

DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-5-918

УДК 634.1.03



Научная статья

ПОВЕДЕНИЕ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ В МАТОЧНИКЕ И САДУ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

М.А. Раченко, А.М. Раченко, Е.Н. Киселева

Обоснование. Исследование поведения клонových подвоев яблони в условиях южного Предбайкалья имеет важное значение для науки и сельского хозяйства. Оно может расширить наши знания об адаптации растений к специфическим климатическим условиям региона и предоставить ценные рекомендации для садоводов и питомниководов.

Цель. Охарактеризовать адаптационные возможности клонových подвоев яблони разного географического происхождения на юге Иркутской области и оценить вероятность их дальнейшего использования в садоводстве региона.

Материалы и методы. Все исследования проводились в 2018-2021 гг. на коллекционных участках СИФИБР СО РАН, расположенных в г. Иркутске и Иркутском районе Иркутской области.

Изучение подвоев в маточнике и сорто-подвойных комбинаций в саду проводили по Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур.

Результаты. По результатам полевых наблюдений генотипы Арм-18, К-2 были оценены как слабозимостойкие. К высокозимостойким клонovým подвоям мы отнесли КСЯЯ, Урал, Урал-2, 4-12 и Е-56. Остальные генотипы были оценены как зимостойкие.

Все клонové подвои, используемые для прививки, кроме контроля (КСЯЯ) были оценены как зимостойкие, КСЯЯ – высокозимостойкий.

Сорт Катюша сохранял высокую зимостойкость при прививке на все генотипы клонových подвоев. Сорт Превосходное сохранял высокую зимостойкость только при прививке на КСЯЯ, в других комбинациях был оценен, как среднезимостойкий на клонovém подвое 70-6-8 и зимостойкий на остальных подвоях. Сорт Райское сохранил высокую зимостойкость на клонových подвоях генотипов 70-6-8, 62-396 и КСЯЯ, на остальных клонových подвоях был оценен как зимостойкий.

Сорт Лада на всех исследуемых клоновых подвоях показал себя как зимостойкий несмотря на то, что сорт в регионе оценен как высокозимостойкий.

Заключение. Фенологические наблюдения показали, что климатические условия изучаемого региона способствуют полному прохождению всех фаз развития изученных генотипов клоновых подвоев. Многолетнее изучение полевой зимостойкости клоновых подвоев показало, что основная часть изученных генотипов оценены как зимостойкие и перспективны для дальнейшего изучения. Полевые испытания были подтверждены экспериментами по искусственному промораживанию. Все это позволило нам выделить наиболее ценные для селекции клоновые подвои для Южного Предбайкалья: Е56, Урал, Урал 2, 4-12 и КСЯЯ.

Ключевые слова: яблоня; подвой; фенологические фазы; полевая зимостойкость; искусственное промораживание

Для цитирования. Раченко М.А., Раченко А.М., Киселева Е.Н. Поведение клоновых подвоев яблони в маточнике и саду в условиях Южного Предбайкалья / А.М. Раченко, Е.Н. Киселева // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2024. Т. 16, №5. С. 387-410. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-5-918

Original article

PERFORMANCE OF CLONAL APPLE ROOTSTOCKS IN MOTHER PLANTATION AND ORCHARD UNDER THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN CISBAIKALIA

M.A. Rachenko, A.M. Rachenko, E.N. Kiseleva

Background. The study of the performance of clonal apple rootstocks under the conditions of the Southern Cisbaikalia is of great importance for science and agriculture. It can expand our knowledge of plant adaptation to the specific climatic conditions of the region and provide valuable guidance for gardeners and nurserymen.

Purpose. To characterize the adaptive capabilities of clonal apple rootstocks of different geographical origins in the south of the Irkutsk region and assess the likelihood of their further use in horticulture of the region.

Materials and methods. All the studies were carried out in 2018-2021 at the collection plots of Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences located in Irkutsk and in the Irkutsk district of the Irkutsk region.

The study of rootstocks in the mother plantation and variety/rootstock combinations in the orchard was carried out according to the Program and Methods for the Study of Varieties of Fruit, Berry and Nut Crops.

Results. *The conducted fieldwork allowed assessing genotypes Arm-18 and K-2 as slightly winter-hardy. SCAC, Ural, Ural-2, 4-12, and E-56 were assessed as highly winter-hardy clonal rootstocks. The rest of the genotypes were assessed as winter-hardy.*

All the clonal rootstocks used for grafting, except for the control (SCAC), were assessed as winter-hardy, SCAC - highly winter-hardy.

The Katyusha variety retained high winter hardiness when grafted onto all the genotypes of clonal rootstocks. The Prevoshodnoe variety retained high winter hardiness only when grafted onto SCAC; in other combinations it was rated as medium winter-hardy (onto clonal rootstock 70-6-8) and winter-hardy (onto the other rootstocks). The Raiskoe variety retained high winter hardiness on clonal rootstocks of genotypes 70-6-8, 62-396, and SCAC; on the other clonal rootstocks, it was assessed as winter-hardy. The Lada variety appeared to be winter-hardy on all the studied clonal rootstocks, despite the fact that this variety in the region is rated as highly winter-hardy.

Conclusion. *The phenological observations showed that the climatic conditions of the studied region favour the complete passage of all phases of development of the studied genotypes of clonal rootstocks. The long-term study of field winter hardiness of clonal rootstocks showed that the majority of the studied genotypes were assessed as winter-hardy and promising for further study. The field tests were ensured by the artificial freezing experiments. All of that allowed identifying the most valuable clonal rootstocks for breeding in the Southern Cisbaikalia: E56, Ural, Ural 2, 4-12, and SCAC.*

Keywords: *apple tree; rootstock; phenological phases; field winter hardiness; artificial freezing*

For citation. *Rachenko M.A., Rachenko A.M., Kiseleva E.N. Performance of Clonal Apple Rootstocks in Mother Plantation and Orchard under the Conditions of the Southern Cisbaikalia. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2024, vol. 16, no. 5, pp. 387-410. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-5-918*

Введение

Иркутская область характеризуется сложными климатическими условиями для ведения сельского хозяйства, особенно садоводства. Резко континентальный климат со значительными перепадами суточных температур, неравномерным количеством осадков в период вегетации и ко-

ротким безморозным периодом создают потребность в новых адаптивных культурах и сортах, способных давать высокие урожаи. Для обеспечения местного населения свежей продукцией необходимо развитие в регионе такой отрасли сельского хозяйства, как плодоводство. Одной из ключевых культур, которую можно рассматривать в качестве промышленной, является яблоня [16]. При этом далеко не вся территория региона подходит для ведения сельского хозяйства. Для развития плодоводства можно рассматривать только южные районы.

