

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЯБЛОК ПРИ ХРАНЕНИИ В РЕГУЛИРУЕМОЙ АТМОСФЕРЕ

Причко Т.Г., д-р с.-х. наук, Смелик Т.Л.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
(Краснодар)*

Реферат. Исследована динамика изменения качественных показателей плодов яблони сортов Ренет Симиренко, Гренни Смит и Голден Делишес, прошедших послеуборочную обработку 1-метилциклопропеном (препаратом SmartFresh) при хранении в условиях регулируемой атмосферы (1,5 % O₂ и 1,5 % CO₂). Отмечен суммарный эффект по сохранению исходного качества плодов при проведении послеуборочной обработки и последующем хранении в субнормальной среде после 5 мес. хранения, что позволяет продлить сроки реализации продукции на 2,5-3 месяца, при исключении потерь от физиологических заболеваний.

Ключевые слова: плоды яблони, послеуборочная обработка, хранение, регулируемая атмосфера, товарные качества, химические показатели

Summary. The dynamics of change in the quality parameters of apple fruits of Renet Symirenko, Granny Smith and Golden Delicious, after post-harvest treatment with 1-methylcyclopropene (SmartFresh), in the process of storage in a controlled atmosphere (1.5 % O₂ and 1.5 % CO₂). The total effect on preserving the initial quality of fruits processing after post harvesting and long-term storage in the subnormal medium after 5 month of storage was noted, it allow to make longer the period of realization of production on 2.5-3 month without physiological diseases.

Key words: apple fruit, post-harvest treatment, storage, controlled atmosphere, commercial qualities, chemical indicators

Введение. Хранение в регулируемой атмосфере (РА) позволяет сохранять качественные показатели яблок длительное время в отличие от плодов, хранящихся в обычной атмосфере (ОА) [1]. Использование только технологического фактора – низкой температуры в обычной атмосфере – не обеспечивает эффективного снижения интенсивности дыхания плодов и выделения этилена, поэтому сроки максимального сохранения исходных качеств яблок ограничены и составляют 3-4 месяца. В дальнейшем при хранении плодов и реализации в торговой сети увеличивается вероятность развития физиологических заболеваний, грибных гнилей и резкого снижения качества.

В задачу исследований входило определить эффективность совместного действия двух технологических приемов – проведение послеуборочной обработки плодов препаратом SF и хранение в регулируемой среде – на результаты хранения яблок разных помолологических сортов.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований являлись плоды яблони позднего срока созревания сортов Гренни Смит, Ренет Симиренко, Голден Делишес (опытных образцов), прошедших послеуборочную обработку препаратом SF и хранящиеся в регулируемой среде с содержанием 1,5 % O₂ и 1,5 % CO₂. Контролем служили плоды, хранящиеся в этой же среде без послеуборочной обработки (контроль). Плоды сортов Гренни Смит и Ренет Симиренко были сняты и заложены на хранение в съемной зрелости,

а яблоки сорта Голден Делишес – ближе к технической зрелости. Плоды соответствовали высшему и первому сорту согласно ГОСТ Р 54697-11 «Яблоки свежие, реализуемые в розничной торговой сети» [2].

Перед закладкой и в процессе хранения определяли химические показатели качества плодов: содержание растворимых сухих веществ по ГОСТ ISO 2173-2013 [3]; крахмала – йод-крахмальной пробой [1]; сахаров – по ГОСТ 8756-13.87 [4]; титруемых кислот – по ГОСТ ISO 750-2013 [5]; витамина С – ускоренным методом по А.И. Ермакову [6]; витамина Р – по методике Л.И. Вигорова [7]; интенсивность выделения этилена – на анализаторе этилена СА-56; твердость мякоти плодов – пенетрометром FT – 372 с диаметром плунжера 10 мм [1].

Обсуждение результатов. Регулируемая атмосфера, при которой в камере хранения, в зависимости от сортовых особенностей плодов, создается определенная пропорция содержания кислорода и углекислого газа, обеспечивает лучшее сохранение исходных качественных показателей яблок, в сравнении с хранением в обычной атмосфере, когда в плодах наблюдается быстрое снижение твердости мякоти и более интенсивный расход питательных веществ [8, 9, 10].

Сочетание технологических приемов – обработки плодов препаратом SF, обеспечивающей снижение интенсивности выделения этилена, и хранения в регулируемой среде с низким содержанием кислорода и высоким углекислого газа – позволило снизить интенсивность протекания биохимических процессов в плодах и, как следствие, лучше и при более длительных сроках сохранить товарные качества плодов. Так, интенсивность выделения этилена плодами контрольных и опытных образцов при хранении в субнормальной среде после 3 месяцев хранения составляла 2,4-2,59 и 0,7-1,4 л/кг/ч, а после 5 месяцев хранения – 4,03-10,8 и 1,07-2,3 л/кг/ч соответственно (рис. 1).

