




Растениеводство Crop production

DOI 10.22363/2312-797X-2022-17-2-131-145
УДК 631.527:631.535: 582.711

Научная статья / Research article

Сортоспецифичность корнеобразования у зеленых черенков облепихи алтайской селекции в производственном опыте

Ю.А. Зубарев , А.В. Гунин  , А.В. Воробьева 

Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий,
г. Барнаул, Российская Федерация
 alexeygunin@yandex.ru

Аннотация. Технологии зеленого черенкования облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.) в настоящее время хорошо проработаны и при соблюдении оптимальных параметров высокоэффективны. Различия в корнеобразовании в большинстве случаев сводятся к сортовой специфичности. В условиях полукрытых культивационных сооружений определенное влияние на процессы развития черенков могут оказывать погодные условия. В связи с этим целью исследований является изучение сортоспецифичности корнеобразования у зеленых черенков облепихи в многолетнем производственном эксперименте в условиях полукрытых культивационных сооружений. Исследования проведены в 2018—2021 гг. в лесостепной зоне Алтайского Приобья. Объекты исследований — 17 сортов облепихи селекции Федерального Алтайского научного центра агробιοтехнологий. Установлена достоверная сортовая специфика способности черенков к образованию корней. Показано, что условия года влияют на данный показатель незначительно, что говорит о существенном гомеостазе сортов облепихи в этом аспекте. Наибольший уровень ризогенеза выявлен у сортов Алтайская, Огниво, Гном, Этна, Елизавета, Афина, процент окоренения которых в среднем за годы исследования составил 91,2...95,5 %. В группу плохо окореняющихся вошли сорта Ажурная, Аурелия, Злата, Сударушка и Августина с процентом окоренения 70,5...79,7 %. Остальные сорта занимают промежуточные позиции. Показана высокая корреляционная зависимость (0,59±0,21) качества формируемой черенками корневой системы от способности их к ризогенезу. Сорта с более высоким процентом окоренения обеспечили более высокий выход саженцев первого сорта. Лучшими из них оказались сорта Алтайская, Гном и Огниво, сформировавшие соответственно 79,1, 82,1 и 83,8 %

© Зубарев Ю.А., Гунин А.В., Воробьева А.В., 2022



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0
International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/1>

саженцев первого сорта. Плохо окореняемые сорта (Августина, Сударушка и Злата) обеспечили получение от 55,4 до 64,4 % посадочного материала первого сорта. Коэффициент вариации показателя выхода стандартных однолетних саженцев облепихи оказался низким и не превышал 9,7 % у сорта Августина. Вариация в качественном разрезе выявлена на более высоком уровне (до 27,3 %) у сорта Сударушка, по большинству сортов она оказалась незначительной или средней — от 2,7 до 18,7 %. По результатам кластерного анализа изучаемые сорта облепихи распределены на три обособленных блока: слабо, средне и хорошо окореняющиеся генотипы.

Ключевые слова: облепиха, *Hippophae rhamnoides* L., зеленые черенки, корнеобразование, сортовые особенности, качество саженцев

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Благодарности. Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации согласно тематическому плану Федерального Алтайского научного центра агробιοтехнологий (тема № 121112900046-9).


Вклад авторов. Зубарев Ю.А. — планирование и анализ полученных данных, написание текста; Гунин А.В. — сбор и обработка материалов; Воробьева А.В. — сбор материалов.

История статьи: поступила в редакцию 29 марта 2022 г., принята к публикации 25 апреля 2022 г.

Для цитирования: Зубарев Ю.А., Гунин А.В., Воробьева А.В. Сортоспецифичность корнеобразования у зеленых черенков облепихи алтайской селекции в производственном опыте // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2022. Т. 17. № 2. С. 131—145. doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-2-131-145

Rooting green cuttings of Altai seabuckthorn cultivars in industrial-scale experiment

Yuri A. Zubarev , Alexey V. Gunin  , Anastasia V. Vorobjeva 

Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies, Barnaul, Russian Federation
 alexeygunin@yandex.ru

Abstract. Green cutting propagation technologies of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) are well developed and highly effective under optimal parameters of implementation. Differences in root development in most cases are connected with varietal specificity. In conditions of uncovered greenhouses, weather particularities can influence significantly on development of cuttings. Hence, the aim of investigation was to study the cultivar difference in root development of seabuckthorn green cuttings in a long-term industrial-scale experiment in conditions of uncovered greenhouse facilities. The experiments were carried out in forest-steppe area of Altai krai in 2018—2021. Seventeen seabuckthorn cultivars developed by Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies were taken as research objects. Significant varietal specificity of rooting ability of green cuttings has been established. The experiments showed that season particularities just slightly affect this parameter, indicating significant homeostasis of seabuckthorn cultivars in this regard. Altaiskaya, Ognivo, Gnom, Ethna, Elizaveta and Athena varieties showed the highest level of rhizogenesis with average rooting percentage from 91.2 to 95.5 %. Group of low rooted cultivars included Azhurnaya, Aurelia, Zlata, Sudarushka and Avgustina with rooting percentage from 70.5 to 79.7 %. Other cultivars showed intermediate figures. High correlation

level (0.59 ± 0.21) was shown between total root quality and rhizogenesis ability. Cultivars which demonstrated high rooting percentage also formed high level of first grade seedlings. In this regard, the best cultivars were Altaiskaya, Gnom and Ognivo, which formed 79.1, 82.1 and 83.8 % of first-grade seedlings, respectively. Low rooting ability was observed in cultivars Avgustina, Sudarushka and Zlata, which provided only 55.4...64.4 % of first-grade planting material. The variation coefficient of seabuckthorn standard seedlings was low and did not exceed 9.7 % for Avgustina cultivar. The variation of seedlings quality was at a higher level—up to 27.3 % for cv. Sudarushka, however, for the rest of the cultivars it was low or medium and ranged from 2.7 to 18.7 %. According to the results of cluster analysis, the seabuckthorn cultivars were divided into three separate groups—slow-, medium- and fast-to-root genotypes.

Keywords: seabuckthorn, *Hippophae rhamnoides* L., green cuttings, root development, varieties specific, plant material quality

Conflicts of interest. The authors declared no conflicts of interest.

