

Некорневые обработки плодов яблони препаратом на основе 1-МЦП

Т. Г. Причко¹✉, Ю. В. Митник², Т. Л. Смелик¹, К. В. Причко¹

¹ Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодар, Россия

² ООО «Фреш-Форма», Москва, Россия

✉ E-mail: prichko@yandex.ru

Аннотация. Цель проводимых исследований – определение эффективности нового регулятора роста на основе 1-МЦП при управлении скоростью созревания и формировании качества плодов и урожая. **Методы.** Исследование по определению эффективности нового препарата на основе 1-МЦП («ХарвистФреш») выполнено в 2022–2023 гг. на сорте яблони позднего срока созревания (Джеромини), произрастающей в хозяйствах Краснодарского края. Обработку препаратом «ХарвистФреш», который представляет собой жидкую суспензионную композицию, проводили за 10 дней до созревания яблок. Препарат предназначен для управления биохимическими процессами созревания яблок на клеточном уровне, позволяя регулировать процессы гидролиза крахмала, созревания яблок и при более поздних сроках уборки не перезревших плодов увеличить их массу, окраску, снизить осыпание. **Научная новизна** исследования заключается в обосновании сроков проведения предуборочной обработки плодов и технологических параметров применения нового отечественного препарата, позволяющего управлять на клеточном уровне процессами созревания плодов яблони. **Результаты.** Техническим результатом предложенного решения является уменьшение осыпания плодов в предуборочный период, а также расширение «окна съема урожая». Использование препарата на основе 1-МЦП до наступления съемной зрелости плодов, ингибирующего интенсивность выделения этилена, позволило за счет увеличения сроков поступления питательных веществ в плоды улучшить их окраску при большем накоплении антоцианов. В результате применения обработок препаратом «ХарвистФреш» улучшены показатели качества плодов яблони: твердость мякоти больше на 9,3–12,0 %, витаминов – на 6,3–8,7 %, содержание сухих веществ, сахаров меньше на 9,6–11,0 %, что благоприятно для закладки яблок на длительное хранение.

Ключевые слова: яблоня, плоды, предуборочная обработка, товарные качества, урожай, окраска, этилен, химический состав

Для цитирования: Причко Т. Г., Митник Ю. В., Смелик Т. Л., Причко К. В. Некорневые обработки плодов яблони препаратом на основе 1-МЦП // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 11. С. 1416–1425. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-11-1416-1425>.

Дата поступления статьи: 11.03.2024, **дата рецензирования:** 11.04.2024, **дата принятия:** 30.07.2024.

Foliar treatments of winter-ripening apple fruits with a preparation based on 1-MCP

T. G. Prichko^{1✉}, Yu. V. Mitnik², T. L. Smelik¹, K. V. Prichko¹

¹ North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia

² Fresh-Forma LLC, Moscow, Russia

✉ E-mail: prichko@yandex.ru

Abstract. The purpose of the research is determining the effectiveness of a new growth regulator based on 1-MCP in controlling the rate of ripening and shaping the quality of fruits and yields. **Methods.** A study to determine the effectiveness of a new drug based on 1-MCP (HarvistFresh) was carried out in 2022–2023 on a late-ripening apple variety (Dzheromini) growing on farms in the Krasnodar region. Treatment with HarvistFresh, which is a liquid suspension composition, was carried out 10 days before apples ripened. The drug is intended to control the biochemical processes of apple ripening at the cellular level, allowing you to regulate the processes of starch hydrolysis, apple ripening, and at a later date for harvesting unripe fruits, increase their weight, color, and reduce shedding. **Scientific novelty.** The research is to substantiate the timing of pre-harvest processing of fruits and the technological parameters of the use of a new domestic drug that makes it possible to control the ripening processes of apple fruits at the cellular level. **Results.** The technical result of the proposed solution is a reduction in fruit shedding during the pre-harvest period, as well as an expansion of the “harvest window”. The use of a drug based on 1-MCP before the onset of harvest ripeness of the fruit, which inhibits the intensity of ethylene release, made it possible, by increasing the timing of the supply of nutrients to the fruit, to improve their color with a greater accumulation of anthocyanins. As a result of the use of treatments with HarvistFresh, the quality indicators of apple fruits have been improved: pulp hardness is 9.3–12.0 % more, vitamins are 6.3–8.7 % more, dry matter and sugar content is 9.6–11.0 % less, which is favorable for storing apples for long-term storage.

Keywords: apple tree, fruits, pre-harvest processing, commercial qualities, yield, coloring, ethylene, chemical indicators

For citation: Prichko T. G., Mitnik Yu. V., Smelik T. L., Prichko K. V. Foliar treatments of apple fruits with a preparation based on 1-MCP. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2024; 24 (11): 1416–1425. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-11-1416-1425>. (In Russ.)

Date of paper submission: 11.03.2024, **date of review:** 11.04.2024, **date of acceptance:** 30.07.2024.

Постановка проблемы (Introduction)

Современные высокоурожайные сорта яблонь имеют один недостаток – опадение плодов перед уборкой, причиняющее большой ущерб промышленному садоводству. Для решения проблемы осыпания плодов перед съемом и получения качественных плодов при выращивании в современном садоводстве применяются различные регуляторы роста растений [1–8].

