

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2026. № 3 (84). С. 25–31.

Buryat Agrarian Journal. 2026;3(84):25–31.

Научная статья

УДК 634.1.03.

doi: 10.34655/bgsha.2026.84.3.003

Биологический потенциал клоновых подвоев в условиях Южного Предбайкалья

Анна Максимовна Раченко^{1,2}, Николай Николаевич Дмитриев¹

¹ Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, п. Молодежный, Иркутская область, Россия

² Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук, Иркутск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Анна Максимовна Раченко, ann_rachenko@mail.ru

Аннотация. Целью работы было оценить биологический потенциал клоновых подвоев яблони в условиях юга Иркутской области. В работе отражены результаты, полученные с 2018 по 2024 г. Основные исследования проводились по Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. В работе дана оценка шестнадцати генотипам клоновых подвоев селекции МичГАУ, ФГБНУ ФНЦ садоводства и Самарского НИИ-СиЛР, Армянского НИИВВиС, Эстонского НИИЗиМ, Крымской ОСС. В качестве контроля использовалась сибирская ягодная яблоня (вегетативно размножаемый клон). Была изучена зимостойкость клоновых подвоев в условиях маточника по степени повреждения надземной части клоновых подвоев. Полученные результаты статистически обработаны с помощью критерия Манна-Уитни и теста Краскела-Уоллиса. Установлено, что подвои 70-20-20, 64-143, 8-2, 18-7, Урал-5 в большинстве лет не имели статистически значимых различий с контролем, что подтверждает их высокую зимостойкость. Напротив, подвои Арм18, К-2, ОБ-3-4 ежегодно демонстрировали высокодостоверные отличия. Оценка зимостойкости клоновых подвоев в лабораторных условиях по основным компонентам комплекса зимостойкости подтвердила результаты полевых испытаний. Данные лабораторных испытаний подтвердили слабую зимостойкость клонового подвоя Арм18. Устойчивость ко всем четырем компонентам зимостойкости на уровне сибирской ягодной яблони показали подвои Е56 и 4-12, остальные подвои продемонстрировали среднюю зимостойкость. Тест Манна-Уитни в этом случае показал значимые различия между показателями (вероятность ошибки менее 5%). В результате исследований к слабозимостойким подвоям были отнесены Арм18, К-2, ОБ-3-4, к высокозимостойким – клон сибирской ягодной яблони, Е56, Урал 2, остальные подвои показали среднюю зимостойкость.

Ключевые слова: клоновые подвои, полевая зимостойкость, искусственное промораживание.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках государственного задания Минобрнауки России для Сибирского института физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук (рег. номер НИОКТР – 125021902487-9).

Biological potential of clonal rootstocks in the Southern Cisbaikalia

Anna M. Rachenko^{1,2}, Nikolai N. Dmitriev¹

¹Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Molodezhny village, Irkutsk Region, Russia

²Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia

Corresponding author: Anna M. Rachenko, ann_rachenko@mail.ru

Abstract. The aim of the study was to evaluate the biological potential of clonal apple rootstocks in the southern part of the Irkutsk Region. The work presents the results obtained from 2018 to 2024. The main study was conducted in accordance with the “Program and Methodology for Variety Study of Fruit, Berry and Nut Crops”. Sixteen genotypes of clonal rootstocks bred at Michurinsk SAU, FSBSO Federal Horticulture Centre for Breeding, Agrotechnology and Nursery and the Samara Research Institution of Horticultural and Medicinal Plants, the Armenian IVW and H, the Estonian Research Institution of Land management and Land Reclamation, and the Crimean Experimental Selection Station were evaluated. A Siberian crab apple tree (a vegetatively propagated clone) was used as a control. The winter hardiness of the clonal rootstocks under nursery conditions was studied based on the damage degree of the shoot parts of the clonal rootstocks. The results obtained were statistically processed using the Mann-Whitney test and the Kruskal-Wallis test. It was pointed that the 70-20-20, 64-143, 8-2, 18-7, and Ural-5 rootstocks have not shown statistically significant differences from the control in most years, confirming their high winter hardiness. In contrast, the Arm18, K-2, and OB-3-4 rootstocks demonstrated highly reliable differences every year. A laboratory assessment of winter hardiness of the clonal rootstocks based on the main components of the winter hardiness complex confirmed the field trial results. The laboratory test data confirmed the weak winter hardiness of the Arm18 clonal rootstock. The E56 and 4-12 rootstocks demonstrated resistance to all four winter hardiness components at the level of the Siberian crab apple tree, while the remaining rootstocks demonstrated average winter hardiness. The Mann-Whitney test in this case showed significant differences between the indicators (error probability less than 5%). As a result of the research, Arm18, K-2, OB-3-4 were classified as rootstocks with poor winter hardiness, while the clone of the Siberian crab apple tree, E56, Ural2 were classified as highly winter-hardy, the remaining rootstocks showed average winter hardiness.