Acknowledgments. The research was carried out within the framework of the state assignment of Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation in accordance to the Plan of Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies (No. 121112900046-9).

Authors contribution. YAZ—designed the experiments; AVG, AVV—collected the data; YAZ, AVG analyzed the data; YAZ wrote the paper.

Article history: Received: 29 March 2022. Accepted: 25 April 2022

For citation: Zubarev YA, Gunin AV, Vorobjeva AV. Rooting green cuttings of Altai seabuckthorn cultivars in industrial-scale experiment. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2022;17(2):131–145. doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-2-131-145

Введение

Технологические подходы к размножению облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.) начали разрабатываться параллельно с этапом активных работ по селекции культуры, датируемых серединой прошлого столетия. За это время предложены различные способы как вегетативного, так и семенного размножения, отличающиеся своими принципиальными особенностями. Базовые принципы этих технологий постоянно совершенствуются применительно к постановочным задачам, ресурсному и технологическому обеспечению. Так, семенное размножение, как чрезвычайно эффективный и малозатратный метод, широко используется для создания экологических противоэрозионных лесных массивов, а также в программах по рекультивации земель, когда получение продукции в виде плодов является второстепенной задачей. В создании высокопродуктивных промышленных плантаций сырьевого назначения этот метод размножения совершенно не пригоден в связи с существенным расщеплением в потомстве. Поэтому на первое место выходят технологии вегетативного размножения и на них сделан основной акцент в исследовательской работе во многих странах мира.

Исследовательская мысль, направленная на совершенствование уже предложенных технологий, в настоящее время сосредоточена, в основном, на поиске и изучении новых субстратов, стимуляторов корнеобразования, сроков заготовки черенков и путей снижения затрат при производстве посадочного материала.

Большой объем работ в этом направлении проводится российскими учеными. Так, красноярские исследователи подробно изучали влияние субстратов на процессы ризогенеза зеленых черенков алтайских сортов облепихи, показав, что наилучшие результаты получены на смеси торф-песок-лигнин-почва [1, 2]. Наличие значительного количества природных цеолитов в регионе предопределило испытание возможности их использования в качестве субстрата для окоренения, показав значительный эффект от его применения в комплексе с минеральными удобрениями [3]. В других исследованиях показана эффективность субстрата торф-песок-сапрпель [4], торфа [5], отработанного шампиньонного субстрата, верхового торфа и опилок [6]. В то же время, по нашим исследованиям, обычный речной песок, без добавок, обеспечивает при оптимальных условиях культивирования ризогенез на уровне 95...99 % [7].

Вопросы поиска лучших стимуляторов корнеобразования и роста также широко освещены в научной литературе [8—13]. Помимо уже упомянутых ранее исследований комплекса препаратов, теоретически способствующих улучшению ризогенеза, встречается масса материалов по оценке влияния различных субстанций на качество получаемых саженцев. В частности, алтайскими учеными изучен ряд препаратов, в т. ч. и собственных инновационных разработок, таких как Vita-Start [14], янтарной кислоты [15] и субстанций на основе карбоксиметилированных композиций [16]. Однако следует отметить, что индолил-3-масляная кислота в стандартной рекомендованной концентрации 5 мг/л, как правило, является лучшим стимулятором, обеспечивающим при соблюдении всех технологических приемов окоренение на уровне 95...99 %.

Важный аспект научных акцентов в питомниководстве облепихи связан со снижением затрат при получении продукции и повышением эффективности и доступности технологий. В отношении размножения зелеными черенками вопрос сводится к переходу от дорогостоящих культивационных сооружений, необходимых по классическим рекомендациям, к более простым конструкциям, в частности не требующим полного укрытия пленкой. В наших ранних исследованиях [17] мы показали эффективность полуоткрытых культивационных сооружений, обеспечивающих помимо высокого уровня ризогенеза, также и получение качественного посадочного материала. Еще более кардинальный подход в этом направлении был предпринят казахскими учеными, показавшими возможность выращивания саженцев из зеленых черенков облепихи без укрытия [18].

Нельзя не отметить работы, связанные с питомниководством облепихи, проводимые специалистами, представляющими страны дальнего зарубежья, в частности Индии [19—21]. Примечательно, что в ряде случаев объектами исследований являются алтайские сорта облепихи. Так, канадскими учеными глубоко изучено влияние сроков заготовки зеленых черенков на процессы ризогенеза в широком диапазоне дат. Показано, что наиболее активное развитие корней наблюдается на черенках, заготовленных в июле [22]. Результаты, полученные исследователями из Киргизии [23] и Таджикистана [24], выявили, что наибольшей способностью к окоренению обладают черенки в период усиленного роста (3 декада июня — начало

июля). Алтайскими учеными также получены схожие данные, свидетельствующие об оптимальных сроках заготовки зеленых черенков в зависимости от погодных условий в период с третьей декады июня до середины июля [25], бурятскими — с первой по вторую декады июля [26].

Из анализа большинства источников, а также на основе собственного многолетнего опыта, делаем вывод о том, что в основном вариативность результатов в экспериментах при соблюдении оптимальных технологических параметров сводится к сортовой специфичности, которую достоверно преодолеть не удалось. Фрагментарное обсуждение этого феномена было нами предпринято в предшествующем исследовании [27], где охвачен короткий промежуток времени. Кроме того, известно, что в условиях открытых культивационных сооружений, являющихся основой технологии выращивания саженцев способом зеленого черенкования в НИИ садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко (в настоящее время — отдел «НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко» Федерального Алтайского научного центра агробιοтехнологий (НИИСС ФГБНУ ФАНЦА)), погодные условия могут оказывать очень серьезное влияние на процессы развития черенков. В связи с этим **целью исследования** является изучение сортоспецифичности корнеобразования у зеленых черенков облепихи в многолетнем производственном эксперименте в условиях полукрытых культивационных сооружений.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены в 2018—2021 гг. в НИИСС ФГБНУ ФАНЦА в лесостепной зоне Алтайского Приобья. Объекты исследований — 17 сортов облепихи селекции НИИСС ФГБНУ ФАНЦА, размножаемые питомниками института: Огниво, Алтайская, Иня, Этна, Афина, Клавдия, Чуйская, Жемчужница, Елизавета, Августина, Эссель, Сударушка, Ажурная, Злата, Аурелия, Алей (мужской), Гном (мужской).

