...». В целом изученные виды относятся к таксонам с коротким периодом роста, вторичный прирост фиксировался во влажные годы у *A. tataricum* и *A. saccharinum* во всех пунктах наблюдений. Следует отметить увеличение периода вегетации у всех видов до 225-231 дней.

Стабильность плодоношения – показатель не только успешности интродукции, но и показатель потенциальных рисков, связанных с интенсивностью естественного возобновления видов. Инвазионные виды составляют лишь небольшую долю от общего числа чужеродных видов в общем составе флоры данной местности, но их влияние может быть опустошительным, сравнимым с биологической диверсией [2]. Из представителей рода клен к таковым в сухостепных районах исследователи относят клен ясенелистный. Этот вид достаточно часто встречается в овражно-балочных понижениях, которые имеются в городской черте, где формируются естественные заросли. Чаще всего возраст вступления в период стабильного плодоношения объектов исследований фиксируется с 6-10 лет. Процент плодов в общей биологической продуктивности составил: *A. negundo* – 10,5, *A. tataricum* – 3,8, *A. platanoides* – 2,0. Поквартальное маршрутное обследование дендрологических экспозиций Нижневолжской станции по селекции древесных пород выявило естественное расселение кленов. Массовое расселение за пределами коллекции повсеместно отмечается у *A. negundo*, активное расселение выявлено у *A. campestre*, *A. tataricum*. К видам, образующие локальные популяции вне экспозиций и утратившие физическую связь с материнскими растениями, отнесены *Acer platanoides* и *A. pseudoplatanus*. *Acer saccharinum* не представляет инвазионные риски, единичные экземпляры вида зафиксированы вне экспозиции.

Экстремальный термический режим в вегетационные периоды 2021 и 2022, 2023 года (средняя месячная температура в июле и августе +27-28°C; в отдельные дни абсолютный максимум +35-42°C при влажности воздуха до 15-17%) все клены перенесли удовлетворительно. У *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus* и *A. saccharinum* зафиксирована сильная потеря тургора, частично подгорали концы листьев. У *A. tataricum* листья пожелтели, побурели и опали (до 20%) с восточной и южной сторон. Механизмы адаптации к высоким температурам у разных видов клена установлено в более ранних исследованиях, которые связаны с морфобиологическими особенностями: «... наибольшие повреждения отмечены у *A. platanoides*, *Acer platanoides* var. *Globosum*, который оказался чувствительным к воздействию высоких температур, так как морфологических защитных механизмов у этого вида на нижней стороне листа не достаточно в отличие от других видов, которые имеют более светлую окраску (К. сахарный), негустое светлое опушение (К. явор), или воскообразное блестящее покрытие (К. полевой). Наиболее устойчивым к действию высоких температур при низкой влажности воздуха оказался *A. campestre*, который имеет небольшие, блестящие листья, которые хорошо отражают избыток солнечной радиации. Другие вегетативные и генеративные органы у кленов (почки, неодревесневшие ветви, плоды и др.) при термическом воздействии не страдают и на последующее развитие не оказывают значительного отрицательного воздействия...» [3].

Биологические пигменты участвуют в процессе фотосинтеза, являются маркерами засухо- и жароустойчивости. От содержания биологических пигментов зависят морфологические показатели листовой поверхности, общее состояние растений и декоративность. На Нижневолжской станции определение биологических пигментов проводилось в июле 2023 года, после длительного воздействия экстремально высоких температур (+35,5-+38,4°C), когда был получен отклик на неблагоприятный гидротермический режим у ассимиляционного аппарата. *Acer campestre*, *A. tataricum* имеют более высокие показатели содержания хлорофиллов и флавоноидов, что позволяет судить о формировании механизмов адаптации к влиянию высоких температур при длительном отсутствии осадков, которые позволяют регулировать фотосинтетическую активность (таблица 1).