Keywords: clonal rootstocks, field winter hardiness, artificial freezing.

Financial Support. The study was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Education and Science of Russia for the Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (reg. number NIOKTR - 125021902487-9).

Введение. Использование достижений сибирской селекции яблони для промышленного садоводства невозможно без применения интенсивных технологий. Одним из главных факторов, обеспечивающих максимальную реализацию потенциальной продуктивности насаждений и повышение эффективности садоводства, является использование высокопродуктивных, адаптивных комбинаций сортов и клоновых подвоев [1, 2, 3]. Такие показатели, как габитус деревьев, скороплодность, урожайность, стабильность плодо-

ношения, качество плодов в первую очередь зависят от биологических особенностей роста и развития привойно-подвойной комбинации [4]. В связи с этим очень важно на основании изучения биологии роста и формирования компонентов продуктивности определить оптимальное сочетание сортов и подвоев, наиболее адаптированных к условиям региона выращивания [5].

Юг Иркутской области в силу своих почвенно-климатических условий вполне пригоден для развития садоводства как

в масштабах личных подсобных хозяйств, так и небольших фермерских садов. Исторически в качестве подвоя садоводы региона использовали сибирскую ягодную яблоню, что связано с высокой зимостойкостью ее надземной части (до -55°C) и корневой системы (до -23°C) [6]. Появление клоновых подвоев с морозостойкостью корневой системы $-16...-18^{\circ}\text{C}$ дает возможность внедрить эти подвои в садоводство региона [7, 8, 9].

Применению клоновых подвоев должно предшествовать их длительное изучение, поскольку климатические условия Иркутской области существенно отличаются от условий регионов, где эти подвои были получены и успешно используются. Поэтому **целью работы** было оценить биологический потенциал клоновых подвоев яблони в условиях юга Иркутской области. Для достижения поставленной цели были сформулированы **следующие задачи**:

- охарактеризовать зимостойкость клоновых подвоев в полевых условиях;
- сравнить степень повреждения клоновых подвоев в искусственных условиях промораживания;
- выявить наиболее устойчивые к климатическим условиям региона генотипы клоновых подвоев.

Условия, материалы и методы. Экспериментальные участки находятся на территории Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск ($52^{\circ}23'91''$ с.ш., $104^{\circ}27'05''$ в.д.) и в Иркутском районе ($52^{\circ}25'47''$ с.ш., $104^{\circ}44'52''$ в.д.).

Климат района резко континентальный. Средние минимальные температуры холодного периода (ноябрь-март) за годы наблюдений (2017-2024) колебались от $-6,4^{\circ}\text{C}$ до $-24,1^{\circ}\text{C}$. Дней с минимальной температурой воздуха минус 30°C и ниже в разные годы колебалось от 2 (2020-2021) до 14 (2023-2024).

Общая сумма осадков составляет, в среднем, 459 мм в год, большая часть которых (до 85%) выпадает во второй половине лета и начале осени. Средняя декадная высота снежного покрова (см),

рассчитанная по данным наблюдений на защищенном участке (по постоянной рейке), достигала максимума к концу февраля (33 см). Снег полностью сходил в начале апреля.

Конец зимы и начало весны характеризуется чередованием оттепелей и отрицательных температур. Амплитуда суточной температуры в марте может достигать до 15°C . Количество дней в феврале и марте, рассчитанное при максимальной температуре воздуха выше 0°C , минимальной температуре воздуха ниже -10°C и суточной амплитуде более 15°C , составляло от 0 до 9, эти данные отражены в таблице 8. Апрельские температуры в течение месяца колеблются от $+16-18^{\circ}\text{C}$ до -10°C .

