

УДК 634.11:631.561:631.563
EDN OCMZKY

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Показатели съемной зрелости и лежкости плодов в зависимости от схем посадки яблони в Предгорной зоне Крыма

Кириченко В.С.[✉], Смыков А.В.

Институт садоводства Никитского ботанического сада – Национального научного центра РАН, г. Ялта, Республика Крым, Россия

[✉]loginova_v_koss@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований (2019–2020 гг.) влияния различных схем посадки на качественные показатели и лежкость плодов трех перспективных сортов яблони: Бреберн, Дюльбер и Ренет Симиренко. Исследования проводились в условиях интенсивного сада с использованием четырех вариантов размещения деревьев: 4 × 1 м (контроль), 4 × 1,25 м, 4 × 0,75 м и 4 × 0,5 м. Особое внимание уделялось изучению взаимосвязи между плотностью посадки и основными параметрами качества плодов, определяющими их товарные свойства и сохранность при длительном хранении. Для оценки использовались современные методы: определение плотности мякоти пенетрометром, содержание сухих веществ – рефрактометрией, степень зрелости – йодкрахмальная проба, мониторинг массы при хранении в регулируемой газовой среде, а также анализ пораженности заболеваниями. Органолептическая оценка проводилась дегустационной комиссией по стандартной шкале. Результаты показали, что плотность мякоти зависит от схемы посадки; максимальную плотность демонстрировали: Бреберн – при 4 × 0,75 м (7,8 кг/см²), Дюльбер – при 4 × 0,5 м (7,5 кг/см²), Ренет Симиренко – в контрольных условиях (8,2 кг/см²). Максимальное содержание сухих веществ (14,2–16,5 %) отмечено при традиционной схеме 4 × 1 м. Наименьшие потери при хранении зафиксированы: у Бреберн – 2,8 % (4 × 1,25 м), Дюльбер – 3,1 % (4 × 0,5 м), Ренет Симиренко – 2,5 % (4 × 1,25 м). На основе комплексного анализа разработаны рекомендации по оптимальным схемам посадки для каждого сорта, позволяющие максимально реализовать их потенциал качества и лежкости. Результаты исследования важны для совершенствования технологий закладки интенсивных садов и выбора сортов в конкретных почвенно-климатических условиях.

Ключевые слова: яблоня; средняя масса; товарное качество; плотность мякоти; гидролиз крахмала плодов.

Для цитирования: Кириченко В.С., Смыков А.В. Показатели съемной зрелости и лежкости плодов в зависимости от схем посадки яблони в Предгорной зоне Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):232-238. EDN OCMZKY.

ORIGINAL RESEARCH

Indicators of picking maturity and keeping quality of fruits depending on the planting patterns of apple trees in the Piedmont zone of Crimea

Kirichenko V.S.[✉], Smykov A.V.

Institute of Horticulture of Crimea, Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the RAS, Yalta, Republic of Crimea, Russia

[✉]loginova_v_koss@mail.ru

Abstract. This article presents the results of study (2019–2020) on the influence of different planting patterns on quality parameters and storage potential of fruits from three promising apple cultivars: 'Brebren', 'Dul'ber', and 'Renet Simirenko'. The research was conducted in an intensive orchard system with four tree planting patterns: 4×1 m (control), 4×1.25 m, 4×0.75 m, and 4×0.5 m. Particular attention was paid to the relationship between planting density and key fruit quality parameters affecting marketability and long-term storage performance. A comprehensive evaluation was performed using modern research methods: determination of flesh firmness using penetrometer, measurement of soluble solids content by refractometry, assessment of maturity stage through iodine-starch test, regular monitoring of natural weight loss during controlled atmosphere storage, and detailed analysis of fruit susceptibility to major postharvest diseases. Sensory evaluation was conducted by a qualified tasting panel using a standard 5-point scale. The results revealed significant dependence of flesh firmness on planting pattern. The highest flesh firmness was demonstrated by: 'Brebren' at 4×0.75 m pattern (7.8 kg/cm²), 'Dul'ber' at 4×0.5 m (7.5 kg/cm²), and 'Renet Simirenko' in the control conditions (8.2 kg/cm²). Maximum content of soluble solids (14.2–16.5%) was observed in the traditional 4×1 m planting pattern for all studied cultivars. The lowest natural weight loss during storage was recorded for: 'Brebren' - 2.8% (4×1.25 m), 'Dul'ber' - 3.1% (4×0.5 m), and 'Renet Simirenko' - 2.5% (4×1.25 m). Based on the comprehensive analysis, practical recommendations were developed for optimal planting patterns for each cultivar in order to maximize their quality potential and keeping performance. The research findings are of significant importance for improving intensive orchard establishment technologies, and can be applied when selecting cultivars for specific soil and climatic conditions.

