



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК634.11

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.03.013



ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ РАСТВОРОМ ХЛОРИСТОГО КАЛЬЦИЯ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ХРАНЕНИИ

Анна Яковлевна Долженко

Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Барнаул, Россия
anna-krysova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7816-9605>

Аннотация. В последние десятилетия значительное внимание уделяется способам увеличения срока хранения плодов, улучшения их товарных и органолептических качеств. Одним из таких методов является обработка плодов растворами хлористого кальция, которая способствует сохранению этого элемента в яблоках, предотвращению заболеваний и улучшению основного химического состава. Целью данного исследования является оценка влияния послеуборочной обработки плодов яблони раствором хлористого кальция на качественные характеристики при хранении в холодильной камере. В соответствии с целью поставлена следующая задача – оценить воздействие обработки раствором хлористого кальция на физико-химический состав, органолептические качества и сохранность плодов после хранения. Исследования проводились в 2023–2024 гг. в лаборатории промышленных технологий ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий» отдела «Научно-исследовательский институт садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко». Плоды яблони осеннего срока созревания сортов Алтайское зимнее, Чупинское и Юбилейное Калининой собирали на участках сортоизучения и хранили при температуре 2 ± 1 °C в обычной атмосфере в течение 120 дней. При съеме плодов с хранения проводилось взвешивание, оценка на наличие признаков товарного брака, дегаустация и физико-химический анализ. Выявлено, что послеуборочная обработка плодов яблони методом погружения в раствор хлористого кальция повышает их твердость, снижает естественную убыль массы. В ходе исследования биохимического состава плодов установлено, что применение обработки хлористым кальцием способствует сохранению органических кислот и замедляет процессы активного дозревания, сопровождающиеся увеличением растворимых сухих веществ и сахаров у некоторых сортов. У сортов Чупинское и Юбилейное Калининой обработка хлористым кальцием способствовала сохранению органических кислот, снизила содержание растворимых сухих веществ, сахаров, сахарокислотного индекса. У сорта Алтайское зимнее после 120 дней хранения содержание растворимых сухих веществ и сахаров увеличилось, а органических кислот уменьшилось. При дегаустации отмечен гармоничный вкус плодов, обработанных 4 % раствором хлористого кальция. Основываясь на полученных данных, можно сделать предварительный вывод, что для обработки плодов изучаемых сортов яблони наиболее подходящим является 4 % раствор хлористого кальция.

Ключевые слова: яблоки, плоды, хранение, обработка хлористым кальцием, твердость плодов, убыль массы, органолептические качества, биохимический состав.

Для цитирования: Долженко А. Я. Влияние послеуборочной обработки плодов яблони раствором хлористого кальция на качественные характеристики при хранении // Ползуновский вестник. 2025. № 3, С. 79–84. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.03.013. EDN: <https://elibrary.ru/FEQJJA>.

Original article

IMPACT OF CALCIUM CHLORIDE SOLUTION APPLICATION DURING POST-HARVEST TREATMENT OF APPLE FRUITS ON MAINTENANCE OF QUALITY DURING STORAGE

Anna Ya. Dolzhenko

Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies, Barnaul, Russia
anna-krysova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7816-9605>

Abstract. In recent decades, considerable attention has been paid to methods of increasing the shelf life of fruits, improving their commercial and organoleptic qualities. A notable approach involves the application of calcium chloride solutions, which have been shown to assist in the preservation of calcium content within fruits, to mitigate disease, and to enhance their fundamental chemical composition. The objective of this study is to evaluate the impact of post-harvest treatment of apple fruits with a calcium chloride solution on their quality characteristics during storage in a refrigerator. In accordance with the stated objective, the following task was formulated: to evaluate the effect of treatment with a solu-

