

МОБИЛИЗАЦИЯ И СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Научная статья

УДК 634.1:631.524:635.977

DOI: 10.30901/2227-8834-2024-3-18-26



Аспекты интродукции и перспективы использования представителей рода *Juglans* L. в центральной России

О. Ю. Емельянова, М. Ф. Цой, Л. И. Масалова

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, Орловская область, Россия

Автор, ответственный за переписку: Ольга Юрьевна Емельянова, dendrariy@orel.vniispk.ru

Актуальность. Сохранение здоровья людей – важная задача современного общества. По совокупности полезных свойств орехи рода *Juglans* L. являются одними из самых ценных растений для обеспечения полноценного снабжения человека необходимыми нутриентами. Орех грецкий (*Juglans regia* L.) обладает наибольшим количеством хозяйственно ценных признаков среди представителей рода, за исключением зимостойкости. Для выращивания в более северных районах (относительно сложившегося ареала промышленных садов ореха грецкого) перспективными являются виды, которые обладают большей устойчивостью к неблагоприятным климатическим условиям. Повышение зимостойкости у ореха грецкого возможно с помощью межвидовой гибридизации. Цель данного исследования – анализ генофонда и изучение хозяйственно ценных признаков растений рода *Juglans* биоресурсной коллекции дендрария Всероссийского НИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК) для использования в селекции и озеленении.

Материалы и методы. Исследования проводились в дендрарии ВНИИСПК (Орловская область, 53°00'N, 36°00'E), где произрастает 7 видов рода *Juglans* L.

Результаты и заключение. По результатам исследований орех маньчжурский (*J. mandshurica* Maxim.), о. сердцевидный (*J. cordiformis* Maxim.) и гибрид Вехова (*J. cinerea* L. × *J. mandshurica* Maxim.) являются наиболее устойчивыми к неблагоприятным воздействиям окружающей среды и рекомендуются для использования в селекции и озеленении в условиях региона исследования. Среди генотипов о. грецкого (*J. regia*) наилучшими хозяйственно ценными признаками обладает сеянец сорта 'Астаховский', что позволяет рекомендовать его для селекции на получение новых сортов с хозяйственно ценными признаками для условий центральной России.

Ключевые слова: виды рода Орех, сорта *Juglans regia*, зимостойкость, жизненность, биоресурсная коллекция

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации FGZS-2022-0007.

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Емельянова О.Ю., Цой М.Ф., Масалова Л.И. Аспекты интродукции и перспективы использования представителей рода *Juglans* L. в центральной России. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2024; 185(3):18-26. DOI: 10.30901/2227-8834-2024-3-18-26

MOBILIZATION AND CONSERVATION OF THE GENETIC DIVERSITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2024-3-18-26

Aspects of introduction and prospects for the use of *Juglans* L. representatives in Central Russia

Olga Yu. Emelyanova, Mikhail F. Tsoy, Lyubov I. Masalova

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Orel Province, Russia

Corresponding author: Olga Yu. Emelyanova, dendrariy@orel.vniispk.ru

Background. Human health security is an important goal of contemporary society. The combination of beneficial properties in *Juglans* nuts makes them one of the most valuable plant genetic resources, capable of ensuring a wholesome supply of nutrients required by the human organism. The Persian walnut (*Juglans regia* L.) has the largest set of useful agronomic traits among the representatives of the genus, except for winter hardiness. Its cultivation in areas farther to the north from the conventional area of distribution for commercial walnut orchards would be possible if *Juglans* spp. with higher resistance to unfavorable climate conditions could be involved. Interspecies hybridization can be used to increase winter hardiness in walnut. The objective of this study was to analyze the gene pool of *Juglans* L. and screen its bioresource collection at the arboretum of the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK) in the context of useful agronomic indicators promising for plant breeding and landscaping.

Materials and methods. The study was carried out in the VNIISPK arboretum (Orel Province, 53°00'N, 36°00'E) where 7 *Juglans* spp. are maintained.

Results and conclusion. The results of the screening highlighted *J. mandshurica* Maxim., *J. cordiformis* Maxim., and Vekhov's hybrid (*J. cinerea* L. × *J. mandshurica* Maxim.) as the most resistant to adverse environmental effects. They are recommended for use in plant breeding and landscaping programs under the conditions of Central Russia. A seedling of cv. 'Astakhovsky' demonstrated the best agronomic indicators among the Persian walnut (*J. regia*) genotypes. It can be used by breeders to develop new cultivars with useful agronomic traits for the environmental conditions of the region of study.

Keywords: *Juglans* spp., *Juglans regia* cultivars, winter hardiness, viability, bioresource collection

Acknowledgements: the study was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (FGZS-2022-0007).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Emelyanova O.Yu., Tsoy M.F., Masalova L.I. Aspects of introduction and prospects for the use of *Juglans* L. representatives in Central Russia. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2024;185(3):18-26. DOI:10.30901/2227-8834-2024-3-18-26

Введение

Важной задачей современного общества является решение проблем сохранения здоровья и увеличения продолжительности жизни людей. Среди путей их решения – обеспечение полноценного и регулярного снабжения организма человека всеми необходимыми нутриентами (Earle et al., 2004; Popov, 2016). По совокупности полезных свойств орехи рода *Juglans* L. являются одними из самых ценных растений планеты. Одно из подтверждений этого факта – постоянное увеличение площадей, занимаемых орехами, во всех странах мира (Slavsky, Chernyshov, 2018; Hassani et al., 2020).

Род *Juglans* включает в себя более 20 видов, произрастающих в теплоумеренных районах Евразии, Северной Америки и в горах Южной Америки. Все виды рода – древовидные, листопадные, однодомные растения с раздельнополоыми цветками. Ряд представителей рода являются известными орехоплодными культурами, служат источником высокопитательных плодов и ценной древесины, обладают декоративными качествами и оказывают положительное влияние на окружающую среду, выполняя функции естественных биологических фильтров (Malysheva, Pavlova, 2011; Khusnutdinov, 2011; Lugovskoy et al., 2019).