В настоящее время в регионе распространено использование сортов яблонь-полукультурок, привитых на семенные подвои яблони ягодной (*Malus baccata*). Однако сеянцы неоднородны, и каждый обладает индивидуальной наследственностью, что оказывает своё особое влияние на привитый сорт [13]. Клоновые подвои характеризуются генетической однородностью и поэтому одинаково влияют на привой [34]. Замена семенных подвоев на клоновые возможно лишь при условии подбора генотипов с повышенной зимостойкостью корневой системы. Отбор подвоев с корневой морозостойкостью до -18°C позволит говорить о возможности такой замены [1]. Их интродукция несет ряд преимуществ: значительное сокращение времени от получения подвоя до получения урожая, изменение габитуса плодового дерева (за карликовыми деревьями проще ухаживать), повышение урожайности за счет увеличения количества растений на единицу площади, сокращение сроков вступления в плодоношение за счет привой-подвойных взаимоотношений [18; 27]. Многими исследователями отмечены следующие преимущества посадочного материала яблони на слаброслых клоновых подвоях – это высокая совместимость с перспективными сортами яблони; высокая морозостойкость и зимостойкость корневой системы, выдерживающей до -16 -18°C ; высокая устойчивость подвоев к бактериальному ожогу; ускоренное вступление в плодоношение [9; 10; 21].

Работ, посвященных изучению клоновых подвоев яблони в Сибирском регионе, немного, и исследования связаны с ограниченным количеством генотипов [2; 3; 4]. На территории Иркутской области подобные исследования никогда не проводились.

Интродукция экологически приспособленных слаброслых клоновых подвоев яблони будет способствовать развитию интенсивного садоводства в регионе. Ученые многих стран дали определение каким требованиям должен соответствовать современный сад – это скороплодность, минимализация расходов на средства защиты за счет малообъемной кроны,

сокращение срока окупаемости затрат на закладку до 4-5 лет, высокая морозостойкость корней (до -18°C), снижение затрат на раскорчевку насаждений, регулярная прибыль [11; 23; 24; 25]. Так же деревья на слаброслых клоновых подвоях более адаптированы к почвенно-климатическим условиям произрастания [19]. За более чем столетнюю историю изучения клоновых подвоев в России современные селекционеры дополнили этот список высокозимостойкими, засухоустойчивыми и неприхотливыми к почвенным особенностям формами клоновых подвоев [12; 18; 27].

Цель исследования: охарактеризовать адаптационные возможности клоновых подвоев яблони разного географического происхождения на юге Иркутской области и оценить вероятность их дальнейшего использования в садоводстве региона.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования послужили клоновые подвои селекции МичГАУ (62-396, 54-118, 70-20-20, 70-6-8, 64-143, 62-223), селекции А.П. Апо-яна (Армянский НИИВиП) (Арм18), подвой эстонской селекции (Е56), селекции Оренбургской ОССиВ (Урал, Урал2, Урал5, 18-7, ОБ-3-4, 4-12, 8-2), селекции Крымской ОСС (К-2). В качестве контроля использовался клон яблони ягодной (сибирской) (*Malus baccata*) (КСЯЯ). Клоновые подвои яблони, полученные в Мичуринском ГАУ, успешно зарекомендовали себя при создании зимостойких яблоневых садов как в России, так и в ряде зарубежных стран [5; 7; 33; 35].

Все исследования проводились в 2018-2022 гг. на коллекционных участках СИФИБР СО РАН, расположенных в г. Иркутске и Иркутском районе Иркутской области. Тип почвы на участках серая лесная, по granulometric composition – среднесуглинистая.

Природно-климатические условия региона исследования характеризуются резко континентальным климатом со значительными перепадами суточных температур. Зимы холодные и продолжительные. Средние зимние температуры варьируют от -13 до -18°C . Январь является самым холодным месяцем, с температурами в среднем $-19,3^{\circ}\text{C}$ (абсолютный минимум -52°C). Для конца января-начала февраля характерны длительный периоды (до 10 дней) понижения ночных температур ниже -30°C . Высота снежного покрова в среднем около 40 см. В феврале и марте перепады ночных и дневных температур могут достигать до 25°C в абсолютных значениях. Весна наступает в апреле и характеризуется резкими колебаниями от отрицательных температур (от $-6,6^{\circ}\text{C}$ до $-15,2^{\circ}\text{C}$) до высоких

положительных значений (от 21,1°C до 29°C). Вероятность возвратных заморозков сохраняется до конца второй декады мая (до -8°C). Безморозный период в зависимости от года наблюдений варьировал от 116 до 125 дней. Самый теплый летний месяц июль, дневная температура максимально повышается до 35°C, при этом ночная в редких случаях бывает выше 15°C. Количество осадков в теплое время года составляет в среднем 377 мм, основная часть которых выпадает во второй половине лета. Для осени характерен резкий переход к отрицательным температурам, без длительного периода закалки.

Самыми неблагоприятными годами за время исследований можно считать 2019-2020 и 2022-2023 гг. Зимние периоды этих лет были отмечены частым понижением температуры ниже -30°C. Весной (апрель) высокая температура (23°C) чередовалась с быстрым ее понижением до отрицательных температур, что значительно усугубило зимние повреждения. Самым благоприятным годом можно считать 2020-2021 гг.: отсутствие длительных периодов экстремально низких температур зимой; ровная, дружная весна без существенных перепадов температур; теплое, умеренно дождливое лето; теплая осень с достаточным периодом закалки.

Маточник клоновых подвоев был заложен на участке в Иркутском районе в 2016 г. Схема посадки 1,0х0,5 м. Было высажено каждой формы от 4 до 7 растений. В маточнике изучали сохранность маточных растений.