Key words: apple tree; average weight; commercial quality; flesh firmness; fruit starch hydrolysis.

For citations: Kirichenko V.S., Smykov A.V. Indicators of picking maturity and keeping quality of fruits depending on the planting patterns of apple trees in the Piedmont zone of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3):232-238. EDN OCMZKY (in Russian).

Введение

Яблоня отличается не только вкусными и сочными плодами, но и высоким содержанием в них различных биологически ценных веществ: сахаров,

витаминов, пектинов и минеральных веществ, что делает их важной частью здорового питания [1–3].

Плоды имеют низкий гликемический индекс (примерно 36–40), поэтому они не вызывают резкого подъема уровня сахара в крови [4, 5]. Плоды яблони способствуют снижению уровня холестерина и уменьшают риск сердечно-сосудистых заболеваний

[6, 7]. Клетчатка, а также антоцианы и флавоноиды помогают улучшить состояние сердечно-сосудистой системы [8, 9], а витамин С оптимизирует окислительно-восстановительные процессы в организме человека и повышает иммунитет [10]. Антиоксиданты кверцетин и эпикатехин помогают бороться с воспалением и окислительным стрессом, что благоприятно влияет на общее состояние здоровья и замедляет процессы старения [11].

В Крыму сбор яблок начинается в июле с летних сортов и продолжается до октября. Благодаря современным технологиям хранения свежие яблоки доступны потребителям круглый год [12, 13]. Особое значение при этом имеют позднезимние сорта, плоды которых отличаются повышенной лежкостью. Эти сорта способны длительное время сохранять свои товарные и потребительские качества: привлекательный внешний вид, отличные вкусовые характеристики и высокое содержание полезных веществ [14]. Кроме того, они проявляют устойчивость к физиологическим нарушениям при хранении и к распространенным грибным заболеваниям [15]. Эти свойства имеют важное экономическое значение, так как позволяют продлить срок реализации продукции и получать стабильный доход в межсезонный период, когда спрос на свежие яблоки особенно высок [16].

Показатель лежкости определяет длительность хранения плодов без заметного ухудшения их качества. На лежкость плодов влияют многие факторы: уровень агротехнического ухода [17, 18], сорт яблок и срок сбора, так как при сборе в период съемной зрелости они хранятся дольше, чем перезревшие или недозревшие плоды [19].

Съемная зрелость плодов яблони – это стадия, на которой плоды достигают максимально возможной зрелости для последующего сбора, но еще не достигли полного созревания [20]. Это важный момент в агрономии и садоводстве, так как оставление плодов на дереве после достижения съемной зрелости может привести к снижению их качества, увеличению потерь и ухудшению условий хранения [21, 22]. Одним из признаков съемной зрелости является изменение окраски плодов (появляется характерный для сорта окрас), плоды легче отделяются от ветки, что также является признаком готовности к сбору [23]. Наблюдается увеличение в них содержания сахаров и снижение уровня кислотности.

Естественные потери при хранении плодов яблони могут зависеть как от сорта, так и от схемы посадки, и это влияние можно рассмотреть через несколько ключевых факторов [24].

Сорта яблони имеют разные уровни содержания воды, сахаров и кислот в плодах, а также различную плотность мякоти. Сорта с высокой плотностью мякоти, как правило, лучше сохраняются, так как меньше подвержены таким болезням, как гнили [25].

Сорта с разной скоростью созревания имеют различные характеристики хранения. Ранние сорта бо-

лее подвержены механическим повреждениям и заболеваниям, чем сорта позднего срока созревания [26].

Разные схемы посадки (загущенная или более разреженная) могут влиять на проветривание плодов и, соответственно, на уровень влажности. Плохая вентиляция может привести к повышенному уровню влажности, что способствует образованию гнилей и других заболеваний [27].

Исследования проводились с целью оценить влияние различных схем посадки деревьев на оптимальные сроки съема и сохранность плодов яблони в период хранения.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в период с 2019 по 2022 гг. на отделении «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» в интенсивном саду 2013 г. посадки на слаборослом подвое М-9.