Одним из самых распространенных среди орехоплодных культур является грецкий орех (*Juglans regia* L.). Данная культура обладает наибольшим количеством хозяйственно ценных признаков среди представителей рода и других культур отрасли ореховодства (Kornienko, 2022). Основным центром происхождения *J. regia* является Иран, где популяция грецкого ореха оценивается более чем в 10 миллионов особей, являясь отличным потенциалом для селекционных целей (Hassani et al., 2020). Также промышленное значение орех грецкий имеет в Китае, Турции, Италии, Франции, в среднеазиатских странах бывшего СССР, на Украине и в Молдове. Развита эта культура в Индии, Афганистане, Пакистане, Румынии, Чехии, Словакии, в странах Южной Африки (Botu et al., 2010; Bernard et al., 2018; Bujdoso, Csekeb, 2021; Kornienko, 2022). На сегодняшний день ведущими странами – производителями ореха грецкого являются Китай, США, Иран, Турция, Мексика и Чили. Объемы производства остальных стран, в том числе России, являются незначительными в мировом производстве (Bernard et al., 2018; Kornienko, 2022).

В России на 2020 г. количество площадей под орехом грецким составляло 13,0 тыс. га, что позволяет обеспечить лишь около 5% общего потребления населением ореха; остальные 95% импортируются (Marchenko, 2014; Biganova et al., 2015; Kornienko, 2022). Северная граница промышленного разведения *J. regia* в Российской Федерации проходит по Ростовской области. Лишь в единичных посадках в настоящее время он встречается до Санкт-Петербурга и Оренбурга (Biganova et al., 2015; Slavsky, Chernyshov, 2018). Учитывая высокую ценность орехов рода *Juglans*, увеличение их производства должно идти за счет не только внедрения высокоурожайных сортов и форм в сложившейся зоне выращивания, но и смещения границы культивирования на север, где орехоплодные культуры на данный момент не имеют промышленного распространения. В любительских садах Черноземья в последние десятилетия появляются растения, еще недавно считавшийся только южными культурами (актинидия, лимонник, кизил, персик, виноград), в том числе и орех грецкий (Marchenko, 2014). Однако

в более северных районах этот вид встречается очень редко. В то же время другие представители рода успешно растут в средней полосе и в Беларуси. Это орехи маньчжурский (*J. mandshurica* Maxim.), черный (*J. nigra* L.), серый (*J. cinerea* L.), айлантолистный (*J. ailanthifolia* Carr.), или Зибольда (*J. sieboldiana* Maxim.), мелкоплодный (*J. microcarpa* Berland.) и сердцевидный (*J. cordiformis* Maxim.) (Slavsky, Nikolaev, 2009; Suprun et al., 2016; Kozlovskaya, Yarmolich, 2018; Evtyukhova et al., 2021). В нечерноземной зоне интересна коллекция орехоплодных, заложенная А. К. Скворцовым в отделе флоры Главного ботанического сада в 1977 г. В настоящее время там успешно произрастают 5 видов (86 экземпляров возрастом от 27 до 33 лет) рода *Juglans* (Sokolova, 2018).

Для выращивания в более северных районах (относительно сложившегося ареала промышленных садов ореха грецкого) перспективными являются виды, которые обладают большей устойчивостью к неблагоприятным климатическим условиям (Slavsky, Nikolaev, 2009; Khusnutdinov, 2011; Khuzhakhmetova, Bogdanov, 2012; Kozlovskaya, Yarmolich, 2018; Evtyukhova et al., 2021). Наибольшая зимостойкость среди видов рода *Juglans* отмечается у орехов черного (*J. nigra*), Зибольда (*J. sieboldiana*), сердцевидного (*J. cordiformis*) и маньчжурского (*J. mandshurica*) (Slavsky, Nikolaev, 2009). Самым засухоустойчивым и жаростойким, будучи выходцем из районов с теплым жарким климатом, является орех грецкий (*J. regia*) (Slavsky, Nikolaev, 2009; Marchenko, 2014). Среди других видов – *J. cinerea*, *J. nigra*, *J. microcarpa* (Slavsky, Nikolaev, 2009).

Кроме эколого-биологических характеристик, для орехоплодных растений важны хозяйственно ценные признаки, в том числе качество древесины, степень отделения ядра и вкусовые качества орехов. По данным В. А. Славского и Е. А. Николаева (Slavsky, Nikolaev, 2009), лучшими качествами древесины обладают *J. nigra*, *J. regia*, *J. microcarpa* и *J. cordiformis*. Ядро легче всего отделяется у орехов грецкого (*J. regia*) и сердцевидного (*J. cordiformis*). Лучшими вкусовыми качествами обладают орехи грецкий (*J. regia*) и черный (*J. nigra*). Однако орех сердцевидный, не обладающий десертным вкусом, по мнению некоторых авторов, представляет интерес для дальнейших исследований в связи с хорошей зимостойкостью и высокой стабильной урожайностью (Slavsky, Nikolaev, 2009; Marchenko, 2014).

Основным направлением в селекции плодовых культур является создание адаптивных сортов, обладающих высокими показателями устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам с учетом экологических особенностей регионов (Biganova, Sukhorukikh, 2014; Bernard et al., 2018; Balapanov, Artyuhova, 2022). Селекция ореха грецкого ведется на зимостойкость, засухоустойчивость, скороплодность, слаборослость, устойчивость к болезням и вредителям, высокую урожайность, улучшение качества и товарности орехов (Botu et al., 2010; Biganova, Sukhorukikh, 2014; Hassani et al., 2020; Bujdoso, Csekeb, 2021). Возделывание данной культуры в умеренных и холодных климатических зонах России ограничено, прежде всего, низкой зимостойкостью. Соответственно, селекция на повышение зимостойкости является первоочередной задачей в процессе интродукции данного вида (Evtyukhova et al., 2021). Так же важно получать формы с поздним началом вегетации, чтобы исключить повреждения весенними заморозками, и скороспелыми плодами, чтобы они успевали вызревать за короткое лето (Biganova, Sukhorukikh, 2014).