Испытания сорто-подвойных комбинаций в плодовом саду были проведены в опытных насаждениях яблони в коллекционном саду СИФИ-БР СО РАН. В качестве привоев были выбраны хорошо изученные сорта яблонь-полукультурок: Катюша, Превосходное, Райское, Лада. Критериями выбора были товарные качества плодов: вкус, длительность хранения, пригодность к переработке [30; 31].

Изучение подвоев в маточнике и сорто-подвойных комбинаций в саду проводили по программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [14].

Фенологические наблюдения за деревьями начинали проводить со второго года жизни (первый год после посадки) в третьей декаде апреля и продолжали до установления устойчивых морозов (ноябрь). В период вегетации фиксировали продолжительность каждого периода сезонного развития растений.

Зимостойкость клоновых подвоев и привитых растений проводили в полевых условиях [22; 29] по 6-ти балльной шкале: 0 – нет признаков подмерзания; 5 – дерево вымерзло полностью. По результатам оценки кло-

новые подвои распределяют по группам: высокзимостойкие (0-1 балл), зимостойкие (2 балла), среднезимостойкие (3 балла), слабокзимостойкие (4 балла), незимостойкие (5 баллов). Оценка зимнего иссушения включена в общее состояние растений [14].

Все данные представлены как среднее $\pm$ стандартное отклонение (CO). Статистическую значимость среди клоновых подвоев яблони по морозостойкости и зимостойкости оценивали с использованием однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с использованием программы MS Excel. Для варианта подвой-привой зимостойкость оценивали с использованием двухфакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с использованием программы MS Excel. Для двухфакторного опыта: первым фактором (А) приняли влияние подвоя, вторым фактором (В) были приняты влияние привоя. Коэффициент вариации (CV) рассчитывали для оценки изменчивости каждого определяемого признака.

Результаты и обсуждение

Адаптационный потенциал культуры складывается как из устойчивости к неблагоприятным условиям зимнего периода, так и из способности этой культуры проходить все стадии своего развития за короткий безморозный период сибирского лета. По этой причине характеристика фенологических фаз является важнейшей для понимания приспособленности той или иной культуры к климату региона исследования [32].

Многолетние фенологические наблюдения за растениями (2018-2022 гг.) показали, что основные моменты роста и развития различных генотипов подвоев протекают в зависимости от года в следующие сроки: начало вегетации с 25 апреля по 9 мая, цветение с 22 мая по 15 июня, конец периода роста побегов с 10 по 13 августа, листопад – с 3 по 12 октября. Быстрее всех заканчивали свой рост и, соответственно, достигали состояния покоя клон сибирской ягодной яблони (КСЯЯ) и Е-56, на 4-5 дней раньше остальных генотипов. Остальные генотипы клоновых подвоев завершали вегетацию примерно в одно время.

На третий год растения клоновых подвоев КСЯЯ, 8-2 и 62-223 вступили в фазу цветения и сформировали плоды. Цветение было непродолжительное от 3 до 6 дней. Созревание плодов было отмечено в первой декаде сентября (рис.1).

Для оценки способности деревьев переносить комплекс неблагоприятных зимних условий важно определить такой показатель, как полевая зимостойкость. Зимостойкость зависит от комплекса факторов, таких как

погодные условия, возраст растений, генотип, нагрузка урожаем и др. Погодные условия региона исследований выступают основной причиной повреждения плодовых растений.



Рис. 1. Плодоношение клонового подвоя селекции МичГАУ 62-223

Неблагоприятный вегетационный период характеризуется коротким безморозным периодом, недостаточной суммой положительных температур, продолжительными осадками, приводящими к снижению температуры и распространению болезней. Короткий период закаливания связан с резким снижением температуры в начале октября и, в связи с этим, с неполным прохождением последней фенологической фазы (листопад). Длительные временные промежутки (более недели экстремально низких температур в декабре, январе и феврале (ниже -30°C) и значительные перепады температур в конце февраля и начале марта, высокий уровень инсоляции, отраженный от снежного покрова, усугубляют морозные повреждения. Апрельские перепады температур часто оказываются летальными для сортов с недостаточной зимостойкостью.

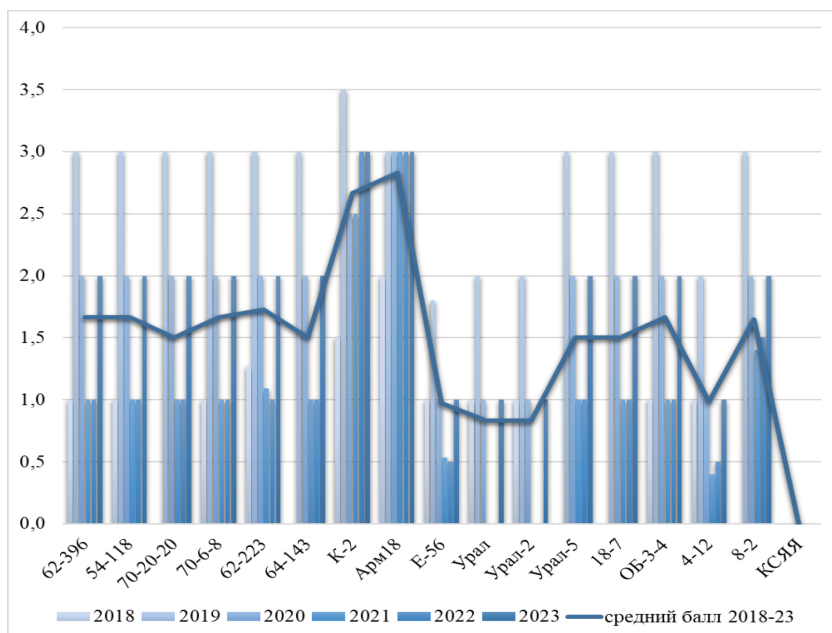


Рис. 2. Оценка зимостойкости клоновых подвоев в полевых условиях по годам, балл

По результатам однофакторного дисперсионного анализа было установлено достоверное влияние температуры на морозостойкость побегов растений клоновых подвоев. Принимается альтернативная гипотеза (1), так как все средние значения отличаются друг от друга. Расчетное значение критерия Фишера превышало табличное ($F_{\text{ф}} 18,4 \geq F_{\text{т}} 1,85$). Наименьшая существенная разница для 5% уровня значимости (НСР 05) равен 0,68. Коэффициент вариации (CV) составил 67,89%. Сравнить оценку морозостойкости побегов между генотипами клоновых подвоев и клоном сибирской ягодной яблони достоверно.