Различная устойчивость к действию засухи связана и с особенностями анатомического строения листовой пластинки. «...Определение индекса засухоустойчивости по методике Гурского (поверхность листа / V объем листа) показало, что наименьшие величины индекса засухоустойчивости имеют *A. negundo* (мужские экземпляры 117, женские 125,3), наибольшие – у *A. saccharinum* (192,7) и *A. platanoides* (185,5), промежуточное положение занимают *A. tataricum* и *A. ginnala* (159,7 и 160,4). *A. saccharinum* и *A. platanoides* из увлажненных мест природного обитания для успешного произрастания требуют лучших условий...» [8]. Морфометрический анализ показал высокую внутривидовую и межвидовую изменчивость листьев по площади листа и удельной фитомассе: от мелких листьев *A. tataricum* (средняя площадь – 10,42 см²; удельная фитомасса 0,011 г/см²), *A. campestre* (12,95 см²; 0,0088 г/см²) до крупных *A. platanoides* (47,89 см²; 0,0056 г/см²), *A. pseudoplatanus* (65,32 см²; 0,0067 г/см²).

Таблица 1 – Содержание биологических пигментов, мкг/см²
Table 1 – Content of biological pigments, µg/cm²

Виды <i>Acer</i> / Types of <i>Acer</i>	Chl±sd	Flav±sd	Ant±sd
<i>A. campestre</i>	23,33±1,64	1,91±0,04	0,331±0,015
<i>A. tataricum</i>	20,93±1,69	1,72±0,17	0,336±0,014
<i>A. negundo</i>	14,69±1,12	1,93±0,09	0,401±0,025
<i>A. platanoides</i>	13,13±2,51	1,46±0,14	0,410±0,017
<i>A. saccharinum</i>	15,70±1,61	1,91±0,07	0,441±0,013
<i>A. pseudoplatanus</i>	20,95±1,06	2,23±0,01	0,386±0,014

Chl – сумма хлорофиллов a+b, Fla – флавоноиды, Ant – антоцианы, sd – ошибка
Chl is the sum of chlorophylls a + b, Fla is flavonoids, Ant is anthocyanins, sd is an error

Закключение. Анализ результатов биоэкологического мониторинга по комплексу показателей, включающих таксационные, морфометрические, физиологические и др., представителей рода *Acer* L., произрастающих на каштановых почвах (г. Камышин) и урбаноземах (г. Волгоград) показал, что изучаемые виды отнесены к группе перспективных дендромелиорантов (23-28 баллов) для защитного лесоразведения и озеленения. По высоте виды распределены на деревья второй величины (10,0-12,2 м) – *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. saccharinum*, *A. negundo*; *A. campestre*, *A. tataricum* (3,6-6,5 м) – деревья третьей величины или крупные кустарники (2,1-5,0 м). У представителей рода клен выявлены межвидовые отличия по срокам цветения: 55-60 дней; длительность 5-7 дней – *A. saccharinum*, *A. platanoides*, *A. negundo*, *A. campestre*; у *A. tataricum* 75-87 дней; продолжительность 7-12 дней. Срок созревания плодов видоспецифичен: *A. tataricum* – 85-89, *A. platanoides*, *A. campestre*, *A. negundo* – 128-132 дня.

Морфометрический анализ показал высокую внутривидовую и межвидовую изменчивость листьев по площади листа и удельной фитомассе: от мелких листьев *A. tataricum* (средняя площадь – 10,42 см²; удельная фитомасса 0,011 г/см²), *A. campestre* (12,95 см²; 0,0088 г/см²) до крупных *A. platanoides* (47,89 см²; 0,0056 г/см²), *A. pseudoplatanus* (65,32 см²; 0,0067 г/см²). В условиях длительного отсутствия осадков при высоких дневных температурах у засухоустойчивых видов выше показатели содержания хлорофиллов a+b (20,9-23,3 мкг/см²) и продуктивность фотосинтеза.

В результате многоцелевой оценки представителей рода клен в условиях сухой степи и городской среде биологические риски не выявлены, так как массовое расселение *A. negundo* за пределами коллекции отмечается на территориях, не занятых другими видами. *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. saccharinum* не являются инвазивными, так как не имеют массового расселения, и рекомендуются к широкому использованию.

Conclusions. Analysis of the results of bioecological monitoring on a set of indicators, including taxational, morphometric, physiological, etc., of representatives of the genus *Acer* L. growing on chestnut soils (Kamyshin) and urban soils (Volgograd) showed that the studied species are classified as promising (23-28 points) for protective afforestation and landscaping. In terms of height, the species are distributed into trees of the second size (10.0-12.2 m) – *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. saccharinum*, *A. negundo*; *A. campestre*, *A. tataricum* (3.6-6.5 m) – trees of the third size or large shrubs (2.1-5.0 m). In representatives of the genus maple, interspecific differences in terms of flowering time were revealed: 55-60 days; duration 5-7 days – *A. saccharinum*, *A. platanoides*, *A. negundo*, *A. campestre*; in *A. tataricum* 75-87 days; duration 7-12 days. Fruit ripening time is species-specific: *A. tataricum* – 85-89, *A. platanoides*, *A. campestre*, *A. negundo* – 128-132 days.