В садоводстве используются регуляторы роста для регулирования скорости созревания плодов на основе разных действующих веществ. В предыдущие годы нами были исследованы препараты на основе альфа-нафтилуксусной кислоты («Обстормон», «Обстактин») и на основе 1-метилциклопропена («Харвиста»), где получены положительные результаты, подчеркивающие эффективность этих препаратов в регулировании скорости созревания плодов, снижении осыпаемости, улучшении товарных качеств плодов.

Некоторые препараты, являющиеся регуляторами роста на основе 1-метилциклопропена (1-МЦП), позволяющие получить плоды хорошего качества, используют за две недели до съема урожая. Также препараты, содержащие 1-МЦП, применяют для обработки плодов перед закладкой на длительное хранение непосредственно в холодильных камерах для возможности увеличить сроки хранения яблок. Повлиять на пред- и послеуборочное созревание плодов, управляя их сохранностью в период хранения, позволил исследованный нами ранее новый препарат «Харвиста», также на основе 1-МЦП. При его применении получены положительные результаты, подчеркивающие эффективность в регулировании скорости созревания плодов, снижении осыпаемости, улучшении товарных качеств плодов.

Изучив состав и принцип действия существующих препаратов, мы предложили новый отечественный препарат «ХарвистФреш» (Патент № 2809381 С1) в виде жидкой суспензионной масляной ком-

позиции, содержащей 1-метилциклопропен, смешанный с мелкодисперсными порошкообразными и жидкими компонентами, который предназначен для управления биохимическими процессами созревания яблок на клеточном уровне при проведении обработки за две недели до съемной зрелости плодов, что позволяет регулировать процессы гидролиза крахмала, созревания яблок, увеличения массы, окраски плодов [9]. Техническим результатом предложенного решения является уменьшение осыпания плодов в предуборочный период за счет снижения скорости созревания плодов, а также расширение «окна съема урожая».

Основное преимущество препарата на основе 1-МЦП для обработки урожая за 2 недели до съема плодов заключается в способности снижать скорость созревания яблок, позволяя плодам сохранять качество в период длительного сбора. Происходит ингибирование выделения этилена, следовательно, увеличиваются сроки поступления питательных веществ в плоды, что приводит к увеличению массы яблок, улучшению окраски и, соответственно, улучшению товарных качеств плодов.

Более окрашенные плоды яблони пользуются большим спросом у покупателей. Потребители ассоциируют красные яблоки со спелостью и хорошим вкусом. Следовательно, сорта красных яблок часто имеют лучшую товарность и более высокую экономическую ценность [10–12]. Яблоки, выращиваемые на юге России, не всегда к уборке урожая приобретают окраску, свойственную данному сорту. Окраска плодов – это внешний признак, который напрямую влияет на коммерческую ценность и рыночную конкурентоспособность яблок. На красный цвет плодов яблони в основном влияет накопление антоциана, а на синтез антоциана влияют различные факторы. Одним из приемов для улучшения окраски плодов является некорневая обработка яблок препаратами, стимулирующими развитие окраски [13–15].

В настоящее время используется в садоводстве новый отечественный препарат на основе 1-МЦП «ХарвистФреш», применяемый однократно за 10–15 дней до съема плодов. Данный препарат влияет на послеуборочное созревание плодов, улучшает вкусовые и товарные качества плодов яблони.

Рекомендовано проводить также послеуборочную обработку препаратами на основе 1-МЦП перед закладкой плодов на длительное хранение. Благодаря применению препаратов с 1-МЦП выделение этилена в яблоках замедляется, соответственно, увеличивается лежкоспособность яблок. Фрукты через длительный период времени сохраняют высокую твердость, хруст, свежесть и характерный вкус для свежесобранных плодов. Благодаря применению препаратов на основе 1-МЦП в процессе

хранения яблоки меньше теряют массу, что связано с транспирацией и дыханием плодов, а также наблюдается меньший расход электрической энергии для охлаждающих устройств.

Цель проводимых исследований – определение эффективности нового регулятора роста на основе 1-МЦП при управлении скоростью созревания и формировании качества плодов и урожая.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования эффективности нового препарата «ХарвистФреш» на основе 1-МЦП выполнены на сорте яблони позднего срока созревания Джеромини на базе ЗАО «Юбилейное» (Краснодарский край) в 2022–2023 годах в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [16].

Новый отечественный препарат (патент № RU 2809381 «Жидкая суспензионная масляная композиция, содержащая 1-метилциклопропен, для обработки растений в период вегетации и способ ее получения») – «ХарвистФреш» содержащий 1-метилциклопропен, для обработки растений в период вегетации, где 1-МЦП смешан с мелкодисперсными порошкообразными и жидкими компонентами.

Исследования велись по общепринятым программам и методикам в лаборатории хранения переработки плодов СКФНЦСВВ. При определении оптимальных сроков уборки урожая в яблоках определяли вкусовые качества – органолептической оценкой [17]; растворимые сухие вещества – по ГОСТ ISO 2173-2013; общие сахара – по ГОСТ 8756.13-87; содержание крахмала – йод-крахмальной пробой по методу Целуйко [18]; титруемые кислоты – по ГОСТ ISO 750-2013; витамин С – йодометрическим методом с йодатом калия; витамин Р – в модификации Л. И. Вигорова; интенсивность выделения этилена – на приборе ICA-56; твердость мякоти – пенетрометром FT-372 с диаметром плунжера 10 мм [18].