Оценка зимостойкости растений клоновых подвоев показала, что в самые критические по погодным условиям периоды больше всего пострадали растения клонового подвоя К-2 (до 3,5 баллов), самый высокий балл зимостойкости за этот период показали растения клоновых подвоев Е56 (1,8 балла), Урал и Урал2 (2,0 балла) (рис. 2). В условиях Оренбургской станции садоводства и питомниководства ВСТИСП клоновые подвои се-

рии Урал имеют устойчивость к морозам 1-1,5 балла [7; 8; 9]. Остальные генотипы получили 3,0 балла. Самым благоприятным для зимовки растений стал зимний период 2021-2022 гг., только растения клонового подвоя Арм18 показали балл повреждения 3,0. Остальные растения по шкале оценки получили 2,0 и менее балла (рис. 2).

Таблица 1.

Оценка зимостойкости клоновых подвоев

Клоновый подвой	Средний балл 2018-2023	СО	Оценка зимостойкости
62-396	1,7	0,96	зимостойкий
54-118	1,7	0,96	зимостойкий
70-20-20	1,5	1,29	зимостойкий
70-6-8	1,7	0,96	зимостойкий
62-223	1,7	0,87	зимостойкий
64-143	1,5	1,29	зимостойкий
К-2	2,7	0,82	слабозимостойкий
Арм18	2,8	0,5	слабозимостойкий
Е-56	1,0	0,53	высокозимостойкий
Урал	0,8	0,82	высокозимостойкий
Урал-2	0,8	0,82	высокозимостойкий
Урал-5	1,5	1,29	зимостойкий
18-7	1,5	1,29	зимостойкий
ОБ-3-4	1,7	0,96	зимостойкий
4-12	1,0	0,66	высокозимостойкий
8-2	1,7	1,25	зимостойкий
КСЯЯ	0,0	0,00	высокозимостойкий

В результате оценки клоновых подвоев генотипы Арм-18, К-2 при возделывании в условиях Иркутской области в период с 2018-2023 гг. были оценены как слабозимостойкие, остальные генотипы были оценены как зимостойкие (табл. 1). К высокозимостойким клоновым подвоям мы отнесли КСЯЯ, Урал, Урал-2, 4-12 и Е-56. Эти результаты были полностью подтверждены экспериментами по искусственному промораживанию [17].

Для успешного возделывания новой культуры важны не только экологические условия, но и правильно подобранная сорто-подвойная комбинация [20]. На второй год клоновые подвои были привиты адаптивными для региона сортами яблонь-полукультурок [31].

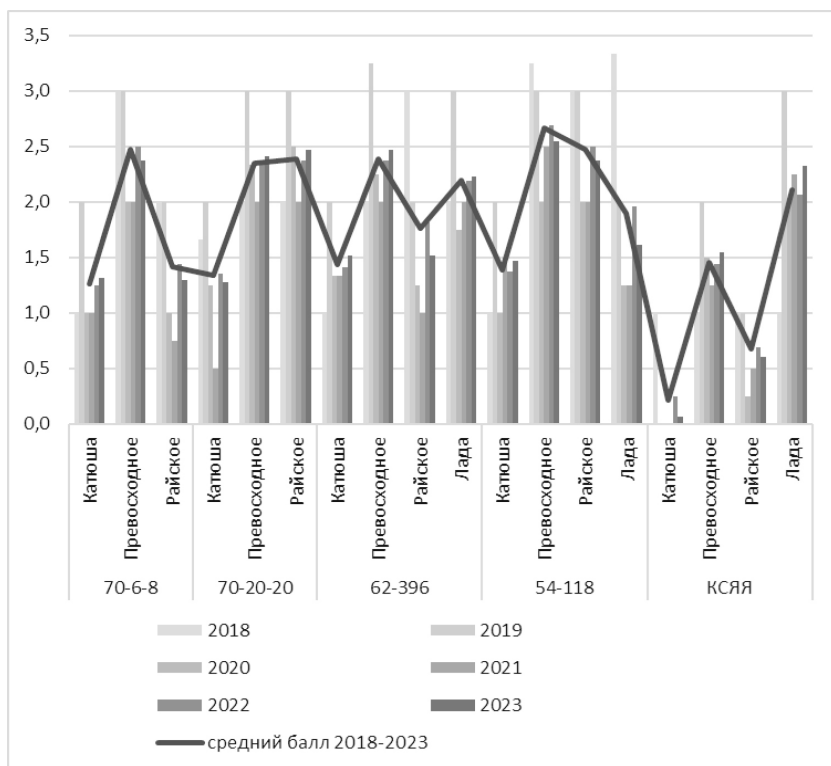


Рис. 3. Оценка зимостойкости привитых деревьев по годам, балл

Дисперсионный анализ для двухфакторного опыта, в котором первым фактором (А) приняли влияние подвоя, вторым фактором (В) были приняты влияние привоя показал значимость влияния обоих факторов, расчетное значение критерия Фишера превышало табличное (для фактора А $F_{ф} 30,08 \geq F_{т} 2,68$; для фактора В $F_{ф} 22,48 \geq F_{т} 2,26$). Детерминация фактора А указывает, что зимостойкость привитого растения на 63,52 % зависит от фактора А. Детерминация фактора В показала зависимость от фактора на 32,89 %. Детерминация АВ составила 98,37%. Стандартное отклонение (СО) между годами составило от 0,4 до 0,9 и от 0 до 0,5 в варианте каждого года.

Все клоновые подвои, используемые для прививки, кроме контроля (КСЯЯ) были оценены как зимостойкие, КСЯЯ – высокозимостойкий.