Morphometric analysis showed high intraspecific and interspecific variability of leaves in leaf area and specific phytomass: from small leaves of *A. tataricum* (average area - 10.42 cm²; specific phytomass 0.011 g/cm) to small leaves of *A. campestre* (12.95 cm²; 0.0088 g/cm). *A. tataricum* (aver-

age area – 10.42 cm²; specific phytomass 0.011 g/cm²), *A. campestre* (12.95 cm²; 0.0088 g/cm²) to large *A. platanoides* (47.89 cm²; 0.0056 g/cm²), *A. pseudoplatanus* (65.32 cm²; 0.0067 g/cm²). Under conditions of prolonged absence of precipitation at high daily temperatures, drought-tolerant species have higher indices of chlorophyll a+b content (20.9-23.3 µg/cm²) and photosynthesis productivity.

As a result of multipurpose assessment of representatives of the maple genus in the conditions of dry steppe and urban environment, biological risks were not revealed, as mass dispersal of *A. negundo* outside the collection is noted in the territories not occupied by other species. *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. saccharinum* are not invasive, as they do not have mass dispersal and are recommended for wide use.

Библиографический список

1. Абдуллаев А. Н. Изучение биоэкологии и географического распространения вида *Acer* L. Вестник науки и образования. 2020. № 21-3 (99). С. 4-6.
2. Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Бочкин В. Д. Влияние чужеродных видов растений на динамику флоры территории главного ботанического сада РАН. Российский Журнал Биологических Инвазий. 2015. № 4. С. 22-40.
3. Воронина В. П., Долмонево М. А., Габунщина А. А. Адаптационные возможности кленовых насаждений в малолесистых урбанизированных ландшафтах. Известия НВ АУК. 2023. № 1 (69). С. 65-78.
4. Петелько А. И., Барабанов А. Т., Выпова А. В. Влияние низкорослого кустарника в стокорегулирующей лесополосе комбинированной конструкции на факторы стока и элементы водного баланса в лесостепи бассейнов Центрального Нечерноземья. Природообустройство. 2023. № 4. С. 28-34.
5. Таран С. С., Матвиенко Е. Ю., Кружилин С. Н. и др. Рост и адаптация древесных интродуцентов в массивных насаждениях Нижнего Дона: монография. Новочеркасск: Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортунова ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2018. 255 с.
6. Санникова Н. С. Микроэкосистемный анализ ценопопуляций древесных растений. Екатеринбург: УрО РАН. <http://elibrary.ru/item.asp?id=26288499&ysclid=lurxz8x91x416452862>.
7. Беляев А. И. и др. Возрастная структура интродукционных ресурсов Камышинского дендрария для разработки реестра растений, требующих сохранения и восстановления: свидетельство о регистрации базы данных № 2022622375 RU Российская Федерация. №2022622205, заявл. 13.09.2022, опублик. 29.09.2022.
8. Семенютина А. В. Дендрофлора лесомелиоративных комплексов: монография. Волгоград: ВНИИЛ-МИ, 2013. 266 с.
9. Семенютина А. В., Доцева С. А. Сезонное развитие и засухоустойчивость интродуцированных видов рода *Acer* L. в условиях светло-каштановых почв. Наука. Мысль. 2014. Т. 4. № 1. С. 24-27.
10. Семенютина А. В., Хужахметова А. Ш., Сапронова Д. В., Долгих А. А., Сапронов В. В. Научные основы и методы мониторинга состояния и динамики дендрофлоры лесомелиоративных комплексов в целях предотвращения деградации и опустынивания территорий: монография. Волгоград, 2024. 196 с.
11. Фирсов Г. А., Хмарик А. Г. Род *Acer* L. в коллекции научно-опытной станции «Отрадное» БИН РАН. Hortus bot. 2020. Т. 15. С. 39-52. <http://hb.karelia.ru/journal/atricle.php?id=7325>.
12. Хужахметова А. Ш., Семенютина А. В., Лазарев С. Е., Цой М. В., Мельник К. А. Характеристика и особенности ростовых процессов древесных растений в засушливом регионе. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 2 (62). С. 60-64.
13. Duputie A., Rutschmann A., Ronce O. I. Chuine Phenological plasticity will not help all species adapt to climate change. Global Change Biology. 2015. V. 21. I. 8. Pp. 3062-3073.
14. Khuzhakhmetova A. Sh., Sapronova D. V., Belyaev A. I. et al. Study on selection of woody plants to create sustainable green spaces in sparsely forested rural areas. Research on crops. 2023. V. 24. № 3. Pp. 584-592.
15. Kruzhilin S. N., Taran S. S., Semenyutina A. V., et al. Growth peculiarities and age dynamics of *Quercus robur* L. formation in steppe region conditions. Kuwait Journal of Science. 2018. V. 45. № 4. Pp. 52-58.
16. Lavrov V., Grabovska T., Shupova T. Forest shelter belts in organic agricultural landscape: structure of biodiversity and their ecological role. Folia Forestalia Polonica. 2021. V. 63 (1). Pp. 48-64.
17. Le Saout S., Hoffmann M., Shi Y., et al. Protected areas and effective biodiversity conservation. Science. 2013. V. 342. Iss. 6160. Pp. 803-805.
18. Martynova N., Budarova V. Geoinformation monitoring of the territory of Western Siberia. E3S Web of Conferences. 2021. V. 244. P. 03026.
19. Semenyutina A. V., Tereshkin A. V. Protective afforestation: analysis of the composition and the scientific basis of increasing biodiversity dendroflora. Successes of modern natural science. 2016. № 4. Pp. 99-104.
20. Silantyeva M. M., Ovcharova N. V., Terekhina T. A., et al. Distribution of *Acer negundo* L. in Altai Krai (Russia, Southern Siberia) and its coenotic role in pine forests. Acta Biologica Sibirica. 2021. № 7. Pp. 63-76.