Результаты (Results)

Для улучшения качества плодов и их лежкоспособности используют регуляторы роста растений. Обработку препаратами на основе 1-МЦП проводили непосредственно в саду за 2 недели до съема плодов. Используемый новый отечественный препарат «ХарвистФреш» влияет на пред- и послеуборочное созревание плодов, позволяя улучшить лежкоспособные свойства яблок.

В 2022–2023 годах проведены опытные исследования применения нового препарата на основе 1-МЦП на сорте яблони Джеромини (на базе ЗАО «Юбилейное»); в 2023 году – в промышленных условиях определялась эффективность препарата при разных концентрациях (вариант 2 – 9 л/га, вариант 3 – 7 л/га).

Обработка деревьев
Tree processingВариант 1 (контроль)
Option 1 (control)Вариант 2
Option 2Вариант 3
Option 3Рис. 1. Результат применения препаратов на плодах яблони, сорт Джеромини (40 дней после обработки)
Fig. 1. The result of using drugs on apple fruits, variety Dzheromini (40 days after treatment)

Таблица 1

Технические характеристики плодов яблони (при уборке урожая), сорт Джеромини

Вариант опыта	Высота, мм	Диаметр, мм	Масса, г
Вариант 1 (контроль)	73,5	70,5	157,7
Вариант 2	79,5	71,0	174,7
Вариант 3	78,9	71,4	173,9

Table 1

Technical characteristics of apple fruits (at harvest), variety Dzheromini

Experience option	Height, mm	Diameter, mm	Weight, g
Option 1 (control)	73.5	70.5	157.7
Option 2	79.5	71.0	174.7
Option 3	78.9	71.4	173.9

В результате применения препарата «Харвист-Фреш» отмечено снижение осыпаемости плодов перед съемом. На вариантах опыта 2 и 3 отмечено меньшее осыпание плодов через 20 дней после обработки по сравнению с контролем: в варианте 2 осыпание составило 1 яблоко с 10 деревьев (0,15 %), в варианте 3 с уменьшенной нормой расхода препарата осыпалось 8 яблок с 10 деревьев (4,3 %). В контроле осыпание с 10 деревьев составило 890 плодов, что более 74 % от исходного количества плодов. Через 40 дней после обработки на контрольных деревьях отмечено 100 % осыпание (яблоки убраны с земли в виде падалицы), на опытных вариантах плоды больше не осыпались (рис. 1).

В 2022–2023 годах в результате применения препарата «ХарвистФреш» отмечено увеличение массы плодов в вариантах на 10,3–10,8 %. За счет отсроченных сроков съема плоды не только были крупнее (173,9–174,7 г) после обработки, но и имели более интенсивную окраску, хотя по показателям качества не перезрели в сравнении с контрольным вариантом (таблица 1).

Обработка препаратом «ХарвистФреш» позволила получить до 14,8 кг/дер. (52,3 т/га), в контроле – 11,4 кг/дер. (42,0 т/га) благодаря снижению предуборочного осыпания плодов.

Процессы образования этилена в плодах контролировались благодаря применению препарата на основе 1-МЦП. Соответственно, стабилизация этилена позволила прогнозировать созревание яблок в соответствии с необходимым графиком сбора урожая для достижения оптимального цвета, размера и твердости плодов.

Окрашенные плоды – результат высокого накопления антоцианов. Кроме света – основного фактора окружающей среды, влияющего на накопление антоцианов в яблоках, в опытном варианте у сорта Джеромини отмечена более интенсивная окраска за счет более длительного периода созревания плодов. Следует отметить, что в обработанных плодах содержание антоцианов в кожице было на 10,8 % больше и составляло 134,0 мг / 100 г, в контроле – 119,5 мг / 100 г.

Измерение интенсивности выделения этилена через 10 дней показало уменьшение показателей, в отличие от контрольного варианта, где показатели увеличивались по мере созревания плодов. Даже пониженная норма расхода препарата обеспечивает резкое снижение интенсивности выделения этилена плодами. Так, в результате обработки, выполненной в середине сентября, через 10 дней интенсивность выделения этилена плодами в опытных вариантах была ниже (0–3,59 ppm) в сравнении с контролем (24,3 ppm) (рис. 2).

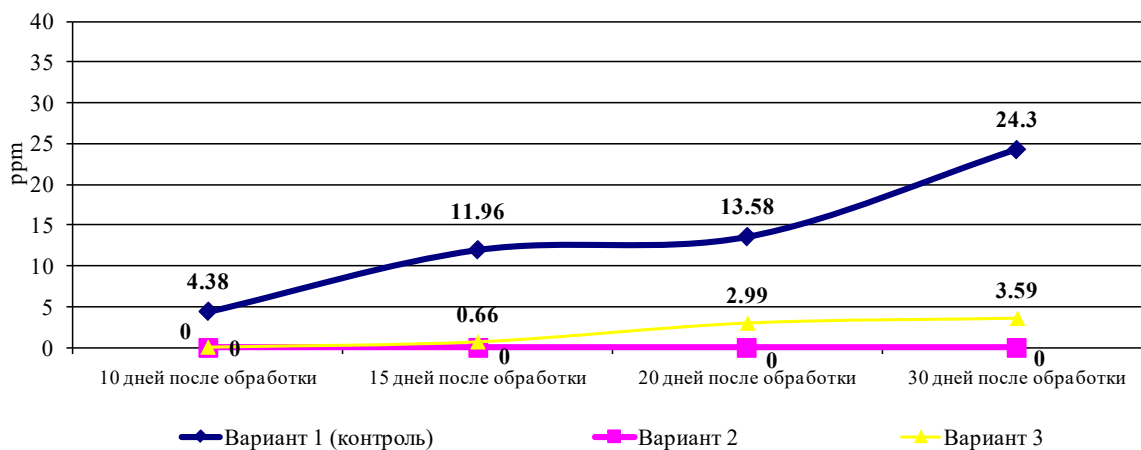


Рис. 2. Интенсивность выделения этилена яблоками в контрольном и опытных вариантах, сорт Джеромини