© Долженко А. Я., 2025

tion of calcium chloride on the physico-chemical composition, organoleptic qualities and preservation of fruits after storage. The research was conducted in 2023-2024 in the laboratory of industrial technologies of the FSBSI «Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnology». The fruits of the apple tree of the autumn ripening period of the Altayskoye zimneye, Chupinskoye and Yubileynoye Kalininoy varieties were harvested at the variety study sites and stored at a temperature of 2 ± 1 °C in a normal atmosphere for 120 days. Upon retrieval of the fruits from storage, a meticulous process was initiated. This entailed a rigorous weighing procedure, followed by a comprehensive evaluation to ascertain the presence of any defective goods. A subsequent tasting test was conducted, along with a thorough physico-chemical analysis. The findings revealed that the post-harvest treatment of apple fruits by immersion in a calcium chloride solution increased their hardness and reduced the natural weight loss. Furthermore, biochemical analysis revealed that calcium chloride treatment contributes to the preservation of organic acids and slows down the processes of active ripening, accompanied by an increase in soluble solids and sugars in certain varieties. In particular, the varieties Chupinskoye and Yubileynoye Kalininoy demonstrated a notable preservation of organic acids following treatment with calcium chloride, accompanied by a reduction in soluble solids, sugars, and the sugar-acid index. Following a 120-day storage period, the Altayskoye zimneye variety exhibited an increase in soluble solids and sugars, accompanied by a decrease in organic acids. During the sensory evaluation, it was observed that the fruits treated with a 4 % calcium chloride solution exhibited a harmonious taste profile. The findings of this study indicate that a 4 % calcium chloride solution is the most effective for processing the fruits of the studied apple varieties.

Keywords: apples, fruits, storage, treatment with calcium chloride, fruit hardness, weight loss, organoleptic qualities, biochemical composition.

For citation: Dolzhenko, A.Ya. (2025). Impact of calcium chloride solution application during post-harvest treatment of apple fruits on the maintenance of quality during storage. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 79-84. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2025.03.013. EDN: <https://elibrary.ru/FEQJJA>.

ВВЕДЕНИЕ

Плоды яблони пользуются значительным спросом среди населения и отличаются хорошими потребительскими, вкусовыми и диетическими свойствами. Одной из приоритетных задач РФ стоит обеспечение населения свежими плодами с высокими потребительскими свойствами на протяжении длительного периода. Однако на местном рынке представлены либо сезонные яблоки, доступные в летний и осенний периоды, либо импортные сорта. Необходимо искать способы решения проблемы хранения яблок местного сорта. Поскольку в сибирском районированном сорimente отсутствуют сорта яблони зимнего срока созревания, то с точки зрения обеспечения населения свежими плодами в зимний период особую значимость приобретают осенние сорта, плоды которых пригодны для длительного хранения [1]. Однако их потенциал в этом отношении пока изучен не полностью. В связи с этим необходимо изучать, разрабатывать и совершенствовать эффективные методы для их длительного хранения. Основные причины снижения качества плодов и увеличения потерь при хранении – поражение их физиологическими и микробиологическими заболеваниями. Для снижения потерь при хранении в практике интенсивного садоводства до и после уборки урожая применяют ряд препаратов естественного и химического происхождения, а также некорневые подкормки растений макро- и микроэлементами – для повышения устойчивости плодов к физиологическим заболеваниям. Одним из основных элементов питания, влияющим на качество и сохранность плодов, является кальций [2, 3].

Повысить содержание кальция в плодах яблони и, как следствие, их устойчивость к основным заболеваниям, связанным с хранением, можно путем послеуборочной обработки плодов раствором хлорида кальция, предназначенного для пищевых целей [4–6]. Анализ опыта отечественных и зарубежных ученых [7–12] показал, что повышение содержания кальция в плодах может быть достигнуто при погружении контейнеров с плодами в водный раствор хлористого кальция, т.е. при непосредственном нанесении его на плоды [13]. Кальций, нанесенный на кожицу плодов, поступает в плоды в течение ещё двух недель хране-

ния [14]. Увеличение содержания кальция в плодах позволяет снизить развитие физиологических и микробиологических заболеваний, скорость их размягчения, замедляет или препятствует гниению при хранении, что позволяет увеличить выход товарной продукции после длительного хранения [15]. Кальций обеспечивает твёрдость и прочность плодов, снижает растрескиваемость и увеличивает их сочность. Он оказывает влияние на интенсивность образования этилена, регулирует дыхание и замедляет процессы старения плодов [16].