Объектом исследований являлись три сорта яблони Ренет Симиренко, Бреберн и Дюльбер при различных схемах посадки: 4 × 1 м (контроль), 4 × 1,25 м, 4 × 0,75 м и 4 × 0,5 м. Форма кроны – стройное веретено.

Почвы опытного участка лугово-аллювиального и делювиального происхождения. По механическому составу почва среднесуглинистая с содержанием глинистых частиц. Обеспеченность подвижными формами азота 1,5–1,9 мг и фосфора 2,8–6,5 мг на 100 г абсолютной сухой почвы средняя, а обменным калием высокая – 44–58 мг. В саду функционирует капельное орошение. Защиту растений от вредителей и болезней проводили в соответствии с рекомендациями для южной зоны выращивания.

Учеты и наблюдения проводили по программам и методикам сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [28], а статистическую обработку данных по методике Доспехова Б.А. с использованием программы Excel 2013 [29, 30].

Отбор на хранение проведен в соответствии с действующими стандартами.

Сорта позднего срока созревания сортировали на четыре сорта: высший (по наибольшему поперечному диаметру более 65 мм), первый (60 мм), второй (50 мм), третий (40 мм) согласно ГОСТ 21122-75 Яблоки свежие поздних сроков созревания. Технические условия.

Перед закладкой на хранение в плодах определяли показатели съемной зрелости: плотность мякоти, йодкрахмальную пробу, вкусовые качества и сухие растворимые вещества. Хранение плодов осуществлялось в экспериментальной холодильной камере со свободным доступом воздуха при температуре +1,0 °C и относительной влажности воздуха 85–90 %. Плоды снимали в стадии съемной зрелости, а их товарность соответствовала ГОСТ 21122-75. Плотность мякоти плодов определяли перед закладкой и в конце хранения.

После хранения была проведена дегустационная

оценка, определены потери и наличие физиологических заболеваний и болезней во всех вариантах опыта. Естественную убыль массы плодов устанавливали взвешиванием фиксированных проб.

Результаты и их обсуждение

В табл. 1 представлены показатели зрелости плодов яблони перед закладкой на хранение в зависимости от схемы посадки. Основные показатели зрелости плодов включают: плотность мякоти (кг/см²) – показатель, характеризующий твердость плодов; сухие растворимые вещества (%) – показатель, отражающий содержание сахаров и других растворимых веществ; степень гидролиза крахмала (балл) – показатель, характеризующий степень зрелости плодов на основе преобразования крахмала в сахара.

Плотность мякоти сорта Бреберн находилась в диапазоне от 10,3 до 11,4 кг/см². При схемах посадки 4 × 1,25 м и 4 × 0,75 м существенных различий с контролем по этому признаку не отмечали. При загущенной схеме посадки 4 × 0,5 м плотность мякоти заметно снизилась (10,3 кг/см²) по сравнению с контролем (11,4 кг/см²).

Содержание сухих растворимых веществ варьировало от 12 до 13 %. Во всех вариантах опыта наблюдали существенное снижение их концентрации в плодах – 10,2–11,0 %, в контроле – 13,0 %.

Степень гидролиза крахмала возросла только при загущенной схеме посадки 4 × 0,5 м (4,0 балла). В остальных вариантах опыта показатели от контроля не отличались.

Значения плотности мякоти Дюльбера варьировали от 7,6 до 8,5 кг/см². Значительное увеличение плотности мякоти до 8,5 кг/см² произошло в варианте 4 × 0,5 м, в контроле – 7,8 кг/см². В остальных вариантах существенных различий с контролем не отмечали.

Наибольшее содержание сухих растворимых веществ до 13,0 % определили у сорта Дюльбер при контрольной схеме посадки 4 × 1 м. Однако при других схемах показатели были значительно ниже контрольного.

Степень гидролиза крахмала заметно возросла только при загущенной схеме посадки 4 × 0,5 м (5,0 баллов), что соответствует наибольшей степени зрелости плодов.

Показатели плотности мякоти яблок сорта Ренета Симиренко варьировали от 10,8 до 11,6 кг/см². Уменьшение плотности мякоти отмечали при схеме посадки 4 × 1,25 м до 10,8 кг/см², в контроле – 11,4 кг/см². В остальных вариантах различий с контролем не было.

Наибольший процент сухих растворимых веществ (13,2 %) в плодах наблюдали при контрольной схеме размещения. В остальных вариантах опыта их содержание было ниже (11,1–11,8%), чем в контроле.