Поздневесенний период характеризуется частыми заморозками и сухостью воздуха. В мае бывает, в среднем, 14 дней с заморозками воздуха. Заморозки на поверхности почвы повторяются почти ежедневно. Интенсивность заморозков часто достигает минус 8°C , а в отдельные годы – минус 14°C .

Лето в Южном Предбайкалье короткое, но, благодаря высокой интенсивности солнечной радиации, довольно теплое, абсолютный максимум температуры достигает 39°C . В то же время летние ночи весьма прохладны, температура воздуха ночью редко превышает 15°C .

Объекты исследования. Собрана коллекция подвоев разного географического происхождения, с разными показателями зимостойкости, которые использовались в садоводстве регионов со схожими климатическими характеристиками [9]:

- подвои селекции Мичуринского ГАУ: 62-396, 54-118, 62-223, 64-143, 70-20-20, 70-6-8;

- подвои селекции ФГБНУ ФНЦ садоводства и Самарского НИИСилР: Урал 1, Урал 2, Урал 5, 18-7 (Волга 18), 8-2 (Волга 8), 4-12 (Волга 12), ОБ-3-4;

- подвои селекции Армянского НИИВВиС, Эстонского НИИЗиМ, Крымской ОСС: Арм18, Е-56, К-2.

В качестве контроля использовался клон яблони ягодной (сибирской) (*Malus*

baccata (L.) Borkh.) (КСЯЯ), полученный в результате посева семян низкорослой формы сибирской ягодной яблони, произрастающей в естественных условиях в Селенгинском районе Республики Бурятия и способный к вегетативному размножению [10].

Работу выполняли на оборудовании Центра коллективного пользования (ЦКП) «Биоаналитика» с использованием коллекций ЦКП «Биоресурсный центр» СИ-ФИБР СО РАН, г. Иркутск.

Изучение клоновых подвоев в маточнике. Маточник клоновых подвоев был заложен в 2017 г. на участке фермерского хозяйства. Было высажено от 2 до 16 растений каждого генотипа. В качестве контроля были высажены растения сибирской ягодной яблони (клон, размножаемый вегетативно). Посадки рандомизированы.

Основные исследования проводились по общепринятым методам [11].

Изучение зимостойкости клоновых подвоев методом искусственного замораживания. Оценку зимостойкости в лабораторных условиях по основным компонентам комплекса зимостойкости проводили по стандартной методике [12].

Для выявления генотипов подвоев, статистически отличных от контрольной выборки, был использован критерий Манна-Уитни и тест Краскела-Уоллиса.

Результаты и обсуждение. Поскольку оценить реакцию корней на холодовой стресс сложно, информация о морозостойкости яблоневых подвоев ограничена. Также трудно оценить сублетальные последствия повреждения корней для последующего роста дерева. Наиболее распространенные методы оценки морозостойкости подвоев включают: 1) наблюдение за выживаемостью и ростом дерева после зимних испытаний; 2) воздействие низких температур на молодые привитые или неprivитые подвои в лабораторных условиях с последующей оценкой состояния отдельных тканей или растений; 3) подвергание фрагментов корней или побегов подвоя контролируе-

мым условиям замораживания и оценка повреждений. Повреждения могут оцениваться путем регистрации различных аспектов роста в следующем сезоне или, в случае фрагментов стебля и корня, путем наблюдения за окислительным побурением тканей, проведения дифференциального термического анализа или измерения утечки электролитов [13].

Важнейшей характеристикой любого интродуцируемого растения является его приспособленность к погодноклиматическим условиям региона. Прежде всего, это зимостойкость, которая связана не только с устойчивостью к событиям зимнего периода, но и отражает процессы, протекающие в растении в течение всего года. Давать характеристику зимостойкости корневой системы клонового подвоя достаточно трудоемкий и травмирующий для растения процесс, при этом зимостойкость корневой системы напрямую связана с устойчивостью надземной части растения [14, 15]. Поэтому последнее стало в наших исследованиях основным критерием оценки устойчивости клоновых подвоев к суровым климатическим условиям региона исследования. В течение нескольких лет, с 2018 по 2024 г, каждую весну мы оценивали степень повреждения надземной части клоновых подвоев или общее состояние дерева в маточнике (рис. 1).