Целью данного исследования является оценка влияния послеуборочной обработки плодов яблони раствором хлористого кальция на их качественные характеристики при хранении в холодильной камере. В соответствии с целью поставлена следующая задача – оценить воздействие обработки раствором хлористого кальция на физико-химический состав, органолептические качества и сохранность плодов после 120 дней хранения.

МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2023–2024 гг. в лаборатории промышленных технологий ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий» отдела «Научно-исследовательский институт садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко». Объектами исследований являлись плоды сортов яблони осеннего срока созревания Алтайское зимнее, Чупинское и Юбилейное Калининой. Плоды собирали на участках сортоизучения в период съёмной зрелости (третья декада августа).

Обработку раствором хлористого кальция в концентрациях 2 и 4 % проводили методом полного погружения опытных плодов в течение 2 минут. Количество плодов, закладываемых на хранение – 90 шт. для каждого сорта: из расчета 60 плодов для обработки раствором хлористого кальция и 30 контрольных плодов (без обработки). Плоды закладывали на хранение в ящики (в один слой) в холодильную камеру при температуре 2 ± 1 °C, в условиях обычной атмосферы и относительной влажности воздуха 80–85 %.

При съеме плодов с хранения через 120 дней проводилось взвешивание, оценка на наличие признаков товарного брака, дегустация и физико-химический

ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ РАСТВОРОМ ХЛОРИСТОГО КАЛЬЦИЯ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ХРАНЕНИИ

анализ [17]. Определение концентрации растворимых сухих веществ (PCB) с помощью рефрактометра RL-3 (ГОСТ 28562-90); содержание сухого вещества высушиванием пробы в лабораторном сушильном шкафу BINDER (ГОСТ 33977-2016); содержание сахаров – методом прямого титрования из водной вытяжки (ГОСТ 13192-73); определение общей кислотности – титрованием децинормальной щелочью с последующим пересчетом на яблочную кислоту; сахарокислотный индекс (СКИ) – отношение сахар/кислота. Твёрдость мякоти – с помощью пенетromетра SOONDA Fruit Hardness Tester GY-3. Изучение особенности хранения проводилось согласно методике, предложенной в «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [18].

В обсуждении представлены средние значения показателей за два года исследований. Результаты обработаны методом математической статистики с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office Excel по общепринятым формулам. Оценка коэффициента вариации (V) признака производилась по шкале Зайцева [19]: 0–10 % – небольшой; 11–20 % – средний; V>20 % – большой.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе исследования выявлено, что обработка плодов раствором хлористого кальция повысила твёрдость плодов, снизила естественную убыль массы. При обработке плодов 4 % раствором хлористого кальция увеличилась твёрдость яблок у сортов Чупинское на 27 %, Юбилейное Калининой на 21 %, для сорта Алтайское зимнее увеличение этого показателя было незначительным и составило 7 % (рисунок 1).

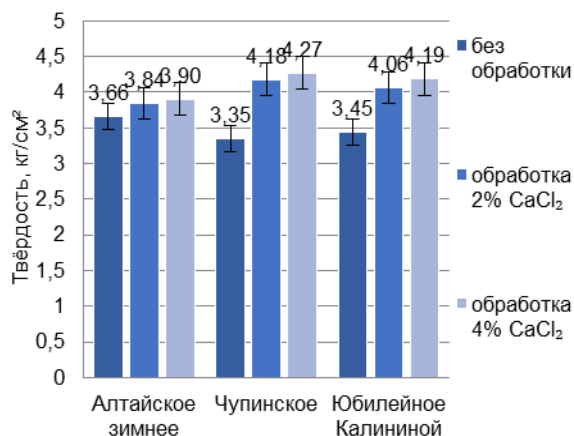


Рисунок 1 – Зависимость твёрдости плодов от обработки раствором хлористого кальция у сортов яблони после хранения в холодильной камере

Figure 1 – Dependence of fruit hardness on treatment with a calcium chloride solution in apple varieties after storage in the refrigerator

При той же концентрации удалось снизить естественную убыль массы плодов в среднем по сортам на 30 %.