References

1. Abdullaev A. N. The study of bioecology and geographical distribution of the species *Acer* L. Bulletin of Science and Education. 2020. № 21-3 (99). Pp. 4-6.
2. Vinogradova Y. K., Mayorov S. R., Bockhin V. D. Influence of alien plant species on the dynamics of the flora of the territory of the main botanical garden of the Russian Academy of Sciences. Russian Journal of Biological Invasions. 2015. № 4. Pp. 22-40.
3. Voronina V. P., Dolmonego M. A., Gabunshchina A. A. Adaptation capabilities of maple plantations in low forested urbanised landscapes. Izvestiya NV AUK. 2023. № 1 (69). Pp. 65-78.
4. Petelko A. I., Barabanov A. T., Vypova A. V. The influence of a low-growing shrub in a flow-regulating forest belt of a combined design on the factors of runoff and elements of water balance in the forest-steppe of the Central Non-Chernozem earth. Environmental engineering. 2023. V. 4. Pp. 28-34.

5. Taran S. S., Matvienko E. Yu., Kruzhilin S. N., et al. Growth and Adaptation of Tree Introductions in Massive Plantations of the Lower Don: Monograph. Novocherkassk: Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute named after A. K. Kortunov of the Don State Agrarian University, 2018. 255 p.
6. Sannikova N. S. Microecosystem analysis of cenopopulations of woody plants. Ekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. <http://elibrary.ru/item.asp?id=26288499&ysclid=lurxz8x91x416452862>
7. Age Structure of Introduction Resources of the Kamyshin Arboretum for the Development of a Register of Plants Requiring Conservation and Restoration: Certificate of Registration of the Database No 2022622375 RU Russian Federation. No2022622205, application. 13.09.2022, publ. 29.09.2022.
8. Semeniyutina A. V. Dendroflora of forest ameliorative complexes: monograph. Volgograd: VNIALMI, 2013. 266 p.
9. Semeniyutina A. V., Dotseva S. A. Seasonal development and drought resistance of introduced species of the genus *Acer* L. in conditions of light-chestnut soils. Nauka. Mysl. 2014. V. 4. № 1. Pp. 24-27.
10. Semeniyutina A. V., Khuzhakhmetova A. Sh., Sapronova D. V., Dolgikh A. A., Sapronov V. V. Scientific bases and methods of monitoring the state and dynamics of dendroflora of forest ameliorative complexes in order to prevent degradation and desertification of territories: monograph. Volgograd, 2024. 196 p.
11. Firsov G. A., Khmarik A. G. Genus *Acer* L. in the collection of the research and experimental station "Otradnoye" BIN RAS. Hortus bot. 2020. V. 15. Pp. 39-52. <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=7325>.
12. Huzhahmetova A., Semeniyutina V., Lazarev S., et al. Characteristics and features of growth processes of woody plants in arid regions. Bulletin of Kazan State Agrarian University. 2021. V. 16. № 2 (62). Pp. 60-64.
13. Duputie A., Rutschmann A., Ronce O. I. Chuine Phenological plasticity will not help all species adapt to climate change. Global Change Biology. 2015. V. 21. I. 8. Pp. 3062-3073.
14. Khuzhakhmetova A. Sh., Sapronova D. V., Belyaev A. I., et al. Study on selection of woody plants to create sustainable green spaces in sparsely forested rural areas. Research on crops. 2023. V. 24. № 3. Pp. 584-592.