Погодные условия в 2018, 2019 и 2021 гг. были относительно стандартными без существенных отклонений от нормы, что позволило провести заготовку черенков в обычные сроки — с 09 по 21 июля в 2018 г., с 09 по 24 июля в 2019 г., с 06 по 15 июля в 2021 г. Аномально ранняя весна в 2020 г. обеспечила ускоренное развитие черенков, что значительно сдвинуло сроки их заготовки — на период с 24 июня по 02 июля.

Количество заготовленных черенков по каждому сорту варьировало в разные годы в широких пределах — от 600 (Ажурная) до 20000 шт. (Клавдия), в зависимости от наличия маточных растений. Общее количество черенков, посаженных для производственного опыта, составляло от 87850 шт. в 2020 г. до 176915 шт. — в 2018 г. В качестве культивационных сооружений использовали конструкции, укрытые с боков полиэтиленовой пленкой на высоту до 3 м. Общая площадь одной конструкции — 720 м² с размерами по периметру 9×80 м. Орошение — автоматизированное, мелкокапельное с интервалами полива в 5...6 с через каждые 5 мин в первые 30 дней после посадки. В дальнейшем интервалы между поливами уве-

личивали до 10...15 мин, а продолжительность полива — до 10...15 с. Субстрат для окоренения — промытый крупнозернистый речной песок, уложенный в виде гряд шириной 1,2 м слоем 8...10 см. Основание гряд представлено смесью песка и почвы слоем 15...20 см, расположенной на дренажной поверхности из керамзита. Черенки заготавливали длиной 35...40 см, после их предварительной подготовки выдерживали 15 ч в растворе индолил-3-масляной кислоты с концентрацией 50 мг/100 мл, затем высаживали в культивационные сооружения по схеме 5×7 см на глубину до 7...8 см.

Учет приживаемости и качественных характеристик посадочного материала проводили после выкопки в период с 10 по 20 октября, распределение саженцев на первый, второй сорт и нестандарт — на основании требований ГОСТ Р 53135—2008¹.

Статистическая обработка результатов осуществлялась по общепринятым методикам, описанным Б.А. Доспеховым².

Результаты исследований и обсуждение

При нормальном фоне температурных условий, складывающихся в период окоренения и развития однолетних саженцев, к моменту выкопки, который приходится на вторую декаду октября, все сорта, как правило, формируют вызревшую корневую систему. В период проведения исследований не отмечено аномально холодных лет. Более того, в 2020 г. ранняя и теплая весна обусловила удлинение вегетационного периода на 15...20 дней, что обеспечило еще большую надежность в вызревании корней. Таким образом, это не создает предпосылок для изучения сортоспецифичности данного показателя. Другое дело, что далеко не все сорта формируют одинаковую по качеству корневую систему и сама степень окореняемости черенков значительно разнится в сортовом разрезе.

За четыре года производственных испытаний шесть сортов продемонстрировали средний процент окореняемости выше 90 %, что следует считать очень высоким значением. Максимальный уровень окореняемости отмечен на сорте Алтайская. При среднем показателе 95,5 %, в один из сезонов (2020 г.) окореняемость составила 97,9 % (табл. 1).

Таблица 1

Выход стандартных однолетних саженцев облепихи, %, 2018–2021 гг.

Сорт	2018	2019	2020	2021	Средний	V, %
Чуйская (к)	85,8	—	92,0	89,9	89,2	4,1
Алтайская	90,7	97,7	97,9	95,5	95,5	5,6
Огниво	95,0	95,8	94,2	95,7	95,2	1,2
Афина	89,1	95,0	96,5	94,7	93,8	5,1

¹ ГОСТ Р 53135—2008. Посадочный материал плодовых, ягодных, субтропических, орехоплодных, цитрусовых культур и чая. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2009. 45 с.

² Доспехов В.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Окончание табл. 1

Сорт	2018	2019	2020	2021	Средний	V, %
Елизавета	83,9	97,4	95,2	96,0	93,1	8,5
Гном	93,1	86,7	91,8	93,3	91,2	4,1
Этна	89,7	94,4	86,2	94,1	91,2	5,3
Иня	90,3	92,6	76,5	92,2	87,9	8,9
Клавдия	88,9	90,1	84,5	84,5	87,0	3,7
Жемчужница	85,5	86,1	86,8	84,5	85,7	1,2
Алей	80,6	81,5	87,9	89,5	84,8	5,4
Эссель	75,2	85,3	81,8	89,6	83,0	7,1
Сударушка	73,8	83,3	72,3	89,7	79,7	9,6
Злата	–	85,1	66,9	72,6	74,9	8,7
Ажурная	68,4	70,3	67,4	80,7	71,7	6,9
Августина	76,5	67,4	60,4	79,9	71,1	9,7
Аурелия	–	78,3	67,2	65,8	70,5	6,3
Итого	84,4	86,7	82,7	87,5	85,7	–
HCP₀₅	A* – 5,5, B – F_t < F_t					

*Примечание: фактор А – сорт, фактор В – год.

Table 1

Amount of standard one-year plants of seabuckthorn, %, 2018–2021

Cultivar	2018	2019	2020	2021	Mean	V, %
Chuiszkaya (st)	85.8	–	92.0	89.9	89.2	4.1
Altaiskaya	90.7	97.7	97.9	95.5	95.5	5.6
Ognivo	95.0	95.8	94.2	95.7	95.2	1.2
Afina	89.1	95.0	96.5	94.7	93.8	5.1
Elizaveta	83.9	97.4	95.2	96.0	93.1	8.5
Gnom	93.1	86.7	91.8	93.3	91.2	4.1
Ethna	89.7	94.4	86.2	94.1	91.2	5.3
Inja	90.3	92.6	76.5	92.2	87.9	8.9
Klavdia	88.9	90.1	84.5	84.5	87.0	3.7
Zhemchuzhnitsa	85.5	86.1	86.8	84.5	85.7	1.2
Aley	80.6	81.5	87.9	89.5	84.8	5.4
Essel	75.2	85.3	81.8	89.6	83.0	7.1
Sudarushka	73.8	83.3	72.3	89.7	79.7	9.6
Zlata	–	85.1	66.9	72.6	74.9	8.7
Azhurnaya	68.4	70.3	67.4	80.7	71.7	6.9
Avgustina	76.5	67.4	60.4	79.9	71.1	9.7
Aurelia	–	78.3	67.2	65.8	70.5	6.3
Total	84.4	86.7	82.7	87.5	85.7	–
LSD₀₅	A* – 5.5, B – F_t < F_t					

*Note: factor A – cultivar, factor B – year.