Обработанные яблоки сорта Юбилейное Калининой показали положительный результат, в отличие от контроля и при концентрации 2 % раствора хлористого кальция (рисунок 2). Также у обработанных плодов этого сорта повысился выход товарных плодов с 71,7±15,2 до 90,0±5,2 %. Это произошло благодаря

снижению количества плодов, подвергшихся увяданию, характерному для данного сорта.

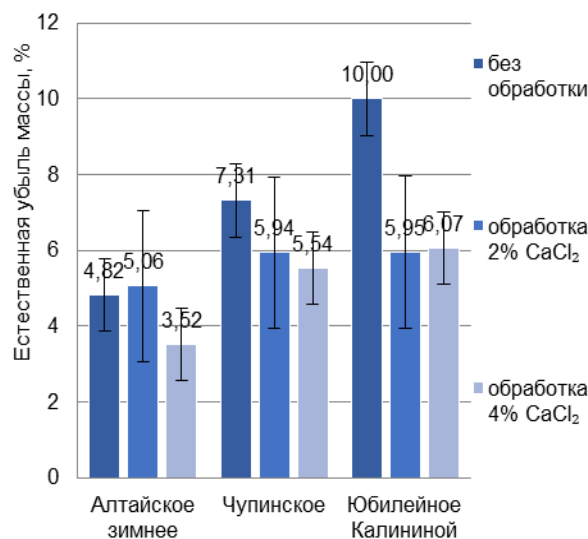


Рисунок 2 – Зависимость естественной убыли массы плодов от обработки раствором хлористого кальция у сортов яблони после хранения в холодильной камере

Figure 2 – Dependence of natural fruit weight loss on treatment with a calcium chloride solution in apple varieties after storage in the refrigerator

Обработка плодов 2 % раствором хлористого кальция не дала результата для остальных сортов, так, у сорта Алтайское зимнее произошло несущественное увеличение естественной убыли массы по сравнению с контролем. По сравнению с контрольными образцами выход товарных плодов сортов Алтайское зимнее и Чупинское снизился в среднем на 5 % (до 95,0±2,2 и 88,3±3,1 % соответственно), что связано с повреждением блюдца из-за скопившейся влаги.

В ходе дегустационной оценки определено достоверное воздействие обработки плодов хлористым кальцием на сорт Чупинское. Обработка способствовала замедлению созревания плодов и сохранению их сочности в отличие от необработанных плодов. Для других сортов варьирование показателей между контролем и обработанными образцами отмечено на низком уровне, значимых различий не обнаружено. Однако дегустаторы отметили у обработанных плодов более насыщенный вкус, сочную мякоть и хрусткость (таблица 1).

В процессе изучения биохимического состава плодов обнаружены различия между образцами, подвергнутыми обработке хлористым кальцием, и теми, которые не подвергались обработке.

Плоды сорта Чупинское имели существенные отличия по содержанию растворимых сухих веществ ($HC_{P05}=0,34$). Благодаря сохранению содержания сахаров и органических кислот на уровне, близком к плодам перед закладкой на хранение, значение сахарокислотного индекса при обработке 4 % раствором хлористого кальция составило 24,58 ед., что свидетельствует о более гармоничном вкусе плодов [20] по сравнению с контрольным вариантом, сахарокислотный индекс которых составил 33,27 ед.