Во всех вариантах степень гидролиза крахмала составила 5 баллов, что свидетельствует об отсутствии влияния схем посадки на этот показатель.

Таблица 1. Показатели зрелости плодов яблони перед закладкой на хранение в зависимости от схемы посадки (форма кроны – стройное веретено; 2019–2020 гг.)

Table 1. Indicators of apple fruit maturity before placing for storage depending on the planting pattern (crown training - slender spindle; 2019–2020)

Схемы посадки	Плотность мякоти, кг/см ²	Сухие растворимые вещества, %	Степень гидролиза крахмала, балл
Бреберн			
4 × 1 м (контроль)	11,4±0,2	13,0±0,2	3,0±0,2
4 × 1,25 м	11,1±0,2	12,2±0,2*	3,0±0,2
4 × 0,75 м	11,3±0,2	12,0±0,2*	3,0±0,2
4 × 0,5 м	10,3±0,2*	12,2±0,2*	4,0±0,2*
HCP ₀₅	0,7	0,6	0,7
Дюльбер			
4 × 1 м (контроль)	7,8±0,2	13,0±0,6	4,0±0,2
4 × 1,25 м	7,7±0,2	11,0±0,6*	4,0±0,2
4 × 0,75 м	7,6±0,2	10,2±0,6*	4,0±0,2
4 × 0,5 м	8,5±0,2*	11,0±0,6*	5,0*±0,2
HCP ₀₅	0,6	1,7	0,7
Ренет Симиренко			
4 × 1 м (контроль)	11,4±0,2	13,2±0,5	5,0
4 × 1,25 м	10,8±0,2*	11,2±0,5*	5,0
4 × 0,75 м	11,6±0,2	11,8±0,5*	5,0
4 × 0,5 м	11,0±0,2	11,1±0,5*	5,0
HCP ₀₅	0,5	1,3	-

Примечание. * - Существенные различия с контролем при P=0,95

Схемы посадки, которые обеспечивают лучший доступ света к плодам, могут способствовать повышению качеству плодов, что, в свою очередь, может уменьшить количество естественных потерь при хранении (табл. 2).

У сорта Бреберн перед закладкой на хранение значения средней массы плода варьировали от 151,3 до 188,2 г. Наиболее крупные плоды наблюдали в вариантах 4 × 1,25 м – 188,2 г и 4 × 0,5 м – 181,7 г. В конце хранения масса плодов снизилась незначительно (от 153,8 до 156,7 г). Во всех вариантах отмечали существенно меньшее снижение естественных потерь (0,3–1,1 %), чем в контроле (1,85 %). Наименьшие естественные потери наблюдали при схеме посадки 4 × 1,25 м – 0,3 %.

У сорта Дюльбер перед закладкой на хранение средняя масса плода находилась на уровне от 368,6 до 452,8 г. Самые крупные плоды отмечали во всех вариантах схем посадки по сравнению с контролем. Существенные естественные потери отмечены при схемах посадки 4 × 1,25 м – 7,8 % и 4 × 0,75 м – 8,25 %, в контроле – 6,7 %. При схеме 4 × 0,5 м естественные потери были на уровне контроля – 5,96 %.

Перед закладкой на хранение средняя масса пло-

Таблица 2. Влияние сорта и схем посадки на естественные потери при хранении плодов яблони (форма кроны – стройное веретено)**Table 2.** The effect of cultivars and planting patterns on the natural postharvest weight loss in apple fruits (crown training - slender spindle)

Примечание. * - Существенные различия с контролем при P=0,95

дов сорта Ренет Симиренко находилась в пределах от 125,5 до 168,0 г. В конце хранения масса плодов снизилась незначительно. Наименьшие естественные потери наблюдали при схемах посадки 4 × 1,25 м – 1,06 % и 4 × 0,75 м – 1,13 %, в контроле – 1,83 %. В варианте 4 × 0,5 м заметных различий с контролем по естественным потерям не наблюдали (1,6 %).

Таким образом, проявились сортовые различия: у сорта Бреберн при всех схемах посадки отмечали существенное снижение естественных потерь по сравнению с контролем (4 × 1 м); у сорта Дюльбер в вариантах посадки 4 × 1,25 м и 4 × 0,75 м наблюдали значительное увеличение естественных потерь; у сорта Ренет Симиренко при этих же схемах – уменьшение естественных потерь в конце срока хранения. У сортов Дюльбер и Ренет Симиренко в варианте 4 × 0,5 м естественная убыль была на уровне контроля.