В ходе исследований была проведена статистическая оценка зимостойкости клоновых подвоев с использованием критерия Манна-Уитни. Контролем служила яблоня ягодная (клон), показавшая отсутствие повреждений во все годы наблюдений. Установлено, что подвои 70-20-20, 64-143, 8-2, 18-7, Урал 5 в большинстве лет не имели статистически значимых различий с контролем, что подтверждает их высокую зимостойкость. Напротив, подвои Арм18, К-2, ОБ-3-4 ежегодно демонстрировали высокодостоверные отличия ($p < 0,001$ – $p < 0,01$), что указывает на их повышенную чувствительность к неблагоприятным условиям зимнего периода.

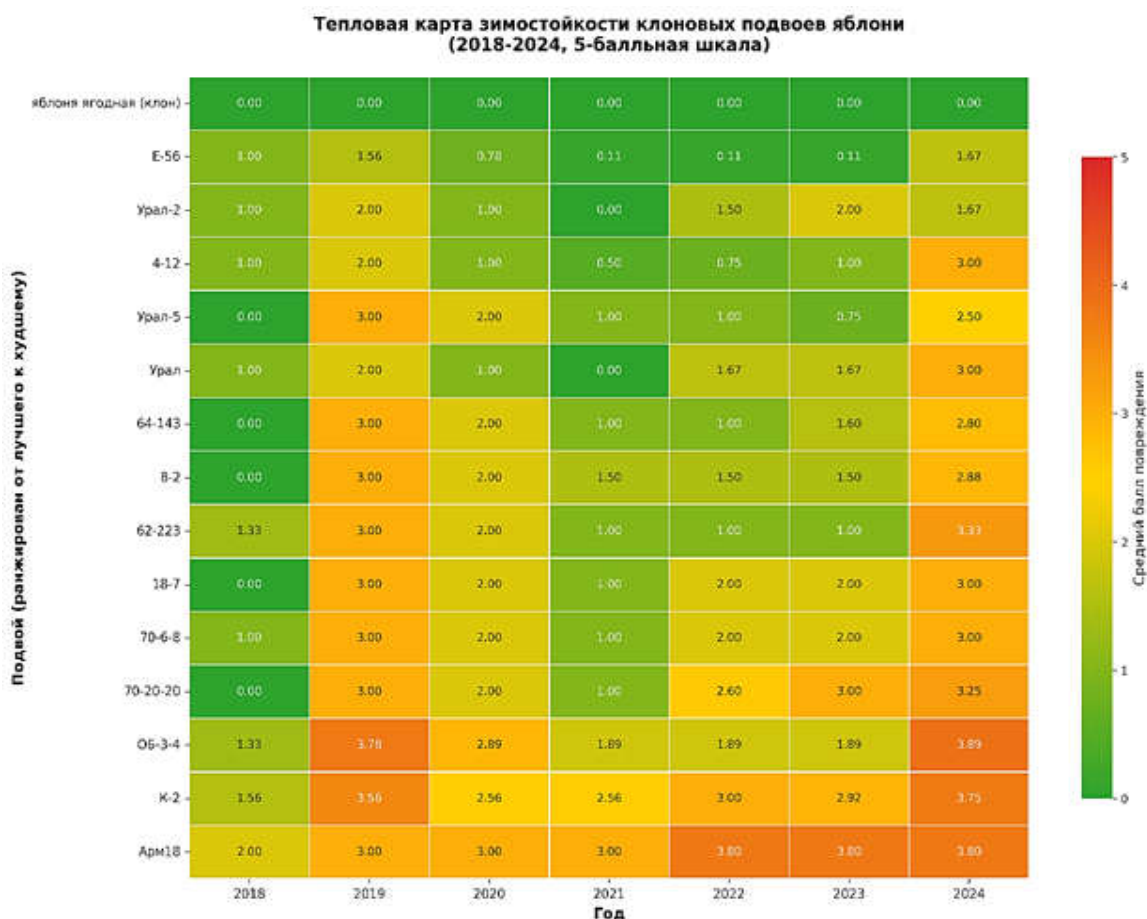


Рисунок 1. Средний балл повреждения клоновых подвоев за годы наблюдений, 2018-2024 гг.