Таблица 1 – Зависимость органолептических показателей от обработки раствором хлористого кальция плодов яблони после хранения

Table 1 – Dependence of organoleptic parameters on the treatment of apple fruits with a calcium chloride solution after storage

Вариант обработки	Дегустационная оценка, балл				
	Зрелость	Внешний вид	Состояние мякоти	Ароматичность	Вкус
Алтайское зимнее					
Без обработки	3,17±0,12	4,91±0,04	3,00±0,00	3,92±0,06	4,58±0,09
Обработка 2 % CaCl ₂	3,28±0,11	4,92±0,04	2,94±0,06	3,89±0,08	4,58±0,09
Обработка 4 % CaCl ₂	3,11±0,06	4,89±0,05	3,00±0,00	3,94±0,06	4,70±0,07
$\bar{X} \pm m$	3,19±0,05	4,91±0,01	3,00±0,02	3,92±0,01	4,62±0,04
V, %	2,71	0,31	1,16	0,64	1,50
HCP ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅
Чупинское					
Без обработки	2,04±0,17	4,95±0,03	1,89±0,18	3,61±0,19	4,32±0,08
Обработка 2 % CaCl ₂	2,59±0,13	4,93±0,04	2,64±0,12	3,46±0,20	4,39±0,11
Обработка 4 % CaCl ₂	2,65±0,12	4,93±0,04	2,60±0,14	3,50±0,20	4,50±0,10
$\bar{X} \pm m$	2,43±0,19	4,94±0,01	2,38±0,24	3,52±0,04	4,40±0,05
V, %	13,85	0,23	17,75	2,20	2,06
HCP ₀₅	0,43	Fф<F ₀₅	0,44	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅
Юбилейное Калининой					
Без обработки	2,59±0,17	4,96±0,02	2,31±0,20	3,25±0,22	4,39±0,07
Обработка 2 % CaCl ₂	2,51±0,18	4,91±0,04	2,54±0,17	3,35±0,20	4,46±0,07
Обработка 4 % CaCl ₂	2,78±0,14	4,91±0,05	2,74±0,09	3,44±0,13	4,44±0,07
$\bar{X} \pm m$	2,63±0,08	4,93±0,02	2,53±0,12	3,35±0,05	4,43±0,02
V, %	5,28	0,59	8,50	2,84	0,81
HCP ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅

Для сорта Юбилейное Калининой у обработанных плодов также сохранялось меньшее количество сахаров, сухих веществ, растворимых сухих веществ, СКИ и большего количества органических кислот. Ряд авторов отмечают [2, 3, 16], что кальций, взаимодействуя с ферментами клетки, снижает дыхание и тем самым замедляет обмен веществ плода, что может уменьшить расход питательных веществ на дыхание во время хранения и замедлить процессы старения.

У сорта Алтайское зимнее при обработке различными концентрациями хлористого кальция после 120 дней хранения наблюдалось дозревание плодов, сопровождающееся увеличением содержания растворимых сухих веществ, сахаров, сахарокислотного индекса и более интенсивным расходом органических кислот (таблица 2).

Таблица 2 – Зависимость биохимического состава от обработки раствором хлористого кальция плодов яблони после хранения

Table 2 – Dependence of the biochemical composition on the treatment of apple fruits with a calcium chloride solution after storage