Среди всех показателей наибольшее значение имеет товарное качество плодов в конце срока хранения (табл. 3).

У сорта Бреберн наиболее высокая плотность мякоти была отмечена при схеме посадки 4 × 0,75 м – 7,4 кг/см². В остальных вариантах плотность мякоти плодов была на уровне контроля. В отличие от Бреберна у сорта Дюльбер при схеме 4 × 0,75 м опре-

Таблица 3. Показатели качества плодов яблони в конце срока хранения**Table 3.** Quality indicators of apple fruits at the end of storage period

Примечание. * - Существенные различия с контролем при P=0,95

делена самая низкая плотность мякоти – 3,4 кг/см², а при схеме посадки 4 × 0,5 м – наиболее высокая – 5,2 кг/см² по сравнению с контролем 4,1 кг/см².

Плотность мякоти яблок сорта Ренета Симиренко во всех вариантах была ниже, чем в контроле.

Высокие оценки вкуса (4,8–4,9 балла) сорта Бреберн наблюдали в вариантах при схемах посадки 4 × 1,25 м и 4 × 0,5 м. При схеме 4 × 0,75 м оценка вкуса плодов снизилась до 4,3 балла.

У сорта Дюльбер при схеме посадки 4 × 0,75 м отмечали высокие вкусовые качества плодов до 4,0 баллов, а при схеме 4 × 0,5 м – снижение вкуса до 3,2 балла.

Высокие оценки вкуса плодов Ренета Симиренко (5,0 балл) проявились во всех вариантах опыта за исключением самой плотной схемы посадки 4 × 0,5 м, при которой вкус плодов снизился до 4,5 балла.

Небольшие поражения плодов грибными гнилями (1,0–2,0 балла) определили у сорта Бреберн при плотных схемах посадки 4 × 0,75 м и 4 × 0,5 м, в контроле – без поражений. Поражаемость горькой ямчатостью (1,0 балл) также отмечали при схеме – 4 × 0,75 м, в контроле – 0 баллов.

У сорта Дюльбер во всех вариантах опыта поражение плодов грибными гнилями (3,0–4,0 балла) было на уровне контроля (3,5 балла), а поражаемость

плодов горькой ямчатостью (1,0–2,0 балла) проявилось при схемах посадки $4 \times 0,75$ м и $4 \times 0,5$ м, в контроле – без поражений.

У сорта Ренет Симиренко при уплотненных схемах посадки $4 \times 0,75$ м и $4 \times 0,5$ м наблюдали более сильное поражение плодов грибной гнилью (5 баллов), чем при более разреженных схемах посадки – 4×1 м и $4 \times 1,25$ м. Во всех вариантах опыта поражения плодов горькой ямчатостью не отмечали.

Выводы

Исследования показали, что схема посадки существенно влияет на качество плодов яблони перед закладкой на хранение. У сорта Бреберн при схемах $4 \times 1,25$ м и $4 \times 0,75$ м плотность мякоти оставалась на уровне контроля, тогда как при уплотненной посадке $4 \times 0,5$ м этот показатель снижался до 10,3 кг/см². Содержание сухих веществ у данного сорта во всех вариантах было ниже контрольных значений (10,2–11,0 %).

Сорт Дюльбер при схеме $4 \times 0,5$ м показал увеличение плотности мякоти до 8,5 кг/см², однако максимальное содержание сухих веществ (13,0%) наблюдалось только в контроле. У Ренета Симиренко наилучшие результаты по плотности мякоти и содержанию сухих веществ также отмечены при традиционной схеме посадки 4×1 м.

В ходе хранения выявлены сортовые различия в естественной убыли массы. Бреберн демонстрировал снижение потерь при всех схемах посадки, тогда как у Дюльбера в вариантах $4 \times 1,25$ м и $4 \times 0,75$ м потери увеличивались. Ренет Симиренко, напротив, показал уменьшение убыли массы при этих же схемах.

Органолептическая оценка выявила, что вкусовые качества плодов варьировали в зависимости от сорта и схемы посадки. Наивысшие оценки получил Ренет Симиренко (5,0 баллов), за исключением варианта $4 \times 0,5$ м (4,5 балла). Устойчивость к заболеваниям также зависела от сортовых особенностей и плотности посадки.

Полученные данные позволяют рекомендовать индивидуальный подбор схем посадки для каждого сорта с учетом его биологических особенностей и целевых показателей качества продукции. Результаты исследования имеют практическое значение для садоводов при закладке интенсивных садов.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0829-2019-0033.