Также очень высокой окореняемостью характеризуется сорт Огниво, показавший сопоставимые с сортом Алтайская значения на уровне 95,2 %. При этом коэффициент вариации у сорта Огниво — один из самых низких (1,2 %), что говорит о стабильно высокой способности сорта к окоренению. Также в группу хорошо окореняющихся вошли сорта Афина, Елизавета, Гном и Этна. Сорт Елизавета в этом ряду показывает наиболее неустойчивые показатели, варьируя в широком диапазоне значений от 83,9 до 97,4 %. Это говорит о низкой толерантности сорта к условиям культивирования и предполагает более тщательный подход к обеспечению оптимальных технологических критериев.

Окореняемость менее 80 % отмечена на пяти сортах — Сударушка, Злата, Ажурная, Августина и Аурелия. Самый низкий процент показал сорт Августина в 2020 г. (60,4 %), именно в тот же год, когда сорт Алтайская продемонстрировал самый высокий уровень окореняемости. Объективно говоря, в среднем по сортам, 2020 г. оказался наименее результативным, когда был установлен самый низкий процент окореняемости — 82,7 %. Однако данная тенденция просматривается далеко не по всем объектам, что, по сути, для производственного эксперимента вполне объяснимо. Факторов, влияющих на ризогенез и дальнейшее развитие черенков очень много, и их вариативность в годы исследований, весьма разнообразна. В частности, очень важным этапом являются первые дни после посадки черенков на окоренение, когда жаркая и ветреная погода может оказать существенное негативное влияние на начальную адаптацию растений и не позволить сформировать нормальную корневую систему. Исходя из того что производственный эксперимент с таким объемом материала невозможно заложить в один день, влияние этого фактора никак нельзя нивелировать. Таких особенностей в подобного рода экспериментах встречается достаточно много, поэтому важнейшим показателем, на наш взгляд, является именно низкая вариативность, характеризующая устойчивость сорта к нестабильным факторам окружающей среды.

Среди изученных сортов минимальным уровнем отклонения от средней характеризовались два сорта — Огниво и Жемчужница ($V = 1,2\%$), максимальным — Августина и Сударушка — 9,7 и 9,6 % соответственно. Важно отметить, что в принципе, коэффициент вариации по всем изучаемым сортам невысокий и не превышает 10 %, что говорит об определенном гомеостазе генома, с точки зрения реакции его на технологические и климатические особенности. Другими словами, маловероятно, что каким-то образом можно добиться очевидного повышения уровня ризогенеза у сортов, генетика которых изначально не позволяет формировать хорошую корневую систему. Многочисленные наши исследования, направленные на оптимизацию ризогенеза зеленых черенков облепихи, наглядно подтверждают эту гипотезу.

Как уже отмечалось ранее, помимо сортовых различий в общей окореняемости, существует заметное различие и в качестве формируемой корневой системы. Интересным и в то же время закономерным фактом оказалась относительно высокая корреляционная зависимость между общей окореняемостью и процентом выхода первого сорта ($0,59 \pm 0,21$). Другими словами, чем лучше происходит общее окоренение, тем лучше в итоге формируется качество посадочного материала.

В среднем за годы исследований высокое качество саженцев отмечено на сортах Огниво, Гном и Алтайская: доля первого сорта — 83,8, 82,1 и 79,1 % соответственно (табл. 2). Сорт Августина оказался самым слабым, обеспечив в среднем выход первого сорта на уровне 55,4 %.

Таблица 2

**Выход однолетних саженцев облепихи первого сорта,
% от окоренившихся, 2018–2021 гг.**

Сорт	2018	2019	2020	2021	Средний	V, %
Чуйская (к)	71,7	–	52,5	54,2	59,2	9,2
Алтайская	70,6	86,0	72,1	87,2	79,1	10,9
Огниво	85,8	85,8	83,2	80,6	83,8	2,7
Афина	71,3	81,0	79,0	71,2	75,7	7,3
Елизавета	56,5	89,2	77,2	77,9	75,8	18,1
Гном	88,0	79,4	83,7	77,5	82,1	6,4
Этна	61,6	86,2	70,8	73,6	73,2	12,9
Иня	68,4	65,9	54,9	67,1	64,5	11,6
Клавдия	63,4	67,8	68,8	75,0	68,6	3,6
Жемчужница	76,8	73,6	67,1	72,4	72,5	3,7
Алей	77,3	73,1	76,8	83,5	77,7	7,5
Эссель	56,9	70,3	63,1	69,1	65,2	10,6
Сударушка	33,2	65,2	49,4	76,4	57,4	27,3
Злата	–	71,4	49,0	70,1	64,4	18,7
Ажурная	57,3	61,5	66,2	79,1	66,5	14,5
Августина	54,9	67,4	41,6	56,3	55,4	15,1
Аурелия	–	77,0	53,3	76,1	69,2	16,0
Среднее	67,9	75,7	66,6	73,5	70,6	17,5
Пределы варьирования	33,2...88,0	61,5...89,2	41,6...83,7	54,2...87,2	55,4...83,8	–
НСР ₀₅	$A^* - 7,2, B - F_t < F_t$					

*Примечание: фактор А – сорт, фактор В – год

Table 2

Amount of seabuckthorn first grade plant material, % from rooted, 2018–2021

Cultivar	2018	2019	2020	2021	Mean	V, %
Chuiskaya (st)	71.7	–	52.5	54.2	59.2	9.2
Altaiskaya	70.6	86.0	72.1	87.2	79.1	10.9
Ognivo	85.8	85.8	83.2	80.6	83.8	2.7