Вариант обработки	Сухие вещества, %	Растворимые сухие вещества, %	Титруемая кислотность, %	Сахара, %	Сахарокислотный индекс, ед.
Алтайское зимнее					
Без обработки	13,43±0,53	13,32±0,20	0,83±0,05	10,92±0,15	13,46±0,79
Обработка 2 % CaCl ₂	13,26±0,81	14,06±0,76	0,81±0,03	11,18±0,37	13,79±0,39
Обработка 4 % CaCl ₂	13,24±0,52	13,49±0,55	0,69±0,04	11,24±0,39	16,43±0,79
$\bar{X} \pm m$	13,31±0,06	13,62±0,22	0,78±0,04	11,11±0,10	14,56±0,94
V, %	0,78	2,85	9,75	1,53	11,18
HCP ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	0,07	Fф<F ₀₅	1,72
Чупинское					
Без обработки	12,60±0,14	11,78±0,07	0,29±0,02	9,50±0,05	33,27±1,90
Обработка 2 % CaCl ₂	12,05±0,27	11,85±0,15	0,33±0,03	9,28±0,19	29,68±2,87
Обработка 4 % CaCl ₂	12,80±0,40	11,13±0,05	0,38±0,02	9,13±0,12	24,58±1,54
$\bar{X} \pm m$	12,48±0,22	11,59±0,23	0,33±0,03	9,30±0,11	29,18±2,52
V, %	3,11	3,43	13,53	2,00	14,97
HCP ₀₅	Fф<F ₀₅	0,34	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅
Юбилейное Калининой					
Без обработки	13,78±0,22	13,70±0,19	0,60±0,07	10,44±0,39	18,96±2,97
Обработка 2 % CaCl ₂	13,57±0,27	13,15±0,04	0,64±0,07	10,27±0,26	17,45±2,48
Обработка 4 % CaCl ₂	12,83±0,16	13,07±1,11	0,67±0,06	9,75±0,40	15,39±1,94
$\bar{X} \pm m$	13,39±0,29	13,31±0,20	0,64±0,02	10,15±0,21	17,27±1,03
V, %	3,73	2,58	5,52	3,54	10,38
HCP ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	0,34	Fф<F ₀₅

ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ РАСТВОРОМ ХЛОРИСТОГО КАЛЬЦИЯ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ХРАНЕНИИ

Изучив полученные данные, можно сделать предположение, что поступление кальция в плоды зависит от сортовой особенности и концентрации обрабатываемого раствора. Различия в поступлении кальция, обусловленные физиологическим строением плодов, подтверждается другими авторами [14], которые утверждают, что важную роль в поступлении кальция играют чечевички на поверхности плода, поскольку большая его часть проникает через них, а не через кожицу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Послеуборочная обработка плодов яблони методом погружения их в раствор хлористого кальция повышает твердость плодов, снижает естественную убыль массы. В ходе исследования биохимического состава плодов установлено, что обработка хлористым кальцием способствует сохранению органических кислот и замедляет процессы активного дозревания, сопровождающиеся увеличением РСВ и сахаров у некоторых сортов. У сортов Чупинское и Юбилейное Калининой обработкой хлористым кальцием способствовала сохранению органических кислот, снизила содержание растворимых сухих веществ, сахаров, сахарокислотного индекса. У сорта Алтайское зимнее после 120 дней хранения содержание растворимых сухих веществ и сахаров увеличилось, а органических кислот уменьшилось. При дегустации отмечено гармоничный вкус плодов, обработанных 4 % раствором хлористого кальция. Основываясь на полученных данных, можно сделать предварительное заключение, что для обработки плодов изучаемых сортов яблони наиболее подходящим является 4 % раствор хлористого кальция

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Троско Е.С., Гунина Ю.С. Некоторые особенности хранения плодов яблони сортов алтайской селекции // Ползуновский вестник. 2024. № 4. С. 29–34. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.04.004.
2. Боровик Е.С. Влияние макро- и микроудобрений на качество и лежкость плодов яблони // Плодоводство. 2012. Т. 24, № 1. С. 272–278.
3. Пазухин С.А., Мазец Ж.Э., Криворот А.М. Влияние физиологически активных веществ на формирование качественных характеристик плодов яблони при хранении // Вестн. БДПУ. 2013. Серия 3, № 1. С. 10–14.
4. Причко Т.Г. Регулирование качества плодов при выращивании, уборке, хранении и переработке // Садоводство и виноградарство. 2004. № 6. С. 2–4.
5. Родиков С.А. Обработка яблок теплом после съема в саду перед хранением // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. № 6. С. 55–56.
6. Система садоводства Республики Крым / В.И. Копылов [и др.]. Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2016. 288 с.
7. Вещугин С.В. Сортные особенности формирования качества плодов яблони в саду для хранения в условиях Нижнего Поволжья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Мичуринск, 2008. 19 с.
8. Колеснов А.Ю., Зенина М.А. Современные способы обеспечения управляемого качества продукции в технологиях выращивания и хранения фруктов и овощей // Пищевая промышленность. 2015. № 5. С. 11–19.
9. Sensory and firmness measurements of calci-

um- and heat-treated apples / J.A. Abbott [et al.] // Journal of Texture Studies. 2000. Vol. 31. P. 109–121. doi: 10.1111/j.1745-4603.2000.tb00287.x.