Повышение зимостойкости и устойчивости к другим неблагоприятным факторам среды у ореха грецкого возможно с помощью межвидовой гибридизации с близкородственными видами, вовлечение которых в селекцию позволит обогатить сортимент регионов средней полосы России не только для озеленения, но и для продвижения ореховодства на север (Sokolova, 2018; Evtukhova et al., 2021). Соответственно, пополнение, комплексное изучение и сохранение генетических ресурсов орехоплодных растений за счет интродукции дикорастущих видов и современных устойчивых сортов из других регионов возделывания культуры является важным. В то же время необходимо пополнять генофонд растений местными формами, не имеющими статуса сорта, но обладающими хозяйственно ценными признаками, такими как сдержанный рост и высокий уровень адаптивности (зимостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к болезням, позднее цветение и раннее созревание плодов) (Sorokopudov et al., 2013; Suprun et al., 2016).

В дендрарии Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур (ВНИИСПК) первые представители рода *Juglans* были высажены в 1966 и 1968 г. (таблица), когда начинали создавать биоресурсную коллекцию. Затем долгое время ореховым не уделяли должного внимания. С 2017 г. начался сбор коллекции для дальнейшей селекционной рабо-

ты. В соответствии с этим *цель исследования* – анализ генофонда и изучение хозяйственно ценных признаков растений рода *Juglans* биоресурсной коллекции дендрария ВНИИСПК для использования в селекции и озеленении.

Материалы и методы

Исследования проводили в дендрарии ВНИИСПК, расположенном в европейской части России в 368 км к юго-западу от Москвы (53°00'N, 36°00'E), в полутора километрах от г. Орла и в непосредственной близости от оживленной автострды Орел – Болхов, от которой дендрарий отделен однорядной посадкой липы мелколистной (Masalova et al., 2021). На сегодняшний день биоресурсная коллекция насчитывает 350 видов, форм и сортов растений, высаженных по географическому принципу. Объект исследования – виды рода *Juglans*, произрастающие в дендрарии (см. таблицу). Все они являются интродуцентами. Исследования проводились с 2012 по 2022 г. для взрослых растений и с 2019 по 2022 г. для молодых (см. таблицу).

Использовали следующие методики: определение зимостойкости – визуально в полевых условиях по завершении распускания почек по 7-балльной шкале П. И. Лапина и С. В. Сидневой (Lapin, Sidneva, 1975), где 1 – выс-

Таблица. Эколого-биологические особенности объектов исследования в дендрарии Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур

Table. Environmental and biological features of the research materials in the arboretum of the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding

Вид, гибрид	Год посадки	Общее состояние, баллы	Зимостойкость, баллы	Высота, м (на ноябрь 2022 г.)	Годичные приросты, см (в среднем за три года)
Взрослые растения (2012–2022 годы исследования)					
Гибрид Вехова (<i>Juglans cinerea</i> L. × <i>J. mandshurica</i> Maxim.)	1966	1,2	1,1	26,9	16,3
Орех маньчжурский / <i>J. mandshurica</i> Maxim.	1968	1,2	1,2	27,0	17,2
Орех скальный / <i>J. rupestris</i> Engelm. ex Torr.	1968	1,6	1,4	15,7	14,0
Коэффициент вариации V, %		17,3	12,4	–	10,4
Молодые растения (2019–2022 годы исследования)					
О. айлантолистный (о. Зибольда) <i>J. ailantifolia</i> Carr. (<i>J. sieboldiana</i> Maxim.)	2019	2,3	1,0	0,4	5,6
О. грецкий 'Чемпион' / <i>J. regia</i> L. 'Champion'	2017	2,8	3,2	2,4	6,7
О. грецкий (сеянец сорта 'Астаховский') <i>J. regia</i> L.	2019	2,1	1,1	0,6	12,8
О. грецкий (сеянец) / <i>J. regia</i> L.	2019	2,1	1,2	1,4	26,3
О. сердцевидный / <i>J. cordiformis</i> Maxim.	2019	1,0	1,1	1,8	32,1
Орех серый / <i>J. cinerea</i> L.	2019	1,4	1,3	1,9	19,8
Орех черный / <i>J. nigra</i> L.	2019	1,7	1,2	2,3	24,4
Коэффициент вариации V, %		34,5	52,4	–	50,8

ший балл зимостойкости (2 – обмерзает не более 50% длины однолетних побегов; 4 – обмерзают более старые побеги; 7 – растения вымерзают целиком); оценка состояния (жизненности) растений – по 3-балльной шкале А. Г. Головача (Golovach, 1980), где 1 – лучшее состояние (растение хорошо развито, имеет здоровый вид, хорошо развитые побеги, почки и листья, нормальную их окраску, для вступивших в плодоношение – обильно или хорошо цветет и плодоносит); степень декоративности – по методике О. Ю. Емельяновой (Emelyanova, 2016). Высота растений измерялась высотометром Nikon Forest Pro (для взрослых растений). Расчеты и статистическая обработка результатов исследований выполнены с использованием программного пакета Microsoft Excel 2016. Латинские названия таксонов приведены в соответствии с WFO (<https://www.worldfloraonline.org/>).

Результаты и обсуждение

Орехоплодные культуры биоресурсной коллекции дендрария ВНИИСПК составляют 6% от общего числа таксонов. Большая часть коллекции – представители рода *Juglans*, как природные виды, так и гибриды и формы народной селекции (см. таблицу). Первые экземпляры, будучи высаженными трехлетними саженцами, имеют возраст 59 лет. Все виды и формы высаживались в соответствии с зонами их географического происхождения.

Орех айлантолистный (*J. ailantifolia* Carr.), или о. Зибольда (*J. sieboldiana* Maxim.), в диком виде встречается на юге Сахалина и Кореи, в горных лесах Японии. Занесен в Красную книгу РФ. Это один из самых зимостойких представителей семейства ореховых, представляющих хозяйственную ценность. По вкусовым качествам и отделению ядра превосходит орех грецкий, но уступает ему по размеру орехов (Slavsky, Nikolaev, 2009). В дендрарий ВНИИСПК поступил из частной коллекции и высажен осенью 2019 г. одновременно с другими шестью видами (см. таблицу), но имеет самый малый прирост – 5,6 см в год (в среднем за три года). Именно из-за своего медленного роста, а также позднего срока вступления в плодоношение этот вид мало распространен в культуре. Однако другие его качества (зимостойкость, вкус, отделение ядра) могут использоваться в селекции.