Ending of Table 2

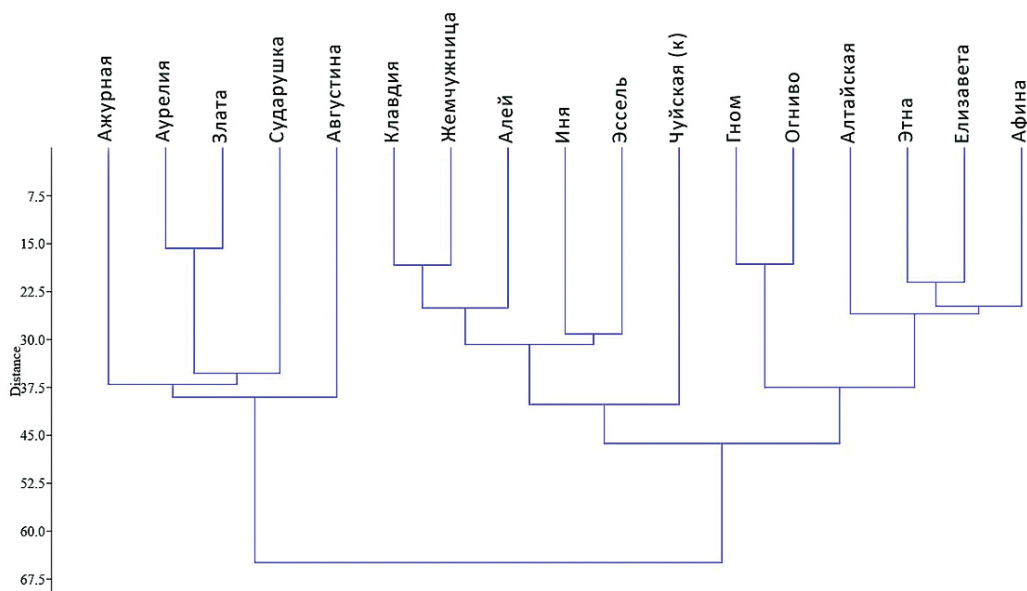
Cultivar	2018	2019	2020	2021	Mean	V, %
Afina	71.3	81.0	79.0	71.2	75.7	7.3
Elizaveta	56.5	89.2	77.2	77.9	75.8	18.1
Gnom	88.0	79.4	83.7	77.5	82.1	6.4
Ethna	61.6	86.2	70.8	73.6	73.2	12.9
Inja	68.4	65.9	54.9	67.1	64.5	11.6
Klavdia	63.4	67.8	68.8	75.0	68.6	3.6
Zhemchuzhnitsa	76.8	73.6	67.1	72.4	72.5	3.7
Aley	77.3	73.1	76.8	83.5	77.7	7.5
Essel	56.9	70.3	63.1	69.1	65.2	10.6
Sudaruszka	33.2	65.2	49.4	76.4	57.4	27.3
Zlata	–	71.4	49.0	70.1	64.4	18.7
Azhurnaya	57.3	61.5	66.2	79.1	66.5	14.5
Avgustina	54.9	67.4	41.6	56.3	55.4	15.1
Aurelia	–	77.0	53.3	76.1	69.2	16.0
Mean	67.9	75.7	66.6	73.5	70.6	17.5
Range	33.2...88.0	61.5...89.2	41.6... 83.7	54.2...87.2	55.4...83.8	–
LSD ₀₅	A* – 7.2, B – $F_t < F_t$					

*Note: factor A – cultivar, factor B – year

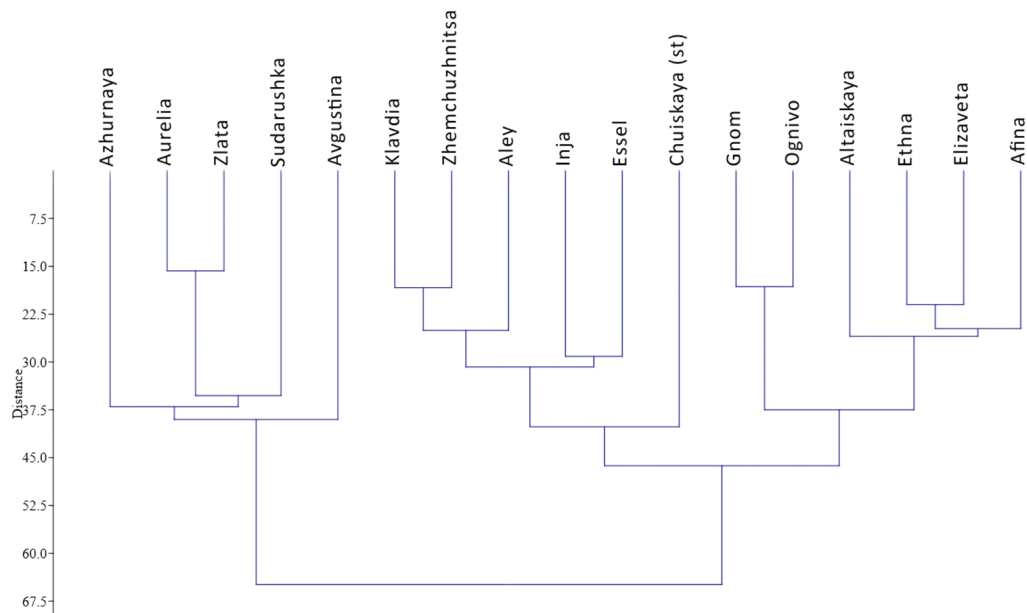
Вариативность данного признака по годам у большинства сортов не высокая — от 2,7 % у сорта Огниво до 27,3 % у сорта Сударушка. Достоверного влияния фактора года на выход саженцев первого сорта не установлено ($F_t < F_t$). В среднем по годам этот показатель изменялся от 66,6 % в 2020 г. до 75,7 % в 2019 г. Это очередной раз говорит об имеющейся сортовой специфичности в вопросе окоренения зеленых черенков. Исходя из этой предпосылки, мы провели кластерный анализ и построили дендрограмму распределения сортов по способности зеленых черенков к окоренению (рис.).