Financing sources

The work was conducted under public assignment No. 0829-2019-0033.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Бабинцева Н.А., Кириченко В.С., Горб Н.Н. Влияние формы кроны на качественные показатели съемной зрелости и лежкость плодов яблони в условиях Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021;23(4):366–371. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.010. Babintseva N.A., Kirichenko V.S., Gorb N.N. The effect of the crown shape on qualitative indicators of picking maturity and keeping capacity of apple fruits in the conditions of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021;23(4):366–371. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.010 (in Russian).
2. Горб Н.Н., Унтилова А.Е., Сотник А.И., Бабина Р.Д., Танкевич В.В., Бабинцева Н.А., Литченко Н.А., Попов А.И., Хоружий П.Г., Арифова З.И., Гришанева Л.Ю. Хранение плодов семечковых и других плодово-ягодных культур в условиях Крыма. Симферополь: Антикава. 2016:1–105. Gorb N.N., Untilova A.E., Sotnik A.I., Babina R.D., Tankevich V.V., Babintseva N.A., Litchenko N.A., Popov A.I., Khoruzhiy P.G., Arifova Z.I., Grishaneva L.Yu. Storage of pome and other fruit crops in Crimea conditions. Simferopol: Antikva. 2016:1–105 (in Russian).
3. Егоров Б.Н., Савин И.Ю. Биохимия растений. Москва: Колос, 2010. 416 с. ISBN 978-5-9532-0744-5. Egorov B.N., Savin I.Yu. Plant Biochemistry. Moscow: Kolos, 2010. 416 p. ISBN 978-5-9532-0744-5 (in Russian).
4. Гудковский В.А., Кожина Л.В., Назаров Ю.Б., Балакирев А.Е., Гучева Р.Б. Высокоточные технологии хранения плодов яблони – основа обеспечения их качества (достижения, задачи на перспективу) // Достижения науки и техники АПК. 2019;33(2):61–67. DOI 10.24411/0235-2451-2019-10215. Gudkovsky V.A., Kozhina L.V., Nazarov Yu.B., Balakirev A.E., Gucheva R.B. High-precision technologies of storage of apple fruits is the basis for ensuring their quality: achievements, challenges for the future. Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2019;33(2):61–67. DOI 10.24411/0235-2451-2019-10215 (in Russian).
5. Гулидова В.А., Захаров В.Л. Сравнительный биохимический состав и товарные качества плодов яблонь разных сортов, выращиваемых в интенсивных садах в условиях ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023;2(77):59–70. DOI 10.53914/issn2071-2243_2023_2_59. Gulidova V.A., Zakharov V.L. Comparative biochemical composition and commercial qualities of fruits of different varieties of apple trees cultivated in intensive orchards in the conditions of the central chernozem region. Vestnik of Voronezh State Agrarian University. 2023;2(77):59–70. DOI 10.53914/issn2071-2243_2023_2_59 (in Russian).
6. Ткачева Н. Яблоки – польза и вред, доказанные диетологами // Журнал здорового питания и диетологии. 2021;17:84–88. DOI 10.59316/vi17.130. Tkacheva N. Apples - benefits and harms proven by nutritionists. Journal of Healthy Nutrition and Dietetics. 2021;17:84–88. DOI 10.59316/vi17.130 (in Russian).
7. Гудковский В.А., Кожина Л.В., Сутормина А.В., Назаров Ю.Б. Достижения, проблемы длительного хранения плодов яблони и новые возможности их решения (обзор) // Современное состояние садоводства