Гибрид Вехова – результат гибридизации ореха серого (*J. cinerea* L.) и ореха маньчжурского (*J. mandshurica* Maxim.). Был получен и испытан Николаем Кузьмичом Веховым на лесостепной опытно-селекционной станции (ЛОСС) в Липецкой области. Оказалось, что данный гибрид прекрасно сохраняет свои свойства при пересеве. В 1966 г. сотрудники ЛОСС передали двухлетние сеянцы этого ореха в коллекцию дендрария ВНИИСПК. На сегодняшний день это высокие деревья с ажурной кроной и крупными листьями. В условиях дендрария отмечали быстрый рост, теневыносливость, высокую зимостойкость, устойчивость к болезням и вредителям, ежегодное цветение и плодоношение (4,4 и 3,6 балла соответственно, в среднем за годы исследования). Наличие этих качеств, наряду с декоративными (крупные до 1 м в длину перистые листья и ажурная крона), позволяют рекомендовать его в качестве солитера и для создания аллей и рыхлых групп в парках и лесопарках, а также в качестве лесной породы. На 01.03.2023 в коллекции произрастают пять растений (без учета молодых растений самосева) со средней высотой 26,9 м. Состояние хорошее. По шкале А. Г. Головача (Golovach, 1980) показывает высокую жи-

зненность (см. таблицу). Дает небольшое количество самосева, что позволяет без дополнительных затрат увеличить число экземпляров коллекции.

Орех грецкий ‘Чемпион’ (*J. regia* ‘Champion’) выведен в результате свободного опыления ореха грецкого местной популяции на факультете сельскохозяйственных наук Государственного университета в Нови-Саде (Сербия). В дендрарий ВНИИСПК поступил в 2017 г. из питомника «Дивный сад» Воронежской области. Крону формирует шаровидную. При отсутствии снежного покрова в зимний период у данного образца часто подмерзают однолетние, а иногда и двухлетние побеги. Цветения на данный момент не зафиксировано. Заявленные раннеспелость и тонкая кожура орехов данного сорта (<https://www.economcorp.com/ru/сортимент/плодовые-саженцы/грецкий-орех/>) могут быть использованы в селекции при скрещивании с более зимостойкими видами ореха и формами ореха грецкого.

Орех грецкий (*J. regia*), первое поколение от сорта ‘Астаховский’, высажен в дендрарии двухлетним сеянцем в 2019 г. Собственно сорт ‘Астаховский’ характеризуется сильнорослостью (до 10 м), устойчивостью к низким температурам (подмерзание побегов при температуре –29°C составляет 1,5 балла, цветки устойчивы к весенним заморозкам), устойчивостью к болезням и вредителям, высокой урожайностью, ранней созреваемостью плодов (середина сентября), легкой отделяемостью ядра от скорлупы и отсутствием горечи. Сорт внесен в Госреестр в 2015 г. для выращивания в любительском садоводстве Центрального, Центрально-Черноземного и Средневолжского регионов. Размножается семенами, хорошо сохраняя родительские свойства (Kashina, 2016). Однако материнское растение высаженного в дендрарии сеянца произрастало не в чистосортных посадках. Опылителями могли стать расположенные рядом о. серый и гибриды орехов (о. грецкий × о. сердцевидный и [(о. грецкий × о. сердцевидный) × (о. грецкий × о. маньчжурский)]). За три года произрастания в коллекции сеянец о. грецкого ‘Астаховский’ показал высокую зимостойкость. Годичные приросты небольшие, что может быть косвенным признаком компактности, в отличие от материнского сорта.

Орех грецкий (*J. regia*) – сеянец отборной формы, найденной в Курской области. Исходное растение обладает хорошей зимостойкостью, высокой урожайностью и сдержанным ростом (высота до 4 м). Высажен в дендрарии двухлетним сеянцем высотой 60 см в 2019 г. Имеет хорошие годичные приросты. Однако степень жизненности средняя, так как растет только в высоту, боковые ветви отсутствуют, облиствение слабое.

Орех маньчжурский (*J. mandshurica*). Естественный ареал вида – смешанные и широколиственные леса Дальнего Востока России, Китай, Корейский полуостров. Высота растений достигает 25–28 м. Отличается высокой скоростью роста, ранним вступлением в плодоношение и высокой морозостойкостью (Suprun et al., 2016). В биоресурсной коллекции данный вид ореха произрастает с момента основания дендрария (см. таблицу). Демонстрирует ежегодную высокую зимостойкость и устойчивость к болезням и вредителям. Стабильно цветет, плодоносит (4,8 и 4,5 балла соответственно, в среднем за годы исследования) и дает много самосева. На месте группы из десяти деревьев, высаженных в 1968 г. на северном склоне зоны «Дальний Восток» дендрария, на данный момент произрастает небольшая рощица разновозрастных экземпляров. Молодые сеянцы

обладают хорошей силой роста и быстро догоняют более взрослые растения. Исследования данной статьи проводились на объектах, высаженных в 1968 г. (см. таблицу). Наличие большого количества жизнеспособного самосева является ограничивающим фактором для рекомендации данного вида в качестве лесной культуры.

Орех сердцевидный (*J. cordiformis*) в природе произрастает в Японии. Отличается очень высокой устойчивостью к морозам и патогенам, что позволяет выращивать его в Москве и Красноярске, а также высокими вкусовыми качествами плодов (Suprun et al., 2016). В биоресурсной коллекции ВНИИСПК высажен один экземпляр (см. таблицу), который выделяется отличной зимостойкостью и активным ростом. Средний годовой прирост – 32,1 см. Состояние хорошее. По шкале А. Г. Головача (Golovach, 1980) показывает высокую жизненность.