Деревья сорта Катюша во всех вариантах были оценены как высокозимостойкие. Сорт Райское на клоновом подвое 70-6-8, 62-396 и КСЯЯ был оценен как высокозимостойкий, на подвоях 70-20-20 и 54-118 оценен как зимостойкий. Сорт Превосходное на клоновом подвое КСЯЯ был оценен как высокозимостойкий, на клоновых подвоях 70-20-20 и 62-396 как зимостойкий и на клоновых подвоях 70-6-8 и 54-118 как среднезимостойкий. Сорт Лада во всех вариантах был оценен как зимостойкий (рис. 3).

В 2023 г сравнили биометрические показатели надземной части (высота дерева) привитых сортов яблонь-полукультурок в зависимости от подвоя (таблица 2). Наиболее выраженным влияние подвоя на рост привоя наблюдалось у сорта Катюша. На карликовых подвоях 62-396 и 70-6-8 высота деревьев в среднем составляла 49 и 62 % от контроля, что соответствует описаниям данным клоновых подвоев [15]. Сорт Превосходное только при прививке на подвой 62-396 показал снижение силы роста на 40%, остальные виды подвоев ограничили рост данного сорта только на 24-30%. Деревья сорта Лада при прививке и на карликовый подвой 62-396 и на полукарликовый 54-118 показали практически одинаковое снижение роста (12-14%). Яблоня сорта Райское при прививке на карликовый подвой 70-6-8 показала снижение роста только на 10%, в то время как на остальных видах подвоев сила роста этого сорта снизилась на 21-28%.

Одним из самых важных свойств клоновых подвоев является их способность влиять на скорость вступления в плодоношение привитых сортов [23]. Сокращение времени от прививки до товарного урожая очень важно с экономической точки зрения [24], так как увеличивает срок службы дерева в условиях сурового сибирского климата. Яблони-полукультурки на семенных подвоях в зависимости от сорта вступают в плодоношение на 4-5 год. При этом очень часто время вступления в плодоношение у каждого сорта может меняться в зависимости от ряда факторов: качество подвоя; способ и высота прививки; длина вегетационного периода, предшествующего вступлению в плодоношение; влияние болезней и вредителей. В большинстве своем яблони-полукультурки имеют периодичность плодоношения, что мешает оценке продуктивности сорта на разных подвоях.

Первое цветение и единичное плодоношение на клоновых подвоях было отмечено в 2020 г, через три года после окулировки. Первые плоды на деревьях, привитых на семенной подвой (сеянец яблонной яблони),

появились только в 2022 г. Время цветения яблони в этом году сопровождалось обильными осадками, которые явились причиной вспышки весенней формы монилиоза. Поэтому сравнить продуктивность деревьев на семенном и клоновых подвоях мы смогли только в 2023 г. (таблица 3). Более скороплодными как на семенном, так на клоновых подвоях показали себя сорта Катюша и Райское.

Таблица 2.

**Высота дерева изученных сортов яблонь-полукультурок
в зависимости от подвоя, 2023 г.**

Сорт яблони	Подвой	Высота дерева, среднее значение, см	% от контроля
Катюша	70-20-20	194,9±5,8	82
	62-396	115±4,5	49
	54-118	200,7±6,3	85
	70-6-8	145,9±21,3	62
	Сеянец ягодной яблони	236,4±13,8	100
Райское	70-20-20	141,9±15,5	72
	62-396	154,6±6,2	79
	54-118	145,4±15,1	74
	70-6-8	175,7±6,3	90
	Сеянец ягодной яблони	195,7±4,4	100
Лада	62-396	183,6±20,7	88
	54-118	179,9±16,7	86
	Сеянец ягодной яблони	208,9±6,1	100
Превосходное	70-20-20	200,7±17,8	77
	62-396	156,3±9,9	60
	54-118	183,7±3,8	70
	70-6-8	199,7±8,3	76
	Сеянец ягодной яблони	261,4±14,2	100

Эти же сорта показали высокую продуктивности при прививке на клоновые подвое по сравнению с деревьями, привитыми на сеянцы ягодной яблони. Сорт Лада показал более высокую продуктивность на карликовом подвое 62-396, чем на полукарликовом 54-118 и семенном подвое (рис. 4).

Таблица 3.

**Продуктивность изученных сортов яблонь-полукультурок
в зависимости от подвоя, 2023 г.**

Сорт яблони	Подвой	Вступление в пло- доношение, год	Продуктивность, средне значение, кг
Катюша	70-20-20	2020	14,4±0,9
	62-396	2020	11±0,6
	54-118	2020	10,6±0,6
	70-6-8	2020	14,9±0,1
	Сеянец ягодной яблони	2022	9,1±0,6
Райское	70-20-20	2020	9,3±0,8
	62-396	2020	7,7±0,4
	54-118	2020	7,3±0,4
	70-6-8	2020	7,6±0,4
	Сеянец ягодной яблони	2022	2,9±0,1
Лада	62-396	2021	5,6±1,5
	54-118	2021	1,3±0,4
	Сеянец ягодной яблони	2023	0,2±0,1
Превос- ходное	70-20-20	2021	1,5±0,3
	62-396	2021	1,5±0,4
	54-118	2021	1,5±0,4
	70-6-8	2021	1,5±0,5
	Сеянец ягодной яблони	2023	0,1±0,0

Заключение

Фенологические наблюдения показали, что климатические условия изучаемого региона способствуют полному прохождению всех фаз развития изученных генотипов клоновых подвоев. Многолетнее изучение полевой зимостойкости клоновых подвоев показало, что основная часть изученных генотипов оценены как зимостойкие и перспективны для дальнейшего изучения. Все это позволило нам выделить наиболее ценные для селекции клоновые подвои для Южного Предбайкалья: Е56, Урал, Урал 2, 4-12 и КСЯЯ. Изучение подвой-привойных взаимоотношений показало, что клоновые подвои влияют на зимостойкость, силу роста и скороплодность привитых сортов яблонь-полукультурок, причем это влияние зависит не только от генотипа подвоя, но и от сорта привитой яблони.



А



Б



В



Г

Рис. 4. Плодоношение яблонь-полукультурок сибирской селекции на карликовых подвоях: Лада (А) и Катюша (Б) на подвое 62-396; Катюша на подвоях 70-20-20 (В) и 54-118 (Г).