- Российской Федерации, проблемы отрасли и пути их решения. 2020:126-140.
- Gudkovsky V.A., Kozhina L.V., Sutormina A.V., Nazarov Yu.B. Achievements, problems of long-term storage of apple fruits and new opportunities for their solution (review). Current State of Horticulture in the Russian Federation. 2020:126-140 (*in Russian*).
8. Плугатарь Ю.В., Смыков А.В. Перспективы развития садоводства в Крыму // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2015;140:5-18.
- Plugatar Yu.V., Smykov A.V. Prospects for the development of horticulture in Crimea. Collection of Scientific Works of the SNBG. 2015;140:5-18 (*in Russian*).
9. Медеяева А.Ю., Данилин С.И., Трунов Ю.В., Брюхина С.А. Оценка антиоксидантной, витаминной и минеральной ценности яблок // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания. 2024;2:52-57. DOI 10.24412/2311-6447-2024-2-52-57.
- Medelyaeva A.Yu., Danilin S.I., Trunov Yu.V., Bryukhina S.A. Assessment of antioxidant, vitamin and mineral value of apples. Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex - healthy food products. 2024;2:52-57. DOI 10.24412/2311-6447-2024-2-52-57 (*in Russian*).
10. Вавилина А.Е. Определение содержания аскорбиновой кислоты в яблоках с различным сроком хранения // Научные исследования как основа инновационного развития общества. 2019;2:18-20.
- Vavilina A.E. Determination of ascorbic acid content in apples with different storage periods. Science-Intensive Research as Basis for Innovative Society Development. 2019;2:18-20 (*in Russian*).
11. Фещенко Е.М. Влияние содержания биологически активных фенольных соединений в плодах *Malus Mill.* на показатели их качества // Плодоводство и ягодоводство России. 2023;73:32-42. DOI 10.31676/2073-4948-2023-73-32-42.
- Feshchenko E.M. Influence of the content of biologically active phenolic compounds in the fruits of *Malus Mill.* on their quality indicators. Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia. 2023;73:32-42. DOI 10.31676/2073-4948-2023-73-32-42 (*in Russian*).
12. Гучева Р.Б., Хоконова М.Б. Современные способы хранения плодов яблони. Нальчик: Принт Центр. 2023:1-119.
- Gucheva R.B., Khokonova M.B. Modern methods of apple fruit storage. Nalchik: Print Center. 2023:1-119 (*in Russian*).
13. Причко Т.Г., Смелик Т.Л. Изменение химического состава яблок при хранении в регулируемой атмосфере // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2018;14:190-194. DOI 10.30679/2587-9847-2018-14-190-194.
- Prichko T.G., Smelik T.L. Change in the chemical composition of apples during storage in a controlled atmosphere. Scientific Publications of FSBSI NCFSCHEVW. 2018;14:190-194. DOI 10.30679/2587-9847-2018-14-190-194 (*in Russian*).
14. Гудковский В.А., Кожина Л.В., Назаров Ю.Б., Балакирев А.Е., Гучева Р.Б. Высокоточные технологии хранения плодов яблони - основа обеспечения их качества (достижения, задачи на перспективу) // Достижения науки и техники АПК. 2019;33(2):61-67. DOI 10.24411/0235-2451-2019-10215.
- Gudkovsky V.A., Kozhina L.V., Nazarov Yu.B., Balakirev A.E., Gocheva R.B. High-precision technologies of storage of apple fruits is the basis for ensuring their quality: achievements, challenges for the future. Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2019;33(2):61-67. DOI 10.24411/0235-2451-2019-10215 (*in Russian*).
15. Тищенко Т.Н. Экономическая эффективность хранения плодов // Наука и инновации в сельском хозяйстве. 2011;2:263-266.
- Tishchenko T.N. Economic efficiency of fruit storage. Science and Innovations in Agriculture. 2011;2:263-266 (*in Russian*).
16. Денисова О.А. Влияние сроков съема плодов яблони на лежкость и товарные качества при хранении // «Магарах». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):259-265. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.006.
- Denisova O.A. The effect of timing for harvesting apple fruits on keeping and commercial qualities during storage. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(3):259-265. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.006 (*in Russian*).
17. Карпов С.Б., Ильинский А.С., Пугачев В.Ю. Современные тенденции в определении оптимального срока съема плодов для хранения // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2011;2-2:78-83.
- Karpov S.B., Ilyinskiy A.S., Pugachyov V.Yu. Modern trends in determination of optimum harvest time of apples for long term storage. The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2011;2-2:78-83 (*in Russian*).
19. Першакова Т.В., Купин Г.А. Технология подготовки к хранению плодов яблони и груши для защиты от фитопатогенных микроорганизмов // Биотехнологии в управлении производственными процессами в садоводстве, виноградарстве, виноделии. 2022:93-94.
- Pershakova T.V., Kupin G.A. Technology of pre-storage treatment of apple and pear fruits for protection against phytopathogenic microorganisms. Biotechnology in Management of Production Processes in Horticulture, Viticulture and Winemaking. 2022:93-94 (*in Russian*).
20. Целуйко Н.А. Определение срока съема плодов семечковых культур. М.: Колос. 1969:1-72.
- Tseluiko N.A. Determination of harvest maturity for pome fruits. M.: Kolos. 1969:1-72 (*in Russian*).
21. Корниенко Н.Я. Адаптивность сортов яблони к основным заболеваниям при хранении в изменяющихся условиях регулируемой среды // Известия Оренбургского ГАУ. 2015;5(55):181-183.
- Kornienko N.Ya. Adaptability of apple tree varieties to the main diseases when stored under changing conditions of regulated environment. News of Orenburg SAU. 2015;5(55):181-183 (*in Russian*).
22. Берзегова А.А. Влияние биохимического состава плодов яблони разного срока созревания на технологические свойства // Аграрная Россия. 2012;8:22-26.
- Berzegova A.A. Influence of biochemical composition of apple fruits with different ripening periods on technological properties. Agrarian Russia. 2012;8:22-26 (*in Russian*).
23. Хамурзаев С.М., Мадаев А.А., Анасов И.М. Особенности и значение современных интенсивных садов яблони с высокой плотностью посадки насажде-