Орех серый (*J. cinerea*). Естественный ареал – смешанные лиственные леса восточной части Северной Америки. Обладает хорошей зимостойкостью и засухоустойчивостью, высокими вкусовыми качествами, но ядро орехов плохо отделяется от скорлупы (Slavsky, Nikolaev, 2009). В биоресурсной коллекции ВНИИСПК выращен из орехов, полученных из коллекции Ботанического сада им. Б.В. Гроздова Брянского государственного инженерно-технологического университета, и высажен на постоянное место в 2019 г. (см. таблицу) двухлетними сеянцами. За три года исследований отмечали повреждение неблагоприятными факторам зимнего периода отдельных однолетних побегов менее чем на 50% длины. В результате, несмотря на в целом здоровый вид растений, их общее развитие несколько слабее ожидаемого, прирост побегов и облиствление не достигают максимума, снижая общую оценку степени жизненности.

Орех скальный (*J. rupestris* Engelm. ex Torr.) в естественной среде (Северная Америка) может достигать 20 м в высоту, но чаще встречаются экземпляры до 10 м. Данный вид отличается высокой устойчивостью к болезням и вредителям и хорошей декоративностью за счет ажурности кроны, обусловленной более мелкими, чем у других видов орехов, листьями с большим количеством пар листочков (Masalova, 2020). В биоресурсной коллекции ВНИИСПК находится с 1968 г. Получен в виде двухлетних сеянцев из ЛОСС (Липецкая область). В условиях дендрария достиг довольно крупных для данного вида размеров (более 15 м в высоту). В отдельные зимы наблюдаются повреждения однолетних побегов менее чем на 50% длины. Тем не менее растения быстро восстанавливаются, ежегодно цветут и плодоносят (4,6 и 4,1 балла соответственно, в среднем за годы исследования), что соответствует хорошей степени жизненности (см. таблицу).

Орех черный (*J. nigra*). Ареал его происхождения – Северная Америка, где он редко образует чистые посадки, произрастая в смешанных лиственных лесах. Может достигать в высоту до 40 м. Вид характеризуется высокой зимостойкостью, засухоустойчивостью и хорошими вкусовыми качествами (Slavsky, Nikolaev, 2009). В дендрарии высажен двухлетними сеянцами в соответствующей географической зоне. Сеянцы выращены из орехов, полученных из коллекции Ботанического сада им. Б.В. Гроздова Брянского государственного инженерно-технологического университета. За три года исследований отмечался активный рост. Средний годичный прирост составляет 24,4 см. Зимостойкость в условиях средней полосы оказалась не очень высокой. В зимний период наблюдалось повреждение отдельных однолетних побегов более

чем на 50% длины, что привело к снижению общей оценки степени жизненности (см. таблицу).

Исследование совокупности объектов, высаженных в последние 8 лет, по степени жизненности показало ее неоднородность со значительной степенью рассеивания (коэффициент вариации 34,5%). Наилучшее общее состояние среди молодых растений коллекции отмечено у о. сердцевидного, среди посаженных в 1966–1968 гг. – у гибрида Вехова и о. маньчжурского (см. таблицу).

Важным показателем адаптивности для растений в условиях интродукции является зимостойкость, то есть способность растений противостоять комплексу воздействий внешней среды на протяжении зимнего и ранневесеннего периодов (Masalova et al., 2021). Растения рода *Juglans* (особенно о. грецкий) относятся к достаточно теплолюбивым породам. Соответственно, в условиях с холодными зимами деревья нередко повреждаются, что отрицательно сказывается на величине и качестве урожая, а также на общем состоянии растений (Balapanov, Artyuhova, 2022). Зимостойкость растений дендрария определяли визуально в полевых условиях по завершении распускания почек, когда повреждения наиболее заметны. В годы исследования в зимний период в Орловском регионе наблюдались разные условия: от мягких (с устойчивыми отрицательными температурами от –4°C до –15°C и постоянным снежным покровом) до довольно суровых (с резкими колебаниями температуры от –20°C до +9°C и почти без снега в январе 2021 г.). Изучение зимостойкости объектов показало значительную степень рассеивания данного признака для объектов, высаженных в 2017 и 2019 г. (коэффициент вариации 52,4%), и однородность для растений, высаженных в 1966 и 1968 г. (коэффициент вариации 12,4%). Большинство генотипов хорошо переносят условия зимнего периода региона исследования, за исключением о. грецкого ‘Чемпион’ (см. таблицу). У имеющего более южное, по сравнению с Орловской областью, происхождение (Сербия) о. грецкого ‘Чемпион’ почти ежегодно наблюдается подмерзание однолетних побегов, а отдельные зимы (в частности зимой 2021/2022 г. при перепадах абсолютных температур от –20°C до +9°C и обратно с интервалом в 5–7 дней) и некоторых двулетних (до 50% длины). В годы с ранней теплой весной и возвратными заморозками из-за раннего распускания почек могут подмерзать молодые побеги, которые быстро восстанавливаются из спящих почек. Однако полученные повреждения отрицательно сказываются на степени цветения и, соответственно, плодоношения у вступивших в плодоношение экземпляров коллекции.

Три вида, высаженные в 1966–1968 гг., достигли максимальных для данных видов размеров (см. таблицу). Гибрид Вехова и о. маньчжурский – деревья I величины, о. скальный – II величины (Kolesnikov, 1974). Несмотря на это они имеют ежегодный прирост, как в ширину, так и в высоту (14–17 см). Среди видов и форм, высаженных в 2017 и 2019 г., в стадии активного роста с хорошими годичными приростами находятся орехи сердцевидный, серый и черный. Данный факт косвенно подтверждает потенциальную возможность достижения ими в будущем своих природных размеров (деревья I и II величины). Также хорошие приросты наблюдаются у сеянца отборной формы ореха грецкого, в то время как материнское растение имеет высоту менее 4 метров. Здесь возможны две причины, требующие дальнейшего изучения. Первая – низкорослость не передается потомству и, соответственно, сеянец не будет источником данного

признака. Вторая – низкорослость передается сеянцам, но в первые годы они растут быстро, что является положительным качеством для селекции и питомниководства. Сеянцы о. грецкого сорта 'Астаховский' и о. айлантолистный имеют небольшие годовичные приросты. Согласно литературным данным (Slavsky, Nikolaev, 2009), для о. айлантолистного это типично. Материнское растение (собственно сорт) сеянца является сильнорослым. Медленный рост в первые годы жизни – отрицательный признак для обоих объектов. Большие различия у молодых объектов по величине годовичных признаков характеризуют данную совокупность в целом как неоднородную, со значительной степенью рассеивания данного признака (коэффициент вариации 50,8%).