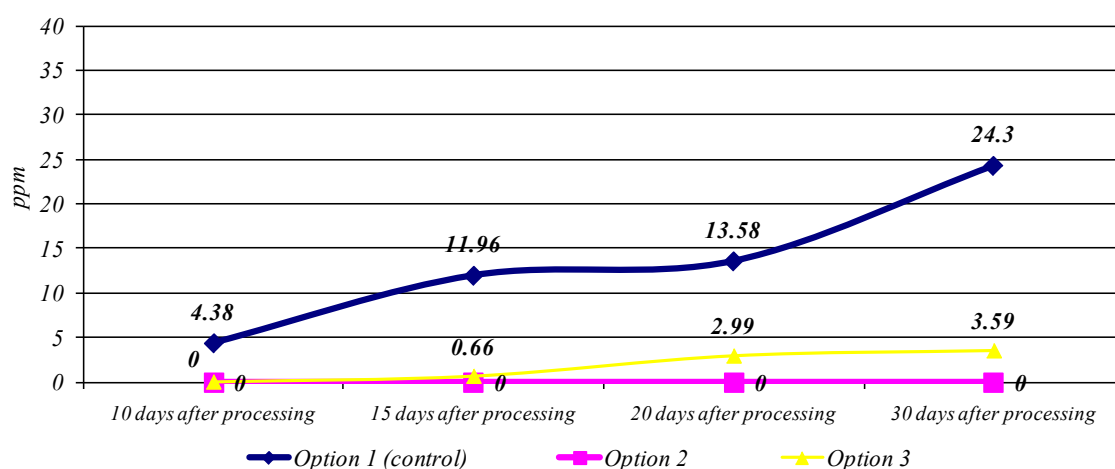


Fig. 2. Intensity of ethylene release by apples in the control and experimental variants, Dzheromini variety

Исходя из этих данных, можно считать уменьшенную концентрацию (на 20 %) достаточной для использования в производстве, т. к. эта концентрация позволила замедлить процесс выделения этилена. Дальнейшее увеличение концентрации препарата способствует незначительному снижению интенсивности выделения этилена. После проведенной обработки отмечается замедление расщепления крахмала на моносахара: через 15 дней йод-крахмальная проба в вариантах – 4–5 баллов, в контрольных образцах – 9–10 баллов (рис. 3).

Значение крахмального индекса яблок, отобранных с деревьев, обрабатываемых препаратом «ХарвистФреш», вначале было таким же, как у плодов, собранных с контрольных деревьев. В дальнейшем наблюдалось значительное влияние срока сбора на значение йод-крахмальной пробы яблок. За 40 дней содержание крахмала в контрольном варианте снизилось до 10 баллов – это полное отсутствие крахмала. В опытных вариантах отмечено снижение интенсивности расхода крахмала на питание и дыхание (4–5 баллов), что подчеркивает высокий потенциал лежкости. Благодаря применению этого технологического приема возможно регулировать «окно сбора урожая» и снизить осыпаемость плодов (рис. 4).

В результате применения препарата отмечено влияние на твердость яблок. По мере задержки срока сбора урожая отмечалось последовательное снижение твердости мякоти яблок контрольных образцов и небольшое в обработанных плодах. В 2022 году твердость мякоти яблок в опытном варианте составляла 8,4 кг/см², в 2023 году в вариантах – 8,2–8,4 кг/см², в контроле – 7,5 кг/см².

В результате проведенных обработок, позволяющих регулировать процессы созревания плодов, отмечено торможение накопления сухих веществ, сахаров к предполагаемым датам уборки урожая, так, если в контрольном варианте к этим числам плоды соответствовали потребительской зрелости, то в опытных вариантах – съемной зрелости.

После обработки накопление сухих веществ в яблоках опытных вариантов замедлилось и через 15 дней составляло 12,6–13,0 %, в контроле – 14,2 %. Содержание сухих веществ в плодах к началу уборки урожая в опытных вариантах составляло 13,0–13,2 %, в контроле – 14,6 %. В контроле плоды были потребительской зрелости, в вариантах опыта – оптимальной зрелости и рекомендованы для закладки на долгосрочное хранение. Содержание сахаров в вариантах на 9,8–10,8 % меньше, чем в контроле,

где плоды были сладкие, с сахаро-кислотным индексом 27,6 о. е., в опытных вариантах – кисло-сладкие, так как содержали меньшее количество сахаров и большее количество кислоты, с соотношением сахара и кислоты 23,0–22,8 о. е. В результате обработки плоды содержали больше витамина С на 6,3–7,8 % и витамина Р – на 7,0–8,7 %, чем в контроле (таблица 2).

В результате опытного хранения через 7, 14, 30 дней проводили мониторинг плодов. Отмечены хорошие товарные качества яблок в опытных вариантах. Даже на плодах при поздних сроках уборки (4 недели после оптимальных) не наблюдалось развитие физиологических заболеваний, связанных с перезреванием, растрескиванием.