15. Kruzhilin S. N., Taran S. S., Semeniyutina A. V., et al. Growth peculiarities and age dynamics of *Quercus robur* L. formation in steppe region conditions. Kuwait Journal of Science. 2018. V. 45. № 4. Pp. 52-58.
16. Lavrov V., Grabovska T., Shupova T. Forest shelter belts in organic agricultural landscape: structure of biodiversity and their ecological role. Folia Forestalia Polonica. 2021. V. 63 (1). Pp. 48-64.
17. Le Saout S., Hoffmann M., Shi Y., et al. Protected areas and effective biodiversity conservation. Science. 2013. V. 342. I. 6160. Pp. 803-805.
18. Martynova N., Budarova V. Geoinformation monitoring of the territory of Western Siberia. E3S Web of Conferences. 2021. V. 244. P. 03026.
19. Semeniyutina A. V., Tereshkin A. V. Protective afforestation: analysis of the composition and the scientific basis of increasing biodiversity dendroflora. Successes of modern natural science. 2016. № 4. Pp. 99-104.
20. Silantyeva M. M., Ovcharova N. V., Terekhina T. A., et al. Distribution of *Acer negundo* L. in Altai Krai (Russia, Southern Siberia) and its coenotic role in pine forests. Acta Biologica Sibirica. 2021. № 7. Pp. 63-76.

Информация об авторах

Хужахметова Алия Шамильевна, кандидат сельскохозяйственных 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» (Российская Федерация, 400062, г. Волгоград, Университетский проспект, д. 97), ORCID: 0000-0001-5127-8844, e-mail: avfanc@yandex.ru

Воронина Валентина Павловна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Агроэкология и лесомелиорация ландшафтов», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет» (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, Университетский проспект, д. 26), ORCID: 0000-0002-3441-5314, e-mail: v.p.voronina@mail.ru

Сапранова Дарья Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (Российская Федерация, 400062, г. Волгоград, Университетский проспект, д. 97), ORCID: 0000-0002-3559-3745, e-mail: sapronova.darya@mail.ru

Киселёва Ангелина Владимировна, аспирант кафедры «Агроэкология и лесомелиорация ландшафтов», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, Университетский проспект, д. 26), e-mail: iarohow4@yandex.ru

Author's Information

Khuzhakhmetova Aliya Shamilevna, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Bioecology of Woody Plants, Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences" (Russian Federation, 400062, Volgograd, Universitetsky Ave., 97), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5127-8844>, e-mail: avfanc@yandex.ru

Voronina Valentina Pavlovna, Doctor of Agricultural Sciences, professor of the Department of «Agroecology and forest reclamation of landscapes» of the Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3441-5314>, e-mail: v.p.voronina@mail.ru

Sapronova Darya Vladimirovna, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences" (Russian Federation, 400062, Volgograd, Universitetsky Ave., 97), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3559-3745>, e-mail: sapronova.darya@mail.ru

Kiseleva Angelina Vladimirovna, postgraduate student of the Department of "Agroecology and Forest Reclamation of Landscapes", Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), e-mail: iarohow4@yandex.ru