В процессе интродукции растений, а также при подборе родительских пар в селекции важным показателем является устойчивость объектов к вредителям и болезням. Основная часть современного сортимента восприимчива к бурой пятнистости (антракнозу), вызываемому *Gnomonia leptostyla* (Fr.) Ces. & De Not. и *Marsoniana juglandis* Magn. Из вредителей наибольшие повреждения листьям ореха грецкого наносят клещи и ореховая тля (Biganova, Sukhorukikh, 2014). Виды и формы рода *Juglans*, произрастающие в дендрарии, за годы исследований показали высокую устойчивость к данным факторам. Поражения болезнями и повреждения вредителями обнаружены не были.

Говоря о растениях рода *Juglans* как о потенциально перспективных орехоплодных культурах, нельзя не отметить важность качества цветения и плодоношения в условиях исследования как залога высоких урожаев. Биологическая урожайность у данных видов связана с численностью полноценных пестичных цветков, формирующихся на единице площади плодоносной части кроны, и процентом завязывания орехов (Biganova, Sukhorukikh, 2014). Все вступившие в плодоношение виды рода *Juglans* биоресурсной коллекции дендрария ВНИИСПК, то есть виды, высаженные в 1966 и 1968 г. (см. таблицу), цветут в апреле – начале мая одновременно с распусканием листьев. Плоды созревают в сентябре – октябре. Степени цветения и плодоношения у данных видов хорошие или отличные, что зависит от погодных условий во время цветения.

Заключение

Анализ генофонда и изучение хозяйственно ценных признаков растений рода *Juglans* биоресурсной коллекции дендрария ВНИИСПК показали, что гибрид Вехова (*J. cinerea* × *J. mandshurica*), о. маньчжурский (*J. mandshurica*) и о. сердцевидный (*J. cordiformis*) являются наиболее устойчивыми к неблагоприятным воздействиям окружающей среды в коллекции и рекомендуются для озеленения и использования в селекции в условиях региона исследования. Вступившие в плодоношение экземпляры гибрида Вехова (*J. cinerea* × *J. mandshurica*) и о. маньчжурский (*J. mandshurica*) имеют достаточно высокие степени цветения и плодоношения. Все растения гибрида Вехова (*J. cinerea* × *J. mandshurica*), о. маньчжурского (*J. mandshurica*) и о. сердцевидного (*J. cordiformis*) обладают хорошей жизненностью, проявляют высокую степень устойчивости к повреждающим климатическим факторам зимнего периода, не поражаются болезнями и не повреждаются вредителями, имеют хороший ежегодный прирост. Среди генотипов о. грецкого (*J. regia*) наилучшими хозяйственно ценными признаками (высокая зимостойкость, устой-

чивость к болезням и вредителям, потенциальная компактность кроны) обладает сеянец сорта 'Астаховский', что позволяет после вступления в плодоношение рекомендовать его в качестве исходной формы в процессе гибридизации с наиболее устойчивыми к неблагоприятным воздействиям окружающей среды видами (*J. mandshurica*, *J. cordiformis*) и гибридом Вехова (*J. cinerea* × *J. mandshurica*) для получения новых сортов с хозяйственно ценными признаками в условиях центральной России.

References / Литература

- Balapanov I.M., Artyuhova L.V. Selection of sources for biotic and abiotic stressors among promising forms of walnut in the Krasnodar region. *Scientific Works of North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making*. 2022;34:58-61. [in Russian] (Балапанов И.М., Артюхова Л.В. Отбор источников к биотическим и абиотическим стрессорам среди перспективных форм ореха грецкого на территории Краснодарского края. *Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия*. 2022;34:58-61). DOI: 10.30679/2587-9847-2022-34-58-61
- Bernard A., Lheureux F., Dirlwanger E. Walnut: past and future of genetic improvement. *Tree Genetics and Genomes*. 2018;14(1):1-28. DOI: 10.1007/s11295-017-1214-0
- Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I. Main trends in walnut breeding for commercial cultivation (Osnovnye napravleniya selektsii gretskogo orekha dlya promyshlennogo razvedeniya). In: *Science and Education in the Life of Contemporary Society: a collection of scientific papers based on the proceedings of an international scientific and practical conference held on December 30, 2014. Part 3 (Nauka i obrazovaniye v zhizni sovremennogo obshchestva: sbornik nauchnykh trudov po materialam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 30 dekabrya 2014 g. Chast 3)*. Tambov: Uucom; 2014. p.15-17. [in Russian] (Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И. Основные направления селекции грецкого ореха для промышленного разведения. В кн.: *Наука и образование в жизни современного общества: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции 30 декабря 2014 г. Часть 3*. Тамбов: Юком; 2014. С.15-17). URL: <http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/2014.12.30.03.pdf> [дата обращения: 04.03.2024].
- Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I., Lugovskoy A.P. Modern selection trends of walnut in Russia. *Modern Problems of Science and Education*. 2015;(2-1):531. [in Russian] (Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И., Луговской А.П. Современные тенденции селекции ореха грецкого в России. *Современные проблемы науки и образования*. 2015;(2-1):531).
- Botu M., Tudor M., Papachatzis A. Evaluation of some walnut cultivars with different bearing habits in the ecological conditions of Oltenia – Romania. *Acta Horticulturae*. 2010;861:119-126. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.861.15
- Bujdoso G., Csekeb K. The Persian (English) walnut (*Juglans regia* L.) assortment of Hungary: Nut characteristics and origin. *Scientia Horticulturae*. 2021;283:110035. DOI: 10.1016/j.scienta.2021.110035
- Earle M., Earle R., Anderson A. Food product development. St. Petersburg: Professiya; 2004. [in Russian] (Эрл М., Эрл Р., Андерсон А. Разработка пищевых продуктов. Санкт-Петербург: Профессия; 2004).
- Economic Cooperative. Walnut (*Juglans regia*) (Gretsky orekh): [website]. [in Russian] (Economic Cooperative.