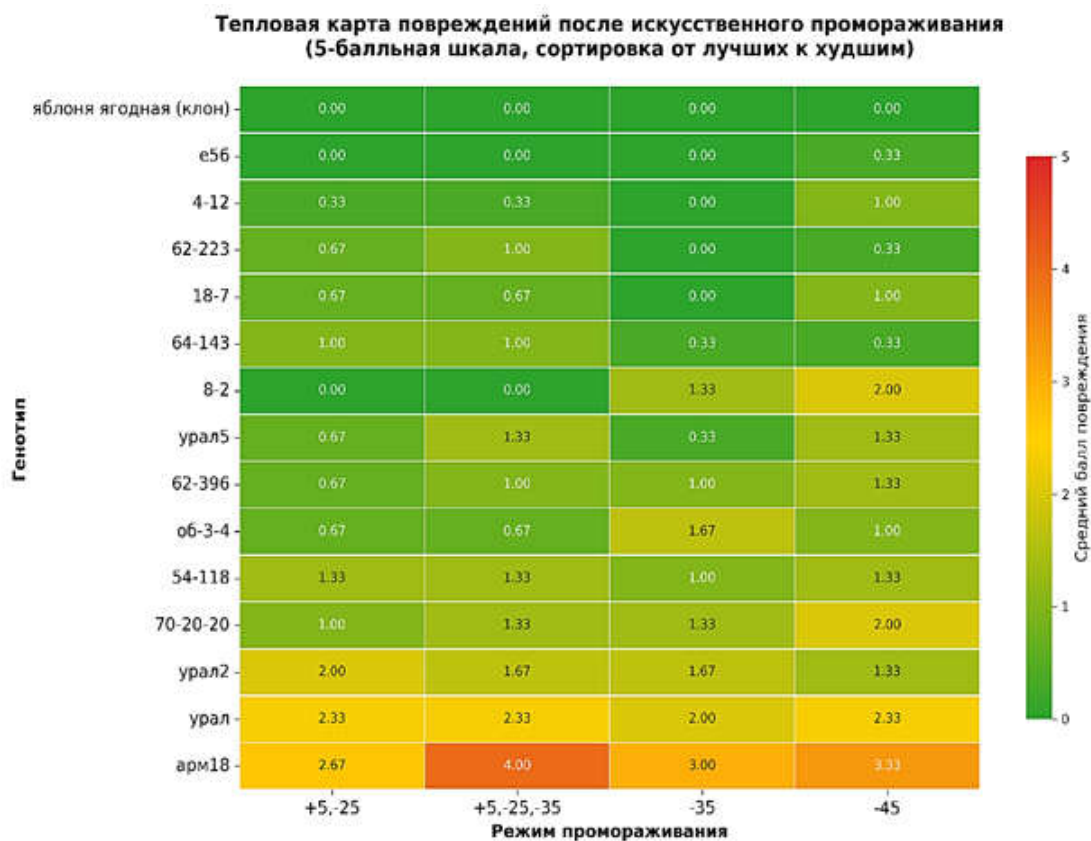


Рисунок 2. Средний балл повреждения клоновых подвоев в условиях искусственного промораживания по компонентам зимостойкости

Метод искусственного промораживания однолетних побегов позволяет выявить высокозимостойкие и морозоустойчивые формы клоновых подвоев, основным показателем которых в культивировании является корневая система [14]. Мы провели экспериментальную оценку устойчивости древесины разных генотипов клоновых подвоев к четырем компонентам зимостойкости (рис. 2).

Данные лабораторных испытаний подтвердили слабую зимостойкость клонового подвоя Арм18. Устойчивость ко всем четырем компонентам зимостойкости на уровне сибирской ягодной яблони показали подвои Е56 и 4-12, остальные подвои продемонстрировали среднюю зимостойкость.

Тест Манна-Уитни в этом случае показал значимые различия между показателями (вероятность ошибки менее 5%).