Благодарности. Работа выполнена на оборудовании ЦКП «Биоаналитика» с использованием коллекций ЦКП «Биоресурсный центр» СИФИБР СО РАН г. Иркутск.

Acknowledgments. The work was carried out on the equipment of the Center for Shared Use “Bioanalytics” using the collections of the Center for Shared Use “Bioresource Center” SIPFB SB RAS, Irkutsk.

Список литературы

1. Азаров О. И., Савин Е. З., Демина Л. Г. Перспективные клоновые подвой яблони Волго-Уральского региона // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 1 (176). С. 120-123.
2. Журавлева А. В. Размножение клоновых подвоев яблони зелеными и одревесневшими черенками // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31, №. 12. С. 44-46.
3. Журавлева А. В. Влияние клоновых подвоев 54-118 и 62-396 на биометрические показатели саженцев яблони // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32, №. 11. С. 57-59. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-11115>
4. Журавлева А. В. Особенности размножения клоновых подвоев яблони зелеными черенками при использовании различных стимуляторов корнеобразования // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33, №. 12. С. 65-67. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-11213>
5. Красова Н. Г., Ожерельева З. Е., Галашева А. М. Оценка зимостойкости сортов яблони в слаборослом саду в полевых и лабораторных условиях // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2007. С. 104-110.
6. Мережко О. Е. и др. Результаты изучения клоновых подвоев яблони в различных экологических условиях Волго-Уральского региона // Плодоводство и ягодоводство России. 2020. Т. 63, №. 1. С. 137-145. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2020-63-137-145>
7. Мурсалимова Г. Р. Интродукция генофонда клоновых подвоев и его использование при модернизации сортимента Приуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 6 (50). С. 149-152.
8. Мурсалимова Г. Р. Клоновые подвой яблони селекции Оренбургской опытной станции садоводства и виноградарства // Современное садоводство. 2019. № 2. С. 27-34. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2019-10205>
9. Мурсалимова Г. Р. Перспективный сорт слаборослого подвоя // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 6 (62). С. 56-58.

10. Мурсалимова Г. Р. и др. Селекционная оценка подвоев яблони селекции оренбургской опытной станции садоводства и виноградарства на комплекс хозяйственно-ценных признаков растений // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2014. № 4. С. 6.
11. Ожерельева З. Е., Красова Н. Г., Галашева А. М. Морозостойкость яблони на карликовых подвоях // Современное садоводство. 2016. № 2 (18). С. 35-41.
12. Пономаренко В. В., Пономаренко К. В. Генетические ресурсы яблони России как исходный материал для селекции подвоев // Достижения науки и инновации в садоводстве: мат. междунар. науч.-практ. конф. Мичуринск: Изд-во МичГАУ, 2009. С. 43-46.
13. Поух Е. В. Оценка интродуцированных клоновых подвоев яблони в маточнике в южной зоне плодородия Республики Беларусь // Вестник БарГУ Серия «Биологические науки. Сельскохозяйственные науки». 2019. С. 124-124.
14. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (Под общей редакцией 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.
15. Помология: в 5-ти томах / Рос. Акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур; редкол.: Е.Н. Седов (глав. ред.) [и др.] Орел: ВНИИСПК, 2005 Т. 1: Яблоня. 2005. 575 с.
16. Раченко М.А., Шигарова А.М., Путилина Т.Е., Раченко Е.И. Перспективы промышленного садоводства в Южном Предбайкалье // Вестник РАСХН. 2013. № 3. С. 18-21.
17. Раченко М.А., Раченко А.М., Киселева Е.Н. Полевые и лабораторные испытания клоновых подвоев в Южном Предбайкалье // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2023. № 3. С. 53-57. <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2023/3/53-57>
18. Савин Е. З., Мурсалимова Г. Р., Мережко О. Е. Выход клоновых подвоев яблони в зависимости от повреждения маточных кустов морозами в степных условиях Южного Урала // Проблемы садоводства в Среднем Поволжье: сб. тр. 2011. С. 234-244.
19. Савин Е. З., Березина Т. В. Результаты селекции клоновых подвоев яблони в условиях Среднего Поволжья // Инновационные тенденции и сорта для устойчивого развития современного садоводства. 2015. С. 196-221.
20. Савин Е. З., Березина Т. В., Логинчев Е. Размножение подвоев плодовых культур и выращивание саженцев в национальном парке «бузулукский бор» // Вестник Оренбургского государственного университета. 2018. № 3 (215). С. 120-127. <https://doi.org/10.25198/1814-6457-215-120>

21. Трунов Ю. В. и др. Перспективные клоновые подвои яблони для интенсивных садов // Садоводство и виноградарство. 2020. № 2. С. 34-40. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2020-2-34-40>
22. Bittenbender H. C., Howell G. S. Adaptation of the Spearman-Kärber Method for Estimating the T50 of Cold Stressed Flower Buds1 // Journal of the American Society for Horticultural Science. 1974. Vol. 99, № 2. P. 187-190. <https://doi.org/10.21273/JASHS.99.2.187>
23. Di Vaio C. et al. Effect of interstock (M. 9 and M. 27) on vegetative growth and yield of apple trees (cv “Annurca”) // Scientia Horticulturae. 2009. Vol. 119, № 3. P. 270-274. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.08.019>
24. Evans K. M. et al. Development of a new apple rootstock framework map // IX International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems 903. 2008. P. 69-74. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.903.4>
25. Fazio G. et al. Implementation of molecular marker technologies in the Apple Rootstock Breeding program in Geneva-challenges and successes // IX International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems 903. 2008. P. 61-68. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.903.3>
26. Holubowicz T., Cummins J. N., Forsline P. L. Responses of Malus clones to programmed low-temperature stresses in late winter // Journal of the American Society for Horticultural Science. 1982. Vol. 107(3). P. 492-496. <https://doi.org/10.21273/JASHS.107.3.492>
27. Ikase L., Rubauskis E., Rezgale Z. Evaluation results of Finnish apple rootstocks In Latvia // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences. 2017. Vol. 71, № 3. P. 132-136. <https://doi.org/10.1515/prolas-2017-0023>
28. Lindén L., Rita H., Suojala T. Logit models for estimating lethal temperatures in apple // HortScience. 1996. Vol. 31, № 1. P. 91-93.
29. Lisek, Jerzy. Frost damage of buds on one-year-old shoots of wine and table grapevine cultivars in central Poland following the winter of 2008/2009. 2009. P. 149-161.
30. Rachenko M. A. et al. The fruit of Siberian apple varieties as raw material for juice production // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2020. Vol. 421, № 3. P. 032022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/421/3/032022>
31. Rachenko M. A., Rachenko A. M. Adaptation capabilities of apple trees in the Southern Baikal region // IOP Conference Series: Earth and Environ-