10. Mohebbi Sh., Babalar M., Zamani Z. Influence of early season boron spraying and postharvest calcium dip treatment on cell-wall degrading enzymes and fruit firmness in 'Starking Delicious' apple during storage // Scientia Horti culturae. 2020. Vol. 259(5). 108822 p. doi: 10.1016/j.scienta.2019.108822.

11. Conway W.S., Sams C.E. Calcium infiltration of Golden Delicious apples and its effect on decay // Phytopath. 1983. Vol. 73. P. 1069–1071.

12. Scott K.J., Wills R.B.H. Effects of vacuum and pressure infiltration of calcium chloride and storage temperature on the incidence of bitter pit and low temperature breakdown of apples // Aust. J. Agric. Res. 1979. Vol. 30. P. 917–928. doi: 10.1071/ar9790917.

13. Анализ способов обработки плодовых культур перед закладкой на хранение (литературный обзор) / В.А. Кунина [и др.] // Субтропическое и декоративное садоводство. 2023. № 86. С. 35–53. doi: 10.31360/2225-3068-2023-86-35-53.

14. Воробьев В.Ф., Лисина А.В. История создания и развития исследований в отделе хранения и переработки // Плодоводство и ягодоводство России. 2010. Т. 25. С. 318–325.

15. Firmness and decay of apples following postharvest pressure infiltration of calcium and heat treatment / C.E. Sams [et al.] // J. Amer. Soc. Hort. Sci. 1993. Vol. 118(5). P. 623–627. doi: 10.21273/JASHS.118.5.623.

16. Примаченко Б.Д., Черников Е.А. Влияние некорневых подкормок кальцийсодержащим препаратом в 2023 году на продуктивность и качество плодов яблони Голден Делишес Рейнджерс // Научные труды СКФНЦБВ. 2024. Т. 38. С. 81–84. doi: 10.30679/2587-9847-2024-38-81-84.

17. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков [и др.]. М. : Изд-во сельхоз. литры, 1952. 520 с.

18. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. Орел : ВНИИСПК, 1999. 606 с.

19. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М. : Наука, 1973. С. 41–42.

20. Биохимический состав плодов яблони районированных сортов, произрастающих в разных агроценозах / Н.Л. Наумова [и др.] // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2023. Т. 13. № 2. С. 255–262. doi: 10.21285/2227-2925-2023-13-2-255-262.

Информация об авторах

А. Я. Долженко – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Федерального Алтайского научного центра агробιοтехнологий.

REFERENCES

1. Trosko, E.S. & Gunina, Yu.S. (2024). Some features of the storage of applefruits for Altai breeding varieties. *Polzunovskiy vestnik*, (4), 29–34. (In Russ). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.04.004.
2. Borovik, E.S. (2012). The influence of macro and microfertilizers on apple fruit quality and storability. *Fruit Growing*, 24(1), 272–278. (In Russ.).