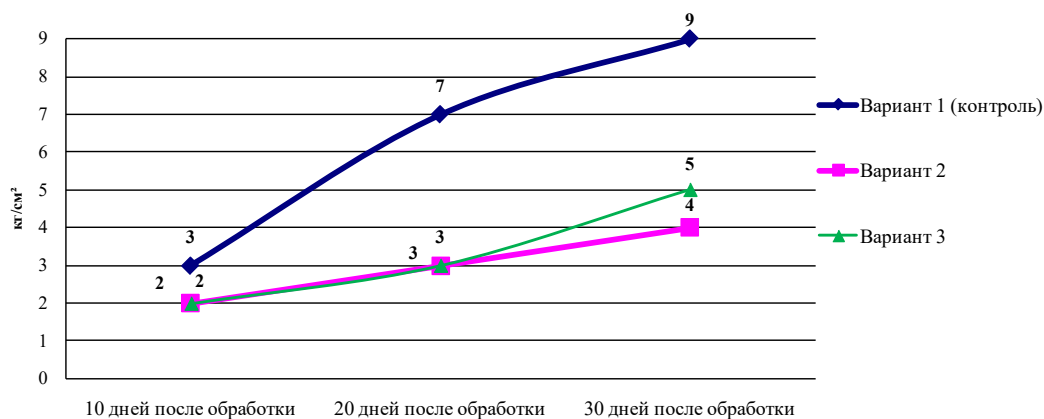


Рис. 3. Изменение содержания крахмала в плодах в зависимости от вариантов опыта, сорт Джеромини

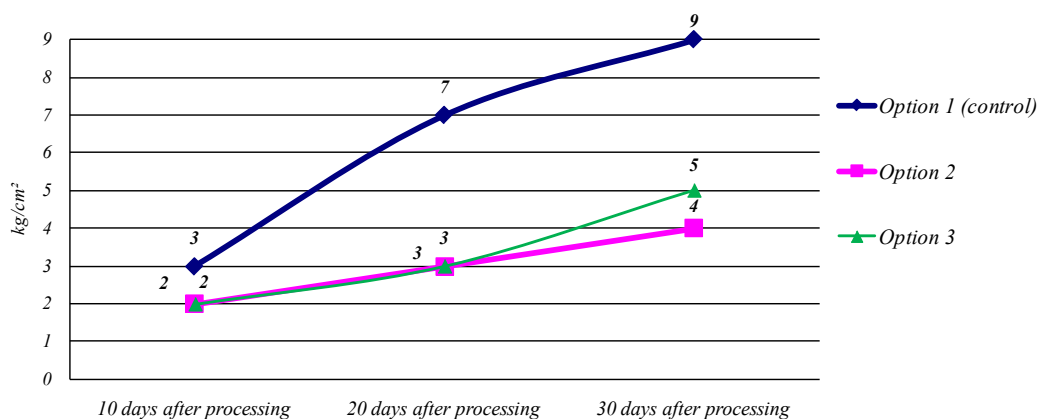


Fig. 3. Intensity of ethylene release by apples in the control and experimental variants, Dzheromini variety



Рис. 4. Содержания крахмала в яблоках при съеме плодов с учетом вариантов опыта, сорт Джеромини
Fig. 4. Starch content in apples when picking fruits, taking into account experimental options, Dzheromini variety

Таблица 2
Химический состав яблок (при уборке урожая), сорт Джеромини

Вариант	РСВ, %	Сахар, %	Кислотность, %	СКИ, о. е.	Витамин С, мг / 100 г	Витамин Р, мг / 100 г
Вариант 1 (контроль)	14,6	10,2	0,37	27,6	6,4	82,4
Вариант 2	13,2	9,2	0,40	23,0	6,8	89,6
Вариант 3	13,0	9,1	0,40	22,8	6,9	88,2

Table 2
Chemical composition of apples (at harvest), Dzheromini variety

Experience option	RSA, %	Sugar, %	Acidity, %	Sugar-acid index, p. u.	Vitamin C, mg / 100 g	Vitamin P, mg / 100 g
Option 1 (control)	14.6	10.2	0.37	27.6	6.4	82.4
Option 2	13.2	9.2	0.40	23.0	6.8	89.6
Option 3	13.0	9.1	0.40	22.8	6.9	88.2

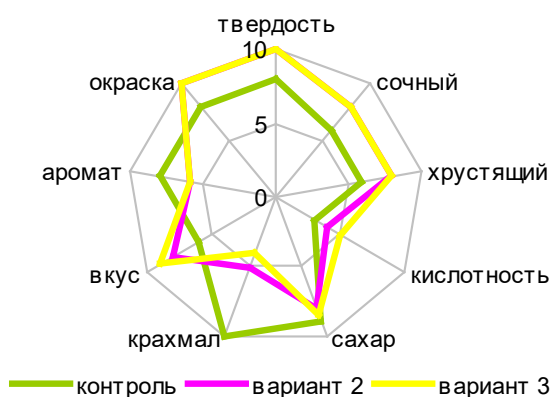


Рис. 5. Дегустационная оценка плодов после 30 дней хранения, сорт Джеромини

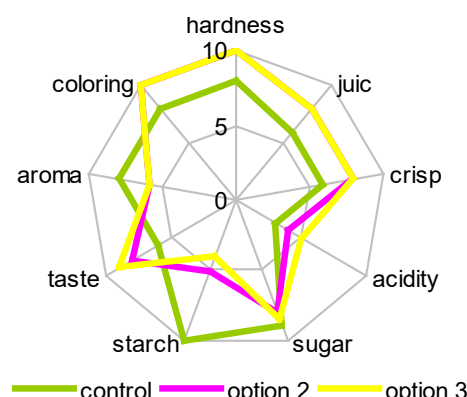


Fig. 5. Tasting evaluation of fruits after 30 days of storage, variety Dzheromini