- mental Science. IOP Publishing. 2021. Vol. 677, № 5. P. 052065. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052065>
32. Szalay L. et al. Changing of the flower bud frost hardiness in three Hungarian apricot cultivars // Horticultural Science. 2016. Vol. 43, № 3. P. 134. <https://doi.org/10.17221/161/2015-HORTSCI>
33. Univer N., Univer T., Tiirmaa K. Effect of five rootstocks on growth and yield of four apple cultivars in young orchard // Sodininkystė ir daržininkystė. 2006. Vol. 25. P. 192-198.
34. Wang J. et al. A new function of MbIAA19 identified to modulate malus plants dwarfing growth // Plants. 2023. Vol. 12, № 17. P. 3097. <https://doi.org/10.3390/plants12173097>
35. Wrona D., Sadowski A. Comparison of 18 rootstocks for apple tree cv. 'Elise' in V planting system // Sodininkystė ir daržininkystė. 2006. Vol. 25. P. 144-150.

References

1. Azarov O. I., Savin E. E. Z., Demenina L. G. Prospective clonal rootstocks of apple trees of the Volga-Ural region. *Bulletin of Orenburg State University*, 2015, no. 1 (176), pp. 120-123.
2. Zhuravleva A. V. Propagation of clonal rootstocks of apple trees by green and woody cuttings. *Achievements of science and technology of agroindustrial complex*, 2017, vol. 31, no. 12, pp. 44-46.
3. Zhuravleva A. B. Influence of clonal rootstocks 54-118 and 62-396 on biometric parameters of apple tree seedlings. *Achievements of science and technology of the agroindustrial complex*, 2018, vol. 32, no. 11, pp. 57-59. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-11115>
4. Zhuravleva A. V. Features of propagation of apple clonal rootstocks by green cuttings when using different root formation stimulators. *Achievements of science and technology of agroindustrial complex*, 2019, vol. 33, no. 12, pp. 65-67. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-11213>
5. Krasova N. G., Ozherelieva Z. E., Galasheva A. M. Evaluation of winter hardiness of apple-tree varieties in low-growing orchard in field and laboratory conditions. *Selection and variety breeding of horticultural crops*, 2007, pp. 104-110.
6. Merezko O. E. et al. Results of the study of apple clonal rootstocks in different ecological conditions of the Volga-Ural region. *Horticulture and Berry Growing of Russia*, 2020, vol. 63, no. 1, pp. 137-145. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2020-63-137-145>
7. Mursalimova G. R. Introduction of the gene pool of clonal rootstocks and its use in the modernization of variety in the Urals. *Izvestiya Orenburgskogo State Agrarian University*, 2014, no. 6 (50), pp. 149-152.

8. Mursalimova G. R. Clonal rootstocks of apple trees of selection of the Orenburg Experimental Station of Horticulture and Viticulture. *Modern Horticulture*, 2019, no. 2, pp. 27-34. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2019-10205>
9. Mursalimova G. R. Prospective variety of low-growing rootstock. *Izvestiya Orenburgskogo State Agrarian University*, 2016, no. 6 (62), pp. 56-58.
10. Mursalimova G. R. et al. Selective evaluation of apple rootstocks selection of the Orenburg experimental station of horticulture and viticulture on the complex of economically valuable plant traits. *Bulletin of the Orenburg Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*, 2014, no. 4, pp. 6.
11. Ozherelieva Z. E., Krasova N. G., Galasheva A. M. Frost resistance of apple trees on dwarf rootstocks. *Modern Horticulture*, 2016, no. 2 (18), pp. 35-41.
12. Ponomarenko V. V., Ponomarenko K. V. Genetic resources of Russian apple trees as source material for selection of rootstocks. *Science achievements and innovations in horticulture: mat. of the international scientific and practical conference*. Michurinsk: MichGAU Publ., 2009, pp. 43-46.
13. Poukh E. V. Evaluation of introduced clonal apple-tree rootstocks in the mother tree in the southern zone of fruit-growing in the Republic of Belarus. *Bulletin of BarSU Series "Biological sciences. Agricultural sciences"*, 2019, pp. 124-124.
14. Program and methodology of varietal studies of fruit, berry and nut crops (Under the general editorship of Academician of Russian Academy of Agricultural Sciences E.N. Sedov and Dr. T.P. Ogoltsova). Orel: All-Russian Research Institute of Fruit Crops Breeding Publ., 1999, 608 c.
15. *Pomology*: in 5 volumes / Ros. Acad. of Agricultural Sciences, All-Russian Research Institute of Fruit Crops Breeding; editor: E.N. Sedov (chief editor). Sedov (chief editor) [and others]. Orel: VNIISPK, 2005. Vol. 1: Apple-tree, 2005, 575 p.
16. Rachenko M.A., Shigarova A.M., Putilina T.E., Rachenko E.I. Prospects for industrial horticulture in Southern Predbaikalia. *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*, 2013, no. 3, pp. 18-21.
17. Rachenko MA, Rachenko AM, Kiseleva EN. Field and laboratory tests of clonal rootstocks in Southern Predbaikalia. *Bulletin of Russian Agricultural Science*, 2023, no. 3, pp. 53-57. <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2023/3/53-57>
18. Savin E. Z., Mursalimova G. R., Merezhko O. E. Yield of apple clonal rootstocks depending on frost damage of mother bushes in the steppe conditions of the Southern Urals. *Problems of Horticulture in the Middle Volga Region: collection of works*, 2011, pp. 234-244.
19. Savin E. Z., Berezina T. V. Results of selection of clonal apple rootstocks in the conditions of the Middle Volga region. *Innovative trends and varieties for sustainable development of modern horticulture*, 2015, pp. 196-221.