Заключение. Изучение клоновых подвоев в течение семи лет дает нам возможность утверждать, что использование вегетативно размножаемых подвоев в условиях юга Иркутской области возможно. Низкую зимостойкость головы куста показали подвои Арм18, К-2, ОБ-3-4. К высокозимостойким подвоям, кроме сибирской ягодной яблони, можно отнести Е56 и Урал 2. Остальные подвои имели обратимые повреждения и были отнесены нами к среднезимостойким. Эти результаты были подтверждены экспериментами по искусственному промораживанию.

Список источников

1. Красова Н.Г. Резервы повышения конкурентоспособности современных садов яблони // Современное садоводство. 2019. № 1. С. 51-60. DOI: 10.24411/2312-6701-2019-10106. EDN: IWAMR.
2. Айсанов Т.С. Хозяйственно-биологическая характеристика сортов и сорто-подвойных комбинаций яблони // Мичуринский агрономический вестник. 2018. № 1. С. 103-106. EDN: QTYUDZ.
3. Бочкарев Е.А. Перспективные сорто-подвойные комбинации яблони для интенсивного садоводства в Среднем Поволжье // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 1. С. 72-80. DOI: 10.55170/1997-3225-2024-9-1-72-80. EDN: CEYMAL
4. Оценка взаимодействия в системе "генотип подвоя-привойно-подвойные комбинации яблони-среда" при температурных стрессах летнего периода в Краснодарском крае / Драгавцева И. А. и др. // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2021. № 140. С. 60-68. DOI: 10.36305/0513-1634-2021-140-60-68. EDN: SUYBOI.
5. Григорьева Л.В., Ершова О.А. Комплексная оценка привойно-подвойных комбинаций яблони и эффективность их возделывания в садах интенсивного типа // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 5. С. 53-57. EDN: VZYETL.
6. Витковский В.Л. Плодовые растения мира: монография. СПб.: «Лань», 2003. 592 с. EDN: QKVQRJ.
7. Продуктивность и экономическая эффективность выращивания яблони на клоновых подвоях в условиях Среднего Поволжья / Савин Е.З., Чугунов В.Г., и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. 4 (96). С. 61-66. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-96-4-61-66. EDN: KNQZOZ.
8. Перспективные клоновые подвои яблони для интенсивных садов / Трунов Ю.В., Соловьев А.В. и др. // Садоводство и виноградарство. 2020. 2. С. 34-40. DOI: 10.31676/0235-2591-2020-2-34-40. EDN: GCJEMM.
9. Савин Е.З., Азаров О.И., Деменина Л.Г. Экономическая эффективность выращивания яблони на различных типах клоновых подвоев в условиях Среднего Поволжья // Вестник Оренбургского государственного университета. 2017. № 4 (204). С. 74-77. EDN: ZDWQSZ.
10. Раченко М.А., Баханова М.В. Устойчивость к ранним морозам и максимальная морозоустойчивость разных генотипов яблонь // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017. Т. 47. № 4. С. 20-25. EDN: XARMCU.
11. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур // под общ. ред. академика РАСХН Е.Н. Седова и д. с.-х. н. Т.П. Огольцовой). Орел: Изд-во Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур, 1999. 608 с. EDN: YHAOZT.
12. Тюрина М.М., Гоголева Г.А. Ускоренная оценка зимостойкости плодовых и ягодных растений: методические рекомендации. 1978. 48 с.
13. Marini R.P., Fazio G. Apple rootstocks: History, physiology, management and breeding // Horticultural Reviews. 2018. Vol. 45. Pp. 197-312. DOI: 10.1002/9781119431077.ch6.
14. Будаговский В.И. Корневая система карликовых и полукарликовых подвоев яблони // Труды плодовоовощного института. 1953. Т. 7. С. 3-42.
15. Савин Е.З., Бочкарев Е.А., Березина Т.В. Поведение клоновых подвоев яблони в саду и маточнике // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 4 (68). С. 50-58. DOI: 10.18286/1816-4501-2024-4-50-58. EDN: TKQHAZ.