На дендрограмме отчетливо выделяются две большие группы. В первую группу входят сорта Ажурная, Аурелия, Злата, Сударушка, Августина, характеризующиеся слабой способностью к окоренению. Вторая группа делится, в свою очередь, на две подгруппы — средне- и хорошо окореняющиеся сорта. К последним относятся Гном, Огниво, Алтайская, Этна, Елизавета, Афина.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что степень корнеобразования у зеленых черенков облепихи в полукрытых культивационных сооружениях в значительной степени определяется генетическими особенностями сортов и не сильно зависит от климатических условий года.



Дендрограмма кластерного анализа распределения сортов по способности зеленых черенков к окоренению



Cluster analysis dendrogram of cultivar distribution depending on rooting ability of green cuttings

Выводы

1. В результате многолетнего производственного эксперимента в полуоткрытых культивационных сооружениях установлена достоверная сортовая специфичность облепихи по способности к ризогенезу зеленых черенков. Максимальный уровень корнеобразования отмечен на сортах Алтайская и Огниво, минимальный — на сортах Августина, Ажурная и Аурелия.

2. Качественные характеристики корневой системы положительно коррелируют со способностью к ризогенезу. Сорта, показавшие лучшие результаты по проценту окоренения, формировали также и более качественную корневую систему.

3. Не установлено достоверного влияния фактора года на процессы ризогенеза зеленых черенков облепихи, что говорит о значительной гомеостатичности генома облепихи в этом отношении.

4. На основе кластерного анализа результатов исследований предложена дендрограмма распределения сортов по способности зеленых черенков облепихи к окоренению. В группу хорошо окореняющихся вошли сорта Гном, Огниво, Алтайская, Этна, Елизавета, Афина; в группу плохо окореняющихся — сорта Ажурная, Аурелия, Злата, Сударушка, Августина.

Библиографический список

1. Мистратова Н.А. Роль субстратов и регуляторов роста в формировании качества посадочного материала облепихи // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2014. № 28(04). С. 66—73.
2. Мистратова Н.А. Выход товарных саженцев облепихи в зависимости от применяемых субстратов и стимуляторов корнеобразования // Вестник КрасГАУ. 2008. № 4. С. 312—315.
3. Vopn V.L. The peculiarities of sea-buckthorn propagation with green cuttings // Mongolian Journal of Agricultural Sciences. 2018. Vol. 24. № 2. P. 33—35. doi: 10.5564/mjas.v24i02.1115
4. Vopn V.L., Fomina N.V. Optimization of the conditions of rhizogenesis and assessment of the enzymatic activity of the substrates used for rooting of cuttings of berry shrubs in Siberia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 548. P. 052009. doi: 10.1088/1755-1315/548/5/052009
5. Бедарева Н.П. Интенсивный метод размножения облепихи и жимолости в условиях Восточного Казахстана // Наука и мир. 2017. Т. 1. № 9-49. С. 34—36.
6. Скалий Л.П. Эффективность применения отработанного шампиньонного субстрата и опилок в искусственных смесях при укоренении зеленых черенков садовых культур // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2005. № 3. С. 48—58.
7. Zubarev Y.A., Shmatova T.M. Improvement of Seabuckthorn Propagation Technology at Altai // Seabuckthorn. Research for a promising crop: A look at recent developments in cultivation, breeding, technology, health and environment / ed. by Yu. Zubarev, D. Eagle, J.-T. Morsel. Berlin: Books on Demand, 2014. P. 9—23.
8. Ловцова Н.М., Намзалов Б.Б. Влияние фитогормонов на укоренение разнополюх зеленых черенков облепихи // Естественные и технические науки. 2020. № 5(143). С. 39—40. doi: 10.25633/ETN.2020.05.06
9. Васильева Н.А., Будажапов Л.В. Ризогенез зеленых черенков облепихи бурятских сортов в условиях искусственного тумана // Научное обеспечение развития АПК и сельских территорий Байкальского региона: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвященной Дню Российской науки, г. Улан-Удэ, 5—9 февраля 2018 г. Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, 2018. С. 28—31.
10. Султанова З.К., Харламова Т.А., Сотникова В.В. Использование регуляторов роста при размножении плодовых и ягодных культур // Плодоводство и ягодоводство России. 2004. Т. 11. С. 225—229.
11. Цэрэнтогтох Н., Шинэ-Од Ю. Влияние стимуляторов на корнеобразование зеленых черенков облепихи // Инновационные аспекты агрономии в повышении продуктивности растений и качества продукции в Сибири: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., приуроченной 100-летию заслуженного деятеля науки Бурятской АССР, профессора Николая Васильевича Барнакова, г. Улан-Удэ, 04 декабря 2015 г. Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, 2015. С. 122—123.