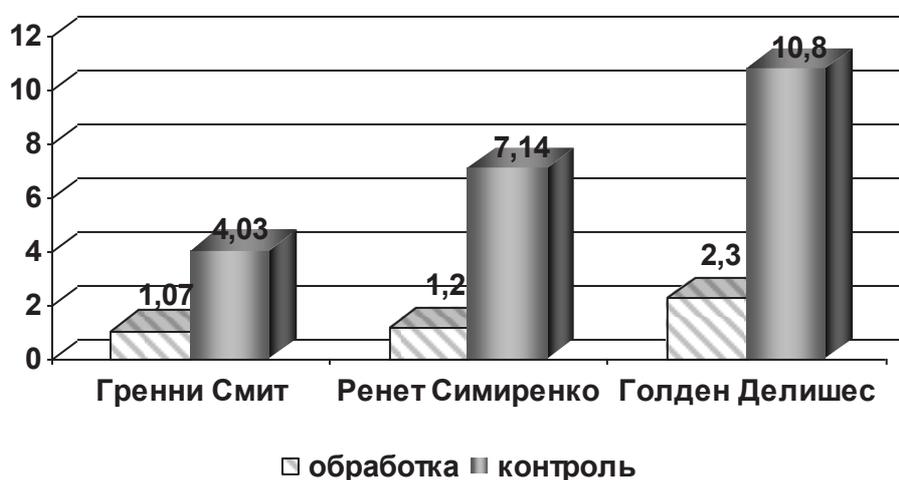


Рис. 1. Динамика интенсивности выделения этилена контрольных и опытных образцов при хранении в РА 1,5 % CO₂ и 1,5 % O₂

Динамика изменения твердости мякоти яблок показывает, что после хранения в регулируемой среде опытные образцы имели более высокие технологические показатели в сравнении с контрольными плодами. У яблок сорта Ренет Симиренко, обработанных препаратом SmartFresh, после 5 месяцев хранения в РА, твердость мякоти составила 9,8 кг/см², что на 13 % выше, чем у контрольных образцов без обработки (рис. 2).

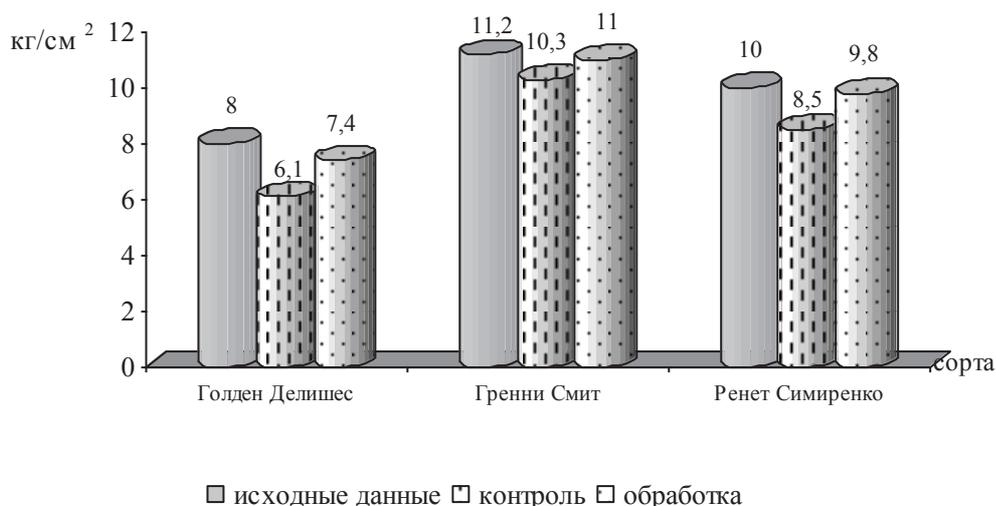


Рис. 2. Динамика твердости мякоти плодов яблони при хранении в РА (1,5 % O₂ и 1,5 % CO₂) опытных и контрольных образцов (5 месяцев хранения)

Важным показателем, дающим информацию об изменении качества плодов при хранении, являются данные об изменении в содержании сухих веществ. Проведенные биохимические исследования показали, что в плодах контрольных образцов отмечен более быстрый расход сухих веществ и сахаров, за счет большей востребованности крахмала для процесса дыхания и питания плодов, а также для перехода его в сахара, чем это происходит в плодах опытного варианта. Так, при закладке на хранение исходное содержание сухих веществ в яблоках сорта Гренни Смит составляло 12,0 %. Через 5 месяцев хранения в яблоках контрольных образцов содержание сухих веществ увеличилось до 13,2 % за счет более быстрого перехода крахмала в сахара; в опытном варианте этот показатель составлял 12,4 %, что свидетельствует о меньшем расходе питательных веществ на дыхание и питание плодов (рис. 3). Отмечена также большая востребованность сахаров на питание в контрольных образцах (до 9,0-10,2 %) за счет разложения крахмала.