- Грецкий орех (*Juglans regia*): [сайт]. URL: <https://www.economcor.com/ru/сортимент/плодовые-саженцы/грецкий-орех/> [дата обращения: 21.02.2024].
- Emelyanova O.Yu. For method of complex assessment of woody plants decorativeness. *Contemporary Horticulture*. 2016;3(19):54-74. [in Russian] (Емельянова О.Ю. К методике комплексной оценки декоративности древесных растений. *Современное садоводство*. 2016;3(19):54-74).
- Evtyukhova A.V., Pokinchereda A.M., Nakonechnaya D.V., Tivikova D.S. Study of morphological features characteristics of hybrids of three types of walnut (*Juglans regia*), Zibold's nut (*Juglans sieboldiana*), gray nut (*Juglans cinerea*). *Izvestiya Natsionalnoy Akademii nauk Kyrgyzskoy Respubliki = News of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic*. 2021;(S2):73-84. [in Russian] (Евтюхова А.В., Покинчереда А.М., Наконечная Д.В., Тивикова Д.С. Изучение взаимосвязи морфологических признаков гибридов трех видов ореха: ореха грецкого (*Juglans regia*), ореха зибольда (*Juglans sieboldiana*), ореха серого (*Juglans cinerea*). *Известия Национальной Академии наук Кыргызской Республики*. 2021;(S2):73-84).
- Golovach A.G. Trees, shrubs, and lianas of the Botanical Garden of the Botanical Institute, USSR Academy of Sciences: results of introduction (Derevya, kustarniki i liany botanicheskogo sada BIN AN SSSR: itogi introduktsii). Leningrad: Nauka; 1980. [in Russian] (Головач А.Г. Деревья, кустарники и лианы ботанического сада БИН АН СССР: итоги интродукции. Ленинград: Наука; 1980).
- Hassani D., Sarikhani S., Dastjerdi R., Mahmoudi R., Soleimani A., Vahdati K. Situation and recent trends on cultivation and breeding of Persian walnut in Iran. *Scientia Horticulturae*. 2020;270:109369. DOI: 10.1016/j.scienta.2020.109369
- Kanshina M.V. New Persian walnut for middle part of Russia. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2016;40(4):23-29. [in Russian] (Каньшина М.В. Новый сорт грецкого ореха для средней полосы России. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2016;40(4):23-29).
- Khusnutdinov R.M. Introduction of *Juglans* L. family by the species complex under the conditions of Orenburg. *IZVESTIA Orenburg State Agrarian University*. 2011;2(30):238-241. [in Russian] (Хуснутдинов Р.М. Интродукция родовым комплексом рода *Juglans* L. в условия Оренбурга. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2011;2(30):238-241).
- Khuzhakhmetova A.Sh., Bogdanov A.V. Adaptation capabilities and ecological and economic prospects for the use of nut crops in the Lower Volga Region (Adaptatsionnye vozmozhnosti i ekologo-khozyaystvennaya perspektiva primeneniya orekhoplodnykh kultur v Nizhnem Povolzh'ye). *Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education*. 2012;2(26):74-79. [in Russian] (Хужахметова А.Ш., Богданов А.В. Адаптационные возможности и эколого-хозяйственная перспектива применения орехоплодных культур в Нижнем Поволжье. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2012;2(26):74-79).
- Kolesnikov A.I. Ornamental dendrology (Dekorativnaya dendrologiya). Moscow: Lesnaya Promyshlennost; 1974. [in Russian] (Колесников А.И. Декоративная дендрология. Москва: Лесная промышленность; 1974).
- Kornienko P.S. Comparative analysis states and the spread of walnut in the world, as well as the problems of its cultivation in Russia. *Transactions of Taurida Agricultural Science*. 2022;29(192):46-58. [in Russian] (Корниенко П.С. Сравнительный анализ состояния и распространения ореха грецкого в мире, а также проблематика его возделывания в России. *Известия сельскохозяйственной науки Тавриды*. 2022;29(192):46-58).
- Kozlovskaya Z.A., Yarmolich S.A. Nut-bearing crops in Belarus (Orekhoplodnye kultury v Belarusi). *Novye i netraditsionnye rasteniya i perspektivy ikh ispolzovaniya = New and Unconventional Plants and Prospects of Their Utilization*. 2018;(13):69-73. [in Russian] (Козловская З.А., Ярмолич С.А. Орехоплодные культуры в Беларуси. *Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования*. 2018;(13):69-73).
- Lapin P.I., Sidneva S.V. Assessment of the freezing degree in plant species (Otsenka stepeni podmerzaniya vidov rasteniy). In: *Woody Plants of the Main Botanical Garden of the USSR Academy of Sciences (Drevesnye rasteniya Glavnogo botanicheskogo sada AN SSSR)*. Moscow: Nauka; 1975. p.18-19. [in Russian] (Лалин П.И., Сиднева С.В. Оценка степени подмерзания видов растений. В кн.: *Древесные растения Главного ботанического сада АН СССР*. Москва: Наука; 1975. С.18-19).
- Lugovskoy A.P., Artykhova L.V., Balapanov I.M. Improvement of Persian walnut assortment in the North Caucasus zone. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2019;56(2):35-50. [in Russian] (Луговской А.П., Артюхова Л.В., Балапанов И.М. Совершенствование сортамента ореха грецкого в зоне Северного Кавказа. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2019;56(2):35-50). DOI: 10.30679/2219-5335-2019-2-56-35-50
- Malysheva Z.G., Pavlova E.G. The use of nut crops in solving environmental problems of industrial cities (Ispolzovaniye orekhoplodnykh v reshenii ekologicheskikh problem promyshlennykh gorodov). In: E.I. Tikhomirova (ed.). *Environmental Problems of Industrial Cities: a collection of scientific papers based on the proceedings of the 5th All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation (Ekologicheskiye problemy promyshlennykh gorodov: sbornik nauchnykh trudov po materialam 5-y Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem)*. Saratov; 2011. p.134-137. [in Russian] (Малышева З.Г., Павлова Е.Г. Использование орехоплодных в решении экологических проблем промышленных городов. В кн.: *Экологические проблемы промышленных городов: сборник научных трудов по материалам 5-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием* / под ред. Е.И. Тихомировой. Саратов; 2011. С.134-137).
- Marchenko A.A. Nuts in our garden (Orekh v nashem sadu). Voronezh: Sotsium; 2014. [in Russian] (Марченко А.А. Орехи в нашем саду. Воронеж: Социум; 2014).
- Masalova L., Emelyanova O., Tsoy M., Pavlenkova G., Firsov A. Ecological and biological features of the development of introduced species of the genus *Abies* Mill. *E3S Web of Conferences*. 2021;254:06001. DOI: 10.1051/e3sconf/202125406001
- Masalova L.I. Prospects for the use of North American fruit plants in horticulture Central Russia. *Breeding and Variety Cultivation of Fruit and Berry Crops*. 2020;7(1-2):102-105. [in Russian] (Масалова Л.И. Перспективность использования североамериканских плодовых растений в садоводстве ЦЧР России. *Селекция и сорторазведение садовых культур*. 2020;7(1-2):102-105). DOI: 10.24411/2500-0454-2020-11226
- Popov A.S. Fruit dogwood as a promising raw material for manufacture products of functional food. In: *Agrotechno-*