12. Аладина О.Н. Оптимизация технологии зеленого черенкования садовых растений // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2013. № 4. С. 5—22.
13. Куприна М.Н., Колесникова В.Л. Использование стимуляторов роста на основе торфа в ягодном питомнике // Вестник КрасГАУ. 2014. № 7(94). С. 85—91.
14. Шаманская Л.Д., Зубарева Е.Н. Результаты испытания нового препарата Vita-старт при выращивании саженцев облепихи // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 3. С. 19—21.
15. Гущина Е.Н., Шаманская Л.Д. Использование янтарной кислоты в качестве стимулятора роста при выращивании саженцев облепихи // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 7. С. 12—14.
16. Пугач В.А., Зубарев Ю.А., Пугач Д.А., Мальцев М.И. Эффект использования натриевых солей карбоксиметилированных эфиров в зеленом черенковании облепихи // Инновационные направления развития сибирского садоводства: наследие академиков М.А. Лисавенко, И.П. Калининой: сборник статей / ФГБНУ Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий. Барнаул: Концепт, 2018. С. 216—221.
17. Зубарев Ю.А., Шматова Т.М. Особенности роста зеленых черенков облепихи при различных условиях культивирования // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 7. С. 42—44.
18. Бессчетнов В.П., Кентбаев Е.Ж. Опыт зеленого черенкования облепихи крушиновидной в условиях юго-востока Казахстана // Лесной журнал. 2018. № 4. С. 56—62. doi: 10.17238/issn0536-1036.2018.4.56
19. Dolkar P., Angmo P., Dolkar D., Kumar B., Chaurasia O., Stobdan T. Effect of Mulching, Shading, Spacing and Cutting Thickness on Propagation of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) by Cuttings // Defence Life Science Journal. 2017. Vol. 3. № 1. P. 75—79. doi: 10.14429/dlsj.3.12093
20. Dolkar P., Dolkar D., Angmo S., Srivastava R., Stobdan T. An Improved Method for Propagation of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) by Cuttings // National Academy Science Letters. 2016. № 39. P. 323—326. doi: 10.1007/s40009-016-0489-2
21. Singh V., Gupta R. Propagation of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). Seabuckthorn (*Hippophae* L.): A multipurpose Wonder Plant. Vol. 1: Botany, harvesting and processing technologies / ed. by Singh V., Kallio H.P., Sawhney R.C., Gupta R.K., RongSen L., Eliseev. I.P., et. al. New Delhi: Indus Publishing Company, 2003. P. 315—333.
22. Dale A.G., Gali D. Repetitive vegetative propagation of first-year sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) cuttings // Canadian Journal of Plant Science. 2018. Vol. 98. P. 609—615. doi: 10.1139/cjps-2017-0039
23. Кулиев А.С. Размножения облепихи зелеными черенками в условиях ботанического сада Национальной Академии наук Кыргызской республики // Известия ВУЗов (Кыргызстан). 2014. № 3. С. 75—76.
24. Мусоев С.М., Мамадаёзов Х.А., Юсуфбекова М. Влияние различных сроков посадки на укореняемость зеленых черенков облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.) в туманообразующей установке // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение биологических и медицинских наук. 2007. № 1. С. 39—44.
25. Зубарев Ю.А., Шматова Т.М. Влияние сроков посадки зеленых черенков облепихи на качество посадочного материала в условиях частичного пленочного укрытия // Аграрная наука — сельскохозяйственному производству Монголии, Сибирского региона, Казахстана и Болгарии: сб. науч. докладов XVI Междунар. науч.-практ. конф., г. Улаанбаатар, 29—30 мая 2013 г. Новосибирск: Монгольская академия аграрных наук; СО Россельхозакадемии, 2013. Ч. 3. С. 72—73.
26. Цыбикова О.М., Гусева Н.К., Банданова А.В. Размножение ягодных и декоративных культур зелеными черенками на базе ФГБОУ ВО «Бурятская ГСХА» // Актуальные вопросы развития аграрного сектора байкальского региона: мат.-ы науч.-практ. конф., посвященной Дню Российской науки, г. Улан-Удэ, 6—8 февраля 2019 г. Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, 2019. С. 71—75.
27. Зубарев Ю.А., Гунин А.В., Воробьева А.В. Сортовые особенности окоренения зеленых черенков облепихи в условиях полузакрытых культивационных сооружений // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 1(171). С. 27—31.

References

1. Mistratova NA. The role of substrators and growth regulators in the formation of quality of the seabuckthorn landing material. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2014;28(4):66—73. (In Russ).
2. Mistratova NA. The amount of high quality seabuckthorn seedlings depending on substrates and root development stimulators. *Bulletin of KrasSAU*. 2008; (4):312—315. (In Russ).

3. Bopp VL. The peculiarities of sea-buckthorn propagation with green cuttings. *Mongolian Journal of Agricultural Sciences*. 2018;24(2):33—35. doi: 10.5564/mjas.v24i02.1115
4. Bopp VL, Fomina NV. Optimization of the conditions of rhizogenesis and assessment of the enzymatic activity of the substrates used for rooting of cuttings of berry shrubs in Siberia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 548:052009. doi: 10.1088/1755-1315/548/5/052009
5. Bedareva NP. The intensive method of sea buckthorn and honeysuckle reproduction under the conditions of Eastern Kazakhstan. *Science and world*. 2017;(9—1):34—36. (In Russ).
6. Skali LP. Efficiency of the spent champignon substrate and sawdust in artificial mixtures for green cuttings rooting of horticultural crops. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2005;(3):48—58. (In Russ).
7. Zubarev YA, Shmatova TM. Improvement of seabuckthorn propagation technology at Altai. In: Zubarev Y, Eagle D, Morsel JT. (eds). *Seabuckthorn. Research for a promising crop: A look at recent developments in cultivation, breeding, technology, health and environment*. Berlin: Books on Demand; 2014. p.9—23.
8. Lovtsova NM, Namzalov BB. Influence of phytohormones on rooting of different-sex green sea buckthorn cuttings. *Natural and technical sciences*. 2020;(5):39—40. (In Russ). doi: 10.25633/ETN.2020.05.06
9. Vasiljeva N, Budazhapov L. The rhizogenesis of green cuttings of buryat sea buckthorn varieties in the conditions of artificial fog. In: *Nauchnoe obespechenie razvitiya APK i sel'skikh territorii Baikalskogo regiona* [Scientific assistance of agro-industrial complex and rural areas development of the Baikal region: proceedings]. Ulan-Ude: Buryatskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya imeni V.R. Filippova publ.; 2018. p. 28—31. (In Russ).
10. Sultanova ZK, Kharlamova TA, Sotnikova VV. Growth regulators utilization in fruit and berry crops propagation. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2004;(11):225—229. (In Russ).
11. Tserentogtokh N, Shine-Od U. Influence of stimulators on rooting of the sea buckthorn softwood cuttings. In: *Innovatsionnye aspekty agronomii v povyshenii produktivnosti rastenii i kachestva produktsii v Sibiri* [Innovative aspects of agronomy in plant productivity and product quality increasing in Siberia: conference proceedings]. Ulan-Ude: Buryatskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya imeni V.R. Filippova publ.; 2015. p. 122—123. (In Russ).
12. Adalina ON. Optimization of propagation technology of garden plants by herbaceous cuttings. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2013;(4):5—22. (In Russ).
13. Kuprina MN, Kolesnikova VL. The use of the peat-based growth stimulants in the berry nursery. *Bulletin of KrasSAU*. 2014;7(94):85—91. (In Russ).
14. Shamanskaya LD, Zubareva EN. The results of Vita-start testing as new supplement in seabuckthorn propagation. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2012;(3):19—21. (In Russ).
15. Shamanskaya LD, Guschina EN. The results of succinic acid testing at seabuckthorn seedlings growing. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2009;(7):12—14. (In Russ).
16. Pugach VA, Zubarev YA, Pugach DA, Maltsev MI. The effect of sodium salts of carboxymethyl ethers in green cuttings of seabuckthorn. In: *Innovatsionnye napravleniya razvitiya sibirskogo sadovodstva: nasledie akademikov M.A. Lisavenko, I.P. Kalininoi: sbornik statei* [Innovative trends of Siberian horticulture development: Academicians M.A. Lisavenko, I.P. Kalinina legacy: conference proceedings]. Barnaul: Kontsept publ.; 2018. p. 216—221. (In Russ).
17. Zubarev YA, Shmatova TM. The characteristics of seabuckthorn green cuttings growing at different ways of cultivation. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2013;(7):42—44. (In Russ).
18. Besschetnov VP, Kentbaev EZ. Propagation of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) by herbaceous cuttings in a climate of south-east Kazakhstan. *Russian Forestry Journal*. 2018;(4):56—62. (In Russ). doi: 10.17238/issn0536—1036.2018.4.56
19. Dolkar P, Angmo P, Dolkar D, Kumar B, Chaurasia O, Stobdan T. Effect of Mulching, Shading, Spacing and Cutting Thickness on Propagation of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) by Cuttings. *Defence Life Science Journal*. 2017;3(1): 75—79. doi: 10.14429/dlsj.3.12093
20. Dolkar P, Dolkar D, Angmo S, Srivastava R, Stobdan T. An improved method for propagation of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) by cuttings. *National Academy Science Letters*. 2016;(39):323—326. doi: 10.1007/s40009-016-0489-2
21. Singh V, Gupta R. Propagation of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). In: Singh V, Kallio HP, Sawhney RC, Gupta RK, RongSen L, Eliseev IP, et. al. (eds). *Seabuckthorn (Hippophae L.): A multipurpose Wonder Plant. Vol. 1: Botany, harvesting and processing technologies*. New Delhi: Indus Publishing Company; 2003. p.315—333.
22. Dale AG, Gali D. Repetitive vegetative propagation of first-year sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) cuttings. *Canadian Journal of Plant Science*. 2018;(98):609—615. doi: 10.1139/cjps-2017-0039