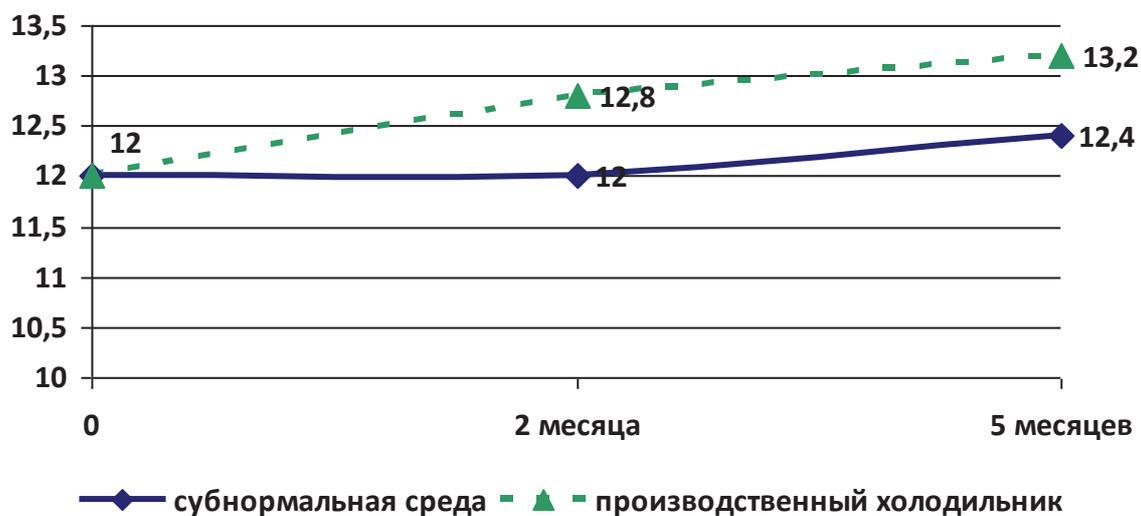


Рис. 3. Динамика изменения сухих веществ в плодах яблони при хранении в РА опытных и контрольных образцов, сорт Гренни Смит

Другим важным показателем, характеризующим степень дозревания и изменения качества плодов, является изменение в содержании общих титруемых кислот. Из результатов проведенных исследований следует, что в процессе хранения происходит снижение содержания кислот в плодах независимо от способа их хранения. Так, у яблок сорта Ренет Симиренко содержание общих титруемых кислот при закладке на хранение составляло 0,90 %; после 5 месяцев хранения их содержание в опытных образцах снизилось незначительно (до 0,89 %). В плодах контрольного варианта показатель кислотности был 0,78 %.

Яблокам сорта Голден Делишес в съемной зрелости характерна кислотность 0,46 %, но при закладке на хранение в текущем году исходное содержание кислот составляло 0,40 %, то есть плоды были более зрелыми. Через 5 месяцев хранения кислотность плодов опытных образцов уменьшилась до 0,38 %, а контрольных – до 0,30 %, что свидетельствовало о преимуществе послеуборочной обработки яблок препаратом SmartFresh.

Исследование динамики изменения витаминов в плодах показало, что в процессе хранения отмечается снижение содержания как аскорбиновой кислоты, так и *P*-активных веществ. У сорта Голден Делишес через 5 месяцев хранения потери аскорбиновой кислоты в опытных образцах составляли 1,1 мг/100 г, что в 2 раза меньше этого показателя в контрольных образцах (2,1 мг/100 г) (табл.).