References

1. Krasova N.G. Reserves of increase of competitiveness of modern apple orchards. *Contemporary horticulture*. 2019;1:51-60 (In Russ). DOI:10.24411/2312-6701-2019-10106.
2. Aisanov T.S. Economic and biological characteristics of varieties and sort-underware combinations of apples. *Michurinsky Agronomicheskii Vestnik*. 2018;1:103-106 (In Russ.). EDN: QTYUDZ.
3. Bochkarev E.A. Perspective stock-variety combinations of apple tree for intensive gardening in the Middle Volga region. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2024;1:72–80 (In Russ.). DOI: 10.55170/1997-3225-2024-9-1-72-80.
4. Dragavtseva I.A., Efimova I.L., Klyukina A.V. Evaluation of interaction in the system “genotype of stock-scion/stock combinations of apple tree - habitat” at temperature stresses of the summer period in the Krasnodar Territory. *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens*. 2021;(140):60-68 (In Russ.). DOI: 10.36305/0513-1634-2021-140-60-68.
5. Grigorieva L.V., Ershova O.A. Integrated Assessment of Scion-Stock Combinations of Apple Tree and Their Cultivation Efficiency in Orchards of an Intensive Type. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2016;Vol.30,No5:53-57 (In Russ.). EDN: VZYETL.
6. Vitkovsky V.L. Fruit plants of the world: monograph. St. Petersburg. “Lan”, 2003. 592 p. (In Russ.). EDN: QKVQRJ.
7. Savin E.Z., Chugunov V.G., Antipenko M.I. et al. Productivity and economic efficiency of apple cultivation on clonal rootstocks in the conditions of the Middle Volga region. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2022;96(4):61-66 (In Russ.). DOI: 10.37670/2073-0853-2022-96-4-61-66.
8. Trunov Yu.V., Soloviev A.V. et al. Perspective apple clonal rootstocks for intensive orchards. *Horticulture and viticulture*. 2020;2:34-40 (In Russ). DOI: 10.31676/0235-2591-2020-2-34-40.
9. Savin E.Z., Azarov O.I., Demenina L.G. Economic efficiency of cultivation of apple trees on different types of clonal rootstocks in the conditions of the Middle Volga Region. *Vestnik of the Orenburg State University*. 2017;4 (204):74-77 (In Russ). EDN: ZDWQSZ.
10. Rachenko M.A., Bakhanova M.V. Resistance to early frosts and maximum winter frost resistance in apple trees of different genotypes. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2017;Vol.47, No4:20-25 (In Russ). EDN: XARMCU.
11. Program and methods for variety study of fruit, berry, and nut crops. (Under the general editorship of Academician of the Russian Academy of Agricultural Sciences E.N. Sedov and Doctor of Agricultural Sciences T.P. Ogoltsova). Orel: Publ. House of the All-Russian Research Institute for Fruit Crop Breeding, 1999. 608 p. (In Russ). EDN: YHAOZT.
12. Tyurina M.M., Gogoleva G.A. Accelerated Assessment of Winter Hardiness of Fruit and Berry Plants: Methodological Recommendations. 1978. 48 p. (In Russ).
13. Marini R.P., Fazio G. Apple rootstocks: History, physiology, management, and breeding. *Horticultural Reviews*. 2018;45:197-312. DOI: 10.1002/9781119431077.ch6.
14. Budagovsky V.I. Root system of dwarf and semi-dwarf apple rootstocks. *Proceedings of the Fruit and Vegetable Institute*. 1953;7:3-42 (In Russ.).
15. Savin E.Z., Bochkarev E.A., Berezina T.V. Performance of clonal apple rootstocks in the garden and mother plantation. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2024;4(68):50-58. DOI: 10.18286/1816-4501-2024-4-50-58.

Информация об авторах

Анна Максимовна Раченко – аспирант кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета, Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского; младший научный сотрудник отдела прикладных и экспериментальных разработок, Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, ann_rachenko@mail.ru;

Николай Николаевич Дмитриев – доктор сельскохозяйственных наук, ректор, Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, rector@igsha.ru.

Information about the authors

Anna M. Rachenko – Postgraduate student, Chair of Agriculture and Plant Growing, Agronomy Faculty, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky; Junior Researcher, Department of Applied and Experimental Development, Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, ann_rachenko@mail.ru;

Nikolay N. Dmitriev – Doctor of Science (Agriculture), Rector, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, rector@igsha.ru.

Статья поступила в редакцию 07.07.2026; одобрена после рецензирования 20.07.2026; принята к публикации 25.08.2026.

The article was submitted 07.07.2026; approved after reviewing 20.07.2026; accepted for publication 25.08.2026.