После 30 дней хранения яблоки, подвергнутые действию препарата «ХарвистФреш», выделяли этилен в очень небольших количествах, причем ни в одном случае не было отмечено признаков начала климактерического выделения этилена независимо от срока сбора урожая плодов. В обоих вариантах исследования применение препарата «ХарвистФреш» обеспечивало меньшую интенсивность выделения этилена, чем контрольный вариант. Влияние срока хранения на значение твердости плодов является одним из основных показателей качества. Было обнаружено, что сразу после 7 дней хранения яблоки показали значительно большую твердость мякоти, чем после 30 дней хранения.

Для лучшей сохранности плодов проведена послеуборочная обработка на основе использования препарата 1-МЦП. Ее применение позволяет свести к минимуму производство этилена в яблоках, что значительно продляет время хранения плодов с одновременным поддержанием высоких качественных параметров. С учетом обработки отмечалось последовательное снижение твердости мякоти с удлинением сезона хранения. Послеуборочная обработка яблок с использованием препаратов с

1-МЦП имела решающее значение для поддержания высокой твердости яблок. Использование этого препарата обеспечивало поддержание твердости мякоти и позволило увеличить сроки хранения яблок. Использование препарата «ХарвистФреш» и послеуборочная обработка плодов 1-МЦП оказали влияние на твердость мякоти яблок сразу после хранения во взаимодействии со сроками сбора урожая и продолжительностью их хранения. Проявлялось оно в том, что твердость яблок в обоих вариантах была больше твердости плодов как контрольных, так и собранных с деревьев, обработанных препаратом «ХарвистФреш». Такая зависимость была статистически значимой независимо от срока сбора яблок и продолжительности их хранения.

После 30 дней хранения опытные образцы в отличие от контрольных показали более высокую оценку товарных качеств. Обработанные плоды были хрустящими, твердыми, с гармоничным содержанием сахара и кислоты (рис. 5).

Существенная разница между вариантами по интенсивности выделения этилена, твердости мякоти, окраске кожицы определяла привлекательность товарного вида плодов и способствовала уве-

личению выхода товарных сортов, который после 30 суток хранения в опытных вариантах составил 92–94 %, что на 14–16 % выше контрольного варианта (выход плодов высшего и первого сорта – 78 %). Плоды с применением технологии хранения с препаратом, содержащим 1-МЦП, имели привлекательную окраску, хрустящую консистенцию, отличные вкусовые качества с приятным сочетанием сахара и кислоты.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

На основании представленных результатов следует, что предуборочная обработка новым отечественным препаратом «ХарвистФреш» с содержанием 1-МЦП – это эффективный способ управле-

ния процессами дозревания плодов на клеточном уровне, вызывающий замедление созревания при лучшем сохранении товарных качеств плодов, их твердости мякоти, сочности, вкусовых качеств при меньшем осыпании. При уменьшении расхода препарата отмечено снижение осыпаемости плодов через 20 дней на 4,3 %, однако это значительно меньше, чем в контроле. Следует отметить, что уменьшенную концентрацию (на 20 %) следует считать достаточной для использования в производстве, т. к. эта концентрация позволила замедлить процесс выделения этилена, улучшить и сохранить товарные качества плодов.