Изменение биохимических показателей качества яблок в процессе хранения

| Сорт | Вариант | PCB, % | Сумма сахаров, % | Общая кислотность, % | С/к индекс | Витамины, мг/100 г | |
|-----------------|---------------------|--------|------------------|----------------------|------------|--------------------|-------|
| | | | | | | С | Р |
| Голден Делишес | Исходное содержание | 13,2 | 9,2 | 0,40 | 23,1 | 7,9 | 111,4 |
| | 5 месяцев хранения | | | | | | |
| | Контроль | 14,5 | 10,2 | 0,30 | 34,0 | 6,0 | 88,8 |
| | Обработка | 13,4 | 9,4 | 0,38 | 24,7 | 7,0 | 104,8 |
| Ренет Симиренко | Исходное содержание | 12,2 | 8,1 | 0,90 | 9,0 | 7,5 | 92,4 |
| | 5 месяцев хранения | | | | | | |
| | Контроль | 13,2 | 9,2 | 0,78 | 11,8 | 6,6 | 78,2 |
| | Обработка | 12,4 | 8,7 | 0,89 | 9,8 | 7,2 | 88,8 |
| Гренни Смит | Исходное содержание | 11,3 | 7,9 | 1,1 | 7,2 | 7,8 | 108,0 |
| | 5 месяцев хранения | | | | | | |
| | Контроль | 12,8 | 9,0 | 0,90 | 9,9 | 6,4 | 98,6 |
| | Обработка | 12,0 | 8,4 | 1,05 | 8,0 | 7,1 | 104,8 |

Аналогичная закономерность отмечена у плодов сорта Гренни Смит, где снижение содержания витамина С в яблоках опытных и контрольных образцов составило 0,7 мг/100 г и 1,4 мг/100 г, соответственно. При сравнении динамики содержания *P*-активных веществ в плодах различных сортов было установлено, что максимальная потеря *P*-активных веществ после 5 месяцев хранения отмечена у контрольных образцов сорта Голден Делишес – 22,6 мг/100 г, у опытных образцов этот показатель снизился до 6,6 %. У сортов Ренет Симиренко и Гренни Смит потери *P*-активных веществ при хранении значи-

тельно ниже – 14,2 мг/100 г и 9,4 мг/100 г соответственно. Послеуборочная обработка плодов препаратом SmartFresh способствовала лучшему сохранению витамина Р при хранении яблок этих сортов: потери витамина Р составили 3,6 и 3,2 мг/100 г соответственно.

Заключение. Таким образом, полученные данные подтверждают высокую эффективность послеуборочной обработки плодов ингибитором этилена в сочетании с хранением в регулируемой среде с пониженным содержанием кислорода и повышенным содержанием углекислого газа. Обработка плодов препаратом SmartFresh после открытия камеры с низким содержанием кислорода исключает развитие физиологического заболевания «загар», приводящего к появлению коричневых разводов на поверхности плодов при транспортировке и в процессе реализации яблок.

Учитывая высокое сохранение товарных качеств плодов после длительного хранения для яблок сортов Гренни Смит и Ренет Симиренко оптимальны параметры хранения по содержанию кислорода и углекислого газа – 1,5 % O₂ и 1,5 % CO₂. Для яблок сорта Голден Делишес содержание углекислого газа в камере хранения возможно увеличить до 2,0 %.

Литература

1. Причко, Т.Г. Уборка, хранение и товарная обработка яблок: методические рекомендации / Т.Г. Причко. – Краснодар, 2015. – 126 с.
2. ГОСТ Р 54697-11. Яблоки свежие, реализуемые в розничной торговой сети (Технические условия) // Плодовые и ягодные культуры. – М.: Стандартиформ, 2013. – 22 с.
3. ГОСТ ISO 2173-2013 Межгосударственный стандарт. Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. М.: Стандартиформ, 2014. – 7 с.
4. ГОСТ 8756.13-87 Межгосударственный стандарт. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров. М.: Стандартиформ, 2010. – 10 с.
5. ГОСТ ISO 750-2013 Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности. М.: Стандартиформ, 2014. – 8 с.
6. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.Е. Арасимович, М.И. Смирнова – Иконникова [и др.]. – Л.: Колос, 1972. – 456 с.
7. Вигоров, Л. И. Метод определения Р-активных веществ / Л.И. Вигоров // Труды III семинара по БАВ. – Свердловск, 1972. – 362 с.
8. Причко, Т.Г. Новые технологические приемы повышения эффективности хранения плодов / Т.Г. Причко // Высокоточные технологии производства хранения и переработки плодов и ягод: материалы межд. науч.-практ. конф. (07-10 сент. 2010 г.). – Краснодар, СКЗНИИСиВ, 2010. – С. 344-350.
9. Причко, Т.Г. Повышение эффективности хранения яблок при применении послеуборочной обработки препаратом SmartFresh в контролируемой атмосфере / Т.Г. Причко, М.Г. Германова, Т.Л. Смелик // Научные труды СКЗНИИСиВ. – Том 10. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2016. – С. 130-134.
10. Причко, Т.Г. Использование модифицированной атмосферы при хранении плодов / Т.Г. Причко, М.Г. Германова, Т.Л. Смелик // Сборник научных трудов «Субтропическое и декоративное садоводство», ФГБНУ ВНИИЦиСК, 2017. – № 62. – С. 179-186.