23. Guliev AS. Breeding of seabuckthorn green cuttings in conditions of the botanical garden of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic. *Izvestiya VUZov Kyrgyzstana*. 2014;(3):75–76. (In Russ).

24. Musoev SM, Mamadayozov KA, Usufbekova M. Influence of different cutting planting period on implanting green graft of *Hippophae rhamnoides* L. in the West of Pamir. *News of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. Department of Biological and Medical Sciences*. 2007;(1):39–44. (In Russ).

25. Zubarev YA, Shmatova TM. Influence of seabuckthorn green cuttings planting period on quality of plant material in conditions of partial film cover. In: *Agrarnaya nauka — sel'skokhozyaistvennomu proizvodstvu Mongolii, Sibirskogo regiona, Kazakhstana i Bolgarii: Sbornik nauchnykh dokladov*. [Agrarian science — to agricultural industry of Mongolia, Siberian Region, Kazakhstan and Bulgaria: conference proceedings]. Novosibirsk: Mongol'skaya akademiya agrarnykh nauk; 2013. p.72–73. (In Russ).

26. Tsybikova O, Guseva N, Bandanova A. Reproduction of berry and decorative cultures by green cuttings on the base of The Buryat State Academy of Agriculture. In: *Aktual'nye voprosy razvitiya agrarnogo sektora baikal'skogo regiona* [Actual issues of agricultural sector development of the Baikal region: conference proceedings]. Ulan-Ude: Buryatskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya imeni V.R. Filippova publ.; 2019. p.71–75. (In Russ).

27. Zubarev YA, Gunin AV, Vorobjeva AV. The features of root development of green cuttings of different sea-buckthorn varieties in semi-covered greenhouses. *Bulletin of Altai state agricultural university*. 2019; (171):27–31. (In Russ).

Об авторах:

Зубарев Юрий Анатольевич — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции плодовых и ягодных культур, отдел «Научно-исследовательский институт садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко», Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Российская Федерация, 656910, г. Барнаул, Научный городок, д. 35; e-mail: niilisavenko@yandex.ru
ORCID: 0000-0003-3349-0555, SPIN-код: 9216-7453

Гунин Алексей Васильевич — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции плодовых и ягодных культур, отдел «Научно-исследовательский институт садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко», Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Российская Федерация, 656910, г. Барнаул, Научный городок, д. 35; e-mail: alexeygunin@yandex.ru
ORCID: 0000-0001-8008-8951, SPIN-код: 3163-5470

Воробьева Анастасия Васильевна — младший научный сотрудник лаборатории селекции плодовых и ягодных культур, отдел «Научно-исследовательский институт садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко», Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Российская Федерация, 656910, г. Барнаул, Научный городок, д. 35; e-mail: nast.nv-2124@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-1020-0589, SPIN-код: 8477-7715.

About authors:

Zubarev Yuri Anatolyevich — Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Fruit and Berry Crop Selection, Lisavenko Research Institute of Horticulture for Siberia, Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies, 35 Nauchniy Gorodok, Barnaul, 656910, Russian Federation; e-mail: niilisavenko@yandex.ru
ORCID: 0000-0003-3349-0555, SPIN-code: 9216-7453

Gunin Alexey Vasilievich — Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Fruit and Berry Crop Selection, Lisavenko Research Institute of Horticulture for Siberia, Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies, 35 Nauchniy Gorodok, Barnaul, 656910, Russian Federation; e-mail: alexeygunin@yandex.ru
ORCID: 0000-0001-8008-8951, SPIN-code: 3163-5470

Vorobjeva Anastasia Vasilievna — Junior Researcher, Laboratory of Fruit and Berry Crop Selection, Lisavenko Research Institute of Horticulture for Siberia, Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies, 35 Nauchniy Gorodok, Barnaul, 656910, Russian Federation; e-mail: nast.nv-2124@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-1020-0589, SPIN-code: 8477-7715