Библиографический список

1. Причко Т. Г., Смелик Т. Л., Причко К. В. Влияние некорневых обработок на управление скоростью созревания плодов яблони // Вестник КрасГАУ. 2023. № 1. С. 40–45. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-1-40-45.
2. Гудковский В. А., Назаров Ю. Б., Кожина Л. В., Флягин А. И. Регулирование опадения плодов яблони сорта Жигулевское // Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: материалы научно-практической онлайн-конференции. Москва, 2020. С. 44–49. DOI: 10.25680/VNIA.2019.80.42.100.
3. Дулов М. И. Уборка урожая, хранение и переработка плодов яблони // Традиции и инновации в современной науке и образовании: теория и передовая практика: монография / О. Ф. Барчо, Л. В. Бура, А. Н. Бурдинская [и др.]. Петрозаводск: Новая Наука, 2021. С. 235–252.
4. Al Shoffe Y., Nock J. F., Zhang Y. Y., Watkins C. B. Physiological disorder development of 'Honeycrisp' apples after pre- and post-harvest 1-methylcyclopropane (1-MCP) treatments // Postharvest Biology and Technology. 2021. Vol. 182. Article number 111703. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2021.111703.
5. Tian Z. Anatomical and Transcriptomic Comparison Between Small and Large Fruit Size During Fruit Development in Apple // The 9th International Horticulture Research Conference. Wuhan, China, 2022. DOI: 10.48130/IHRC2022-pst-0405.
6. Argenta L. C., Wood R. M., Mattheis J. P., Thewes F. R., Nesi C. N., Neuwald D. A. Factors affecting development of disorders expressed after storage of 'Gala' apple fruit // Postharvest Biology and Technology. 2023. Vol. 204. Article number 112439. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2023.112439.
7. Wang Sh., Li L.-X., Zhang Z., Fang Y., Li D., Chen X.-S., Feng Sh.-Q. Ethylene precisely regulates anthocyanin synthesis in apple via a module comprising MdEIL1, MdMYB1 and MdMYB17 // Horticulture Research. 2022. Vol. 9. DOI: 10.1093/hr/uhac034.
8. Гуринов А. Г. Количественные и качественные изменения в плодах яблони под влиянием внекорневого опрыскивания деревьев препаратом «Акварин» // Вестник аграрной науки. 2021. № 3 (90). С. 43–48. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.3.43.
9. Патент RU2809381C1 Российская Федерация, МПК A01N 53/00, A01N 31/06, A01N 25/02. Жидкая суспензионная масляная композиция, содержащая 1-метилциклопропан, для обработки растений в период вегетации и способ ее получения / Ю. В. Митник, А. В. Зиновьев, С. А. Слуцкий, Т. Г. Причко, К. В. Причко. № 2023109873. Заявл. 18.04.2023. Оpubл. 11.12.2023.
10. Причко Т. Г., Смелик Т. Л., Акимов А. А. Особенности выхода на режим хранения яблок сорта Голден Рейнджерс при обычном хранении и регулируемой атмосфере // Scientific achievements of the third millennium: collection of scientific papers on materials XIII international scientific conference. New York, 2021. С. 135–139. DOI: 10.18411/scienceconf-03-2021-25.
11. Prichko T. G., Ulyanovskaya E. V., Droficheva N. V. Evaluation of biochemical indicators of apple fruits quality for the complex selection of the valuable source material for breeding // BIO Web of Conferences. Bioengineering in the Organization of Processes Concerning Breeding and Reproduction of Perennial Crops. Krasnodar, 2020. Article number 02019. DOI: 10.1051/bioconf/20202502019.
12. Акимов М. Ю., Бессонов В. В., Коденцова В. М. [и др.] Биологическая ценность плодов и ягод российского производства // Вопросы питания. 2020. Т. 89, № 4. С. 220–232. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10055.
13. DeEll J. R. Pome fruits: Apple quality and storage // In: M. I. Gil, R. Beaudry (Eds.) Controlled and Modified Atmospheres for Fresh and Fresh-Cut Produce. Academic Press, 2020. Pp. 293–298. DOI: 10.1016/B978-0-12-804599-2.00015-6.

14. Doerflinger F. C., Al Shoffe Y., Sutanto G., Nock J. F., Watkins C. B. Preharvest 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment effects on quality of spot and strip picked 'Gala' apples at harvest and after storage as affected by postharvest 1-MCP and temperature conditioning treatments // *Scientia Horticulturae*. 2024. Vol. 325. Article number 112682. DOI: 10.1016/j.scienta.2023.112682.

15. Algul B. E., Al Shoffe Y., Park D., Miller W. B., Watkins C. B. Preharvest 1-methylcyclopropene treatment enhances 'stress-associated watercore' dissipation in 'Jonagold' apples // *Postharvest Biology and Technology*. 2021. Vol. 181. Article number. 111689. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2021.111689.

16. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.

17. Причко Т. Г. Сроки уборки и режимы хранения яблок с учетом сортовых особенностей: методические рекомендации. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2018. 58 с.

18. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству / Л. М. Лопатина, И. А. Драгавцева, Е. В. Луценко [и др.]. Краснодар: Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства Россельхозакадемии, 2010. 300 с.

Об авторах:

Татьяна Григорьевна Причко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией хранения и переработки плов и ягод, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодар, Россия; ORCID 0000-0001-5153-8482, AuthorID 98266. *E-mail: prichko@yandex.ru*

Юрий Викторович Митник, кандидат технических наук, главный технолог, ООО «Фреш-Форма», Москва, Россия; ORCID 0009-0006-5910-8456, AuthorID 1268821. *E-mail: mitnick48@mail.ru*

Татьяна Леонидовна Смелик, младший научный сотрудник лаборатории хранения и переработки плодов и ягод, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодар, Россия; ORCID 0000-0001-6383-2224, AuthorID 602845. *E-mail: t-smelik@mail.ru*

Кристина Вадимовна Причко, младший научный сотрудник лаборатории хранения и переработки плодов и ягод, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодар, Россия; ORCID 0009-0007-5979-8941; AuthorID 123375. *E-mail: prisparis02@gmail.ru*

References

1. Prichko T. G., Smelik T. L., Prichko K. V. The effect of non-root treatments on the apple fruits ripening rate control *Bulletin of KrasGAU*, 2023; 1: 40–45. 2023. N. 1. P. 40-45. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-1-40-45. (In Russ.)

2. Gudkovskiy V. A., Nazarov Yu. B., Kozhina L. V., Flyagin A. I. Regulation of fruit fall of the Zhigulevskoye apple tree variety. *Prospects for the use of aggressive forms of fertilizers, plant protection products and growth regulators in agricultural technologies of agricultural crops: materials of the scientific and practical online conference*. Moscow, 2020. Pp. 44–49. DOI: 10.25680/VNIIA.2019.80.42.100. (In Russ.)

3. Dulov M. I. Harvesting, storage and processing of apple fruits. In: O. F. Barcho, L. V. Bura, A. N. Burdinskaya, et al. *Traditions and Innovations in Modern Science and Education: Theory and Best Practices: a monograph*. Petrozavodsk: Novaya Nauka, 2021: 235–252. (In Russ.)