3. Pazukhin, S.A., Mazets, Zh.E. & Krivorot, A.M. (2013). The influence of physiologically active substances on the formation of qualitative characteristics of apple fruits during storage. *BSPU Bulletin*, 3(1), 10-14. (In Russ.).
4. Prichko, T.G. (2004). Regulation of fruit quality during cultivation, harvesting, storage and processing, *Horticulture and viticulture*, (6), 2-4. (In Russ.).
5. Rodikov, S.A. (2014). Heat treatment apple fruit after harvest before storage. *Reports of the Russian Academy of agricultural sciences*, (6), 55-56. (In Russ.).
6. Kopylov, V.I., Balykina, E.B. & Berenshtein, I.B. (2016). Gardening system of the Republic of Crimea: monograph. Simferopol: Arial. (In Russ.).
7. Veshchugin, S.V. (2008). Varietal features of apple fruit quality formation in the orchard for storage in the conditions of the Lower Volga region. Extended abstract of candidate's thesis. Michurinsk. (In Russ.).
8. Kolesnov, A.Yu. & Zenina, M.A. (2015). Modern methods of managed product quality in technologies of cultivation and storage of fruit and vegetables. *Food industry*, (5), 11-19. (In Russ.).
9. Abbott, J.A., Klein, J.D., Campbell, T.A., Conway, W.S. & Sams, C.E. (2000). Sensory and firmness measurements of calcium- and heat-treated apples. *Journal of Texture Studies*, (31), 109-121. doi: 10.1111/j.1745-4603.2000.tb00287.x.
10. Mohebbi, Sh., Babalar, M. & Zamani, Z. (2020). Influence of early season boron spraying and postharvest calcium dip treatment on cell-wall degrading enzymes and fruit firmness in 'Starking Delicious' apple during storage. *Scientia Horticulturae*, 259 (5), 108822. doi: 10.1016/j.scienta.2019.108822.
11. Conway, W.S. & Sams, C.E. (1983). Calcium infiltration of Golden Delicious apples and its effect on decay. *Phytopath*, (73), 1069-1071.
12. Scott, K.J. & Wills, R.B.H. (1979). Effects of vacuum and pressure infiltration of calcium chloride and storage temperature on the incidence of bitter pit and low temperature breakdown of apples. *Aust. J. Agric Res.*, (30), 917-928. doi: 10.1071/ar9790917.
13. Kunina, V.A., Platonova, N.B., Nevodov, P.A. & Moskvichova, V.V. (2023). Analysis for fruit crops treatment methods before storing (literature review). *Subtropical and ornamental horticulture*, (86), 35-53. (In Russ.). doi: 10.31360/2225-3068-2023-86-35-53.
14. Vorobyov, V.F. & Lisina, A.V. (2010). History of creation and development of research in the department of storage and processing. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, (25), 318-325. (In Russ.).
15. Sams, C.E., Conway, W.S., Abbott, J.A., Lewis, R.J. & Ben-Shalom, N. (1993). Firmness and decay of apples following postharvest pressure infiltration of calcium and heat treatment. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 118(5), 623-627. doi: 10.21273/JASHS.118.5.623.
16. Primachenko, B.D. & Chernikov, E.A. (2024). The effect of foliar top dressing with a calcium-containing preparation in 2023 on the productivity and quality of the fruits of the Golden Delicious Rangers apple tree. *Scientific works NCFSCHVW*, (38), 81-84. (In Russ.). doi: 10.30679/2587-9847-2024-38-81-84.
17. Ermakov, A.I. & Arasimovich, V.V. (1952). Methods of biochemical research of plants. Moscow : Agricultural literature. (In Russ.).
18. Sedov, E.N. & Ogor'cova, T.P. (1999). Program and methodology for studying varieties of fruit, berry and nut crops. Orel : VNIISPK. (In Russ.).
19. Zajcev, G.N. (1973). Method of biometric calculations. Mathematical statistics in experimental botany. Moscow: Science. (in Russ.).
20. Naumova, N.L., Lukin, A.A., Slepneva, T.N. & Velisevich, E.A. (2023). Biochemical composition of zoned apple varieties growing in different agroecosystems. *Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*, 13(2), 255-262. (in Russ.). doi: 10.21285/2227-2925-2023-13-2-255-262.

Information about the authors

A. Ya. Dolzhenko - Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 22 октября 2024; одобрена после рецензирования 24 июня 2025; принята к публикации 10 июля 2025.

The article was received by the editorial board on 22 Oct 2024; approved after editing on 24 June 2025; accepted for publication on 10 July 2025.