- ний // Горное сельское хозяйство. 2019;1:49-53. DOI 10.25691/GSH.2019.1.011.
- Hamurzaev S.M., Madaev A.A., Anasov I.M. Features and value of modern intensive orchards of apple trees with high density of planting. Hill Agriculture. 2019;1:49-53. DOI 10.25691/GSH.2019.1.011 (*in Russian*).
24. Бабинцева Н.А., Горб Н.Н. Влияние садовых конструкций на длительность хранения плодов яблони (*Malus domestica* Borkh.) в предгорной зоне Крыма // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2017;144-2:9-15. Babintseva N.A., Gorb N.N. The influence of garden designs on the duration of storage of apple fruits (*Malus domestica* Borkh.) in the foothill zone of the Crimea. Collection of Scientific Works of the SNBG. 2017;144-2:9-15 (*in Russian*).
25. Халилов Э.С., Смыков А.В., Челебиев Э.Ф., Усков М.К. Товарно-потребительские качества и химический состав плодов перспективных селекционных форм яблони для Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2021;139:91-99. DOI 10.36305/0513-1634-2021-139-91-99. Khalilov E.S., Smykov A.V., Chelebiyev E.F., Uskov M.K. Commodity and consumer qualities and chemical composition of fruits of promising breeding forms of apple for the Crimea. Bulletin of the SNBG. 2021;139:91-99. DOI 10.36305/0513-1634-2021-139-91-99 (*in Russian*).
26. Pesis E., Ebeler S.E., de Freitas S.T., Padua M., Mitcham E.J. Short anaerobiosis period prior to cold storage alleviates bitter pit and superficial scald in Granny Smith apples. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2010;90(12):2114-2123. DOI 10.1002/jsfa.4060.
27. Куличихин И.В. Влияние плодовой нагрузки на урожайность и качество плодов яблони в интенсивных садах ЦЧР. Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет. 2024:1-179. Kulichikhin I.V. The influence of fruit load on yield and fruit quality of apple trees in intensive orchards of the Central Chernozem Region. Michurinsk SAU. 2024:1-179 (*in Russian*).
28. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Г.А. Лобанова. Мичуринск: ВНИИС. 1973:1-496. Program and methodology of cultivar studies for fruit, berry and nut crops. Edited by Lobanov G.A.. Michurinsk: VNIIS. 1973:1-496 (*in Russian*).
29. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур // Под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.Г. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК. 1999:1-606. Program and methodology of breeding fruit, berry and nut crops. Edited by Sedov E.N., Ogoltsova T.G. Orel: VNIISPK. 1999:1-606 (*in Russian*).
30. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс. 2014:1-352. Dospekhov B.A. Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results. M.: Alliance. 2014:1-352 (*in Russian*).

Информация об авторах

Виктория Сергеевна Кириченко, мл. науч. сотр. лаборатории технологий выращивания плодовых культур; e-mail: loginova_v_koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5613-8939>;

Анатолий Владимирович Смыков, д-р с.-х. наук, ст. науч. сотр., гл. науч. сотр. лаборатории южных плодовых и орехоплодных культур; e-mail: selectfruit@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0931-7955>.

Information about the authors

Victoria S. Kirichenko, Junior Staff Scientist, Laboratory of Fruit Cultivation Technologies; e-mail: loginova_v_koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5613-8939>;

Anatoly V. Smykov, Dr. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Chief Staff Scientist, Laboratory of Southern Fruit and Nut Crops; e-mail: selectfruit@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0931-7955>.

Статья поступила в редакцию 06.05.2025, одобрена после рецензии 30.06.2025, принята к публикации 20.08.2025.