4. Al Shoffe Y., Nock J. F., Zhang Y. Y., Watkins C. B. Physiological disorder development of 'Honeycrisp' apples after pre- and post-harvest 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatments. *Postharvest Biology and Technology*. 2021; 182: 111703. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2021.111703.

5. Tian Z. Anatomical and Transcriptomic Comparison Between Small and Large Fruit Size During Fruit Development in Apple. *The 9th International Horticulture Research Conference*. Wuhan, China, 2022. DOI: 10.48130/IHRC2022-pst-0405.

6. Argenta L. C., Wood R. M., Mattheis J. P., Thewes F. R., Nesi C. N., Neuwald D. A. Factors affecting development of disorders expressed after storage of 'Gala' apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 2023; 204: 112439. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2023.112439.

7. Wang Sh., Li L.-X., Zhang Z., Fang Y., Li D., Chen X.-S., Feng Sh.-Q. Ethylene precisely regulates anthocyanin synthesis in apple via a module comprising MdEIL1, MdMYB1 and MdMYB17. *Horticulture Research*. 2022; 9. DOI: 10.1093/hr/uhac034.

8. Gurin A. G. Quantitative and qualitative changes in apple fruits under the influence of foliar spraying of trees with the preparation "aquarin". *Bulletin of Agrarian Science*. 2021; 3 (90): 43–48. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.3.43.

9. Patent No. 2809381 C1 Russian Federation, IPC A01N 53/00, A01N 31/06, A01N 25/02. Liquid suspension oil composition containing 1-methylcyclopropene for treating plants during the growing season and a method for

producing it. Yu. V. Mitnik, A. V. Zinovyev, S. A. Slutskiy, T. G. Prichko, K. V. Prichko. No. 2023109873; Application. 04/18/2023 : publ. 12/11/2023. (In Russ.)

10. Prichko T. G., Smelik T. L., Akimov A. A. Features of entering the storage mode of Golden Rangers apples under normal storage and controlled atmosphere. *Scientific Achievements of the Third Millennium: collection of scientific papers on materials XIII international scientific conference*. New York, 2021. Pp. 135–139 DOI: 10.18411/Scenconceconf-03-2021-25.

11. Evaluation of biochemical indicators of apple fruits quality for the complex selection of the complex selection of the valuable source material for breeding. *BIO Web of Conferences. Bioengineering in the Organization of Processes Concerning Breeding and Reproduction of Perennial Crops*. Krasnodar, 2020. Article number 02019. DOI: 10.1051/bioconf/20202502019. (In Russ.)

12. Akimov M. Yu., Bessonov V. V., Kodentesova V. M., et al. Biological value of fruits and berries of Russian production. *Problems of Nutrition*. 2020; 4: 220–232. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10055. (In Russ.)

13. DeEll J. R. Pome fruits: Apple quality and storage. In: *M. I. Gil, R. Beaudry (Eds.) Controlled and Modified Atmospheres for Fresh and Fresh-Cut Produce*. Academic Press, 2020: 293–298. DOI: 10.1016/B978-0-12-804599-2.00015-6.

14. Doerflinger F. C., Al Shoffe Y., Sutanto G., Nock J. F., Watkins C. B. Preharvest 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment effects on quality of spot and strip picked ‘Gala’ apples at harvest and after storage as affected by postharvest 1-MCP and temperature conditioning treatments. *Scientia Horticulturae*. 2024; 325: 112682. DOI: 10.1016/j.scienta.2023.112682.

15. Algul B. E., Al Shoffe Y., Park D., Miller W. B., Watkins C. B. Preharvest 1-methylcyclopropene treatment enhances ‘stress-associated watercore’ dissipation in ‘Jonagold’ apples. *Postharvest Biology and Technology*. 2021; 181: 111689. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2021.111689.

16. Sedov E. N., Ogoltsova T. P. (Eds.) *Program and methodology for variety study of fruit, berry and nut crops*. Oryol: VNIISPK, 1999. 608 p. (In Russ.)

17. *Harvesting dates and storage modes for apples, taking into account varietal characteristics: methodological recommendations*. Krasnodar: Federal State Budgetary Scientific Institution “North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, and Winemaking”, 2018. 58 p. (In Russ.)

18. Lopatina L. M., Dragavtseva I. A., Lutsenko E. V., et al. *Methodological and analytical support for research in horticulture*. Krasnodar: North Caucasian Zonal Research Institute of Horticulture and Viticulture of the Russian Agricultural Academy, 2010. 300 p. (In Russ.)

Authors' information:

Tatyana G. Prichko, doctor of agricultural sciences, professor, chief researcher, head of the laboratory for storage and processing of pilaf and berries, North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia; ORCID 0000-0001-5153-8482, AuthorID 98266. *E-mail: prichko@yandex.ru*

Yuriy V. Mitnik, candidate of technical sciences, chief technologist, Fresh-Forma LLC, Moscow, Russia; ORCID 0009-0006-5910-8456, AuthorID 1268821. *E-mail: mitnick48@mail.ru*

Tatyana L. Smelik, junior researcher at the laboratory of storage and processing of fruits and berries, North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia; ORCID 0000-0001-6383-2224, AuthorID 60284. *E-mail: t-smelik@mail.ru*

Kristina V. Prichko, junior researcher at the laboratory of storage and processing of fruits and berries, North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia; ORCID 0009-0007-5979-8941; AuthorID 123375. *E-mail: prisparis02@gmail.ru*