20. Savin E. Z., Berezina T. V., Loginchev E. Propagation of fruit crop scions and cultivation of seedlings in the national park “Buzulukskiy Bor”. *Bulletin of Orenburg State University*, 2018, no. 3 (215), pp. 120-127. <https://doi.org/10.25198/1814-6457-215-120>
21. Trunov Yu. V. et al. Prospective clonal apple rootstocks for intensive orchards. *Horticulture and viticulture*, 2020, no. 2, pp. 34-40. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2020-2-34-40>
22. Bittenbender H. C., Howell G. S. Adaptation of the Spearman-Kärber Method for Estimating the T50 of Cold Stressed Flower Buds1 // *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 1974. Vol. 99, № 2. P. 187-190. <https://doi.org/10.21273/JASHS.99.2.187>
23. Di Vaio C. et al. Effect of interstock (M. 9 and M. 27) on vegetative growth and yield of apple trees (cv “Annurca”). *Scientia Horticulturae*, 2009, vol. 119, no. 3, pp. 270-274. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.08.019>
24. Evans K. M. et al. Development of a new apple rootstock framework map. *IX International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems* 903, 2008, pp. 69-74. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.903.4>
25. Fazio G. et al. Implementation of molecular marker technologies in the Apple Rootstock Breeding program in Geneva-challenges and successes. *IX International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems* 903, 2008, pp. 61-68. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.903.3>
26. Holubowicz T., Cummins J. N., Forsline P. L. Responses of Malus clones to programmed low-temperature stresses in late winter. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 1982, vol. 107(3), pp. 492-496. <https://doi.org/10.21273/JASHS.107.3.492>
27. Ikase L., Rubauskis E., Rezgale Z. Evaluation results of Finnish apple rootstocks In Latvia. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*. 2017, vol. 71, no. 3, pp. 132-136. <https://doi.org/10.1515/prolas-2017-0023>
28. Lindén L., Rita H., Suojala T. Logit models for estimating lethal temperatures in apple. *HortScience*, 1996, vol. 31, no. 1, pp. 91-93.
29. Lisek, Jerzy. Frost damage of buds on one-year-old shoots of wine and table grapevine cultivars in central Poland following the winter of 2008/2009. 2009, pp. 149-161.
30. Rachenko M. A. et al. The fruit of Siberian apple varieties as raw material for juice production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.

- IOP Publishing, 2020, vol. 421, no. 3, p. 032022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/421/3/032022>
31. Rachenko M. A., Rachenko A. M. Adaptation capabilities of apple trees in the Southern Baikal region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2021. vol. 677, no. 5, p. 052065. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052065>
 32. Szalay L. et al. Changing of the flower bud frost hardiness in three Hungarian apricot cultivars. *Horticultural Science*, 2016, vol. 43, no. 3, p. 134. <https://doi.org/10.17221/161/2015-HORTSCI>
 33. Univer N., Univer T., Tiirmaa K. Effect of five rootstocks on growth and yield of four apple cultivars in young orchard. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 2006, vol. 25, pp. 192-198.
 34. Wang J. et al. A new function of MbIAA19 identified to modulate malus plants dwarfing growth. *Plants*, 2023, vol. 12, no. 17, p. 3097. <https://doi.org/10.3390/plants12173097>
 35. Wrona D., Sadowski A. Comparison of 18 rootstocks for apple tree cv. ‘Elise’ in V planting system. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 2006, vol. 25, pp. 144-150.

ВКЛАД АВТОРОВ

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи для публикации.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

The authors contributed equally to this article.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Раченко Максим Анатольевич, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории физиолого-биохимической адаптации растений, заведующий отделом прикладных и экспериментальных разработок

СИФИБР СО РАН

ул. Лермонтова, 132, г. Иркутск, Иркутская обл., 664033, Российская Федерация

bigmks73@rambler.ru

Раченко Анна Максимовна, аспирант кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета; инженер отдела прикладных и экспериментальных разработок

*Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского; СИФИБР СО РАН
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, 664038,
Российская Федерация; ул. Лермонтова, 132, Иркутск, Иркутская
обл., 664033, Российская Федерация
ann_rachenko@mail.ru*

Киселева Елена Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, науч-
ный сотрудник отдела прикладных и экспериментальных разработок
*СИФИБР СО РАН
ул. Лермонтова, 132, г. Иркутск, Иркутская обл., 664033, Россий-
ская Федерация
elenasolya@mail.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Maxim A. Rachenko, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher of the
Laboratory of Physiological-Biochemical Adaptation of Plants, Head of
the Department of Applied and Experimental Developments
*SIPFB SB RAS
132, Lermontov Str., Irkutsk, Irkutsk region, 664033, Russian Federation
bigmks73@rambler.ru
SPIN-code: 1997-2163
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7644-7771>
ResearcherID: J-4520-2018
Scopus Author ID: 57211206154*

Anna M. Rachenko, Graduate Student of the Department of Agriculture and
Plant Growing, Faculty of Agronomy; Engineer of Department of Ap-
plied and Experimental Developments
*Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Yezhevsky; SIPFB
SB RAS
Molodezhny village, Irkutsk district, Irkutsk region, 664038, Russian
Federation; 132, Lermontov Str., Irkutsk, Irkutsk region, 664033, Rus-
sian Federation
ann_rachenko@mail.ru
SPIN-code: 6033-5300
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5568-4938>
ResearcherID: JYO-4456-2024
Scopus Author ID: 57214235970*

Elena N. Kiseleva, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher of Department of Applied and Experimental Developments

SIPFB SB RAS

132, Lermontov Str., Irkutsk, Irkutsk region, 664033, Russian Federation

elenasolya@mail.ru

SPIN-code: 2671-3418

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4267-5829>

ResearcherID: JEP-1390-2023

Scopus Author ID: 57219097186

Поступила 31.01.2024

После рецензирования 29.03.2024

Принята 05.04.2024

Received 31.01.2024

Revised 29.03.2024

Accepted 05.04.2024