- logical Processes in the Framework of Import Substitution: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference; Michurinsk, October 25–27, 2016 (Agrotekhnologicheskiye protsessy v ramkakh importozameshcheniya: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii; Michurinsk, 25–27 oktyabrya 2016 g.). Michurinsk; 2016. p.271-275. [in Russian] (Попов А.С. Плоды кизила как перспективное сырье для производства продуктов функционального питания. В кн.: Агротехнологические процессы в рамках импортозамещения: материалы Международной научно-практической конференции; Мичуринск, 25–27 октября 2016 г. Мичуринск; 2016. С.271-275).*
- Slavsky V.A., Chernyshov M. The growth and vitality of nuts of the genus *Juglans* in the Voronezh region. *Forestry Engineering Journal*. 2018;8(2[30]):86-95. [in Russian] (Славский В.А., Чернышов М.П. Рост и жизнеспособность орехов рода *Juglans* в Воронежской области. *Лесотехнический журнал*. 2018;8(2[30]):86-95). DOI: 10.12737/article_5b24060d99e265.98691250
- Slavsky V.A., Nikolaev E.A. Comparative characteristics of black walnuts in the Central Chernozem areas and prospects of their cultivating. *Russian Forestry Journal*. 2009;(6):29-34. [in Russian] (Славский В.А., Николаев Е.А. Сравнительная характеристика орехов рода *Juglans* в Центральном Черноземье и перспективы введения их в культуру. *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. 2009;(6):29-34).
- Sokolova V.V. Collection of nut-bearing plants from the Flora Department of the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (Kolleksiya orekhoplodnykh otdela flory Glavnogo botanicheskogo sada RAN). *Plant Biology and Horticulture: Theory, Innovation*. 2018;147:153-155. [in Russian] (Соколова В.В. Коллекция орехоплодных отдела флоры Главного ботанического сада РАН. *Биология растений и садоводство: теория, инновации*. 2018;147:153-155).
- Sorokopudov V.N., Rengarten G.A., Podkopaylo R.V., Litvinova L.S., Shirina L.S., Sorokopudova O.A. et al. Non-traditional fruit of Russian culture: introduction, improvement, assortment. *Fundamental Research*. 2013;(11-1):115-121. [in Russian] (Сорокопудов В.Н., Ренгартен Г.А., Подкопайло Р.В., Литвинова Л.С., Ширина Л.С., Сорокопудова О.А. и др. Совершенствование сортимента нетрадиционных садовых культур России. *Фундаментальные исследования*. 2013;(11-1):115-121).
- Suprun I., Lugovskoy A., Balapanov I. Introduction of new forms and updating the walnut gene pool as the basis of improvement of crop's assortment in the south of Russia. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2016;39(3):26-41. [in Russian] (Супрун И.И., Луговской А.П., Балапанов И.М. Интродукция новых форм и пополнение генофонда ореха грецкого как основа улучшения сортимента культуры на юге России. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2016;39(3):26-41).
- WFO: The World Flora Online: [website]. Available from: <https://www.worldfloraonline.org/> [accessed Mar. 19, 2024].

Информация об авторах

Ольга Юрьевна Емельянова, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 302530 Россия, Орловская область, Орловский район, д. Жилина, dendrariy@orel.vniispk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8710-2135>

Михаил Флоридович Цой, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 302530 Россия, Орловская область, Орловский район, д. Жилина, nauka@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4692-632X>

Любовь Игоревна Масалова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 302530 Россия, Орловская область, Орловский район, д. Жилина, masalova@orel.vniispk.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6987-3705>

Information about the authors

Olga Yu. Emelyanova, Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina Village, Orlovsky District, Orel Province 302530, Russia, dendrariy@orel.vniispk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8710-2135>

Mikhail F. Tsoy, Cand. Sci. (Agriculture), Deputy Director, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina Village, Orlovsky District, Orel Province 302530, Russia, nauka@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4692-632X>

Lyubov I. Masalova, Cand. Sci. (Agriculture), Head of a Laboratory, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina Village, Orlovsky District, Orel Province 302530, Russia, masalova@orel.vniispk.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6987-3705>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 21.03.2024; одобрена после рецензирования 04.07.2024; принята к публикации 04.09.2024. The article was submitted on 21.03.2024; approved after reviewing on 04.07.2024; accepted for publication on 04.09.2024.