

## 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 % O<sub>2</sub> и 1,5 % CO<sub>2</sub>). 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 % O<sub>2</sub> and 1.5 % CO<sub>2</sub>). 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 % O<sub>2</sub> и 1,5 % CO<sub>2</sub>. 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 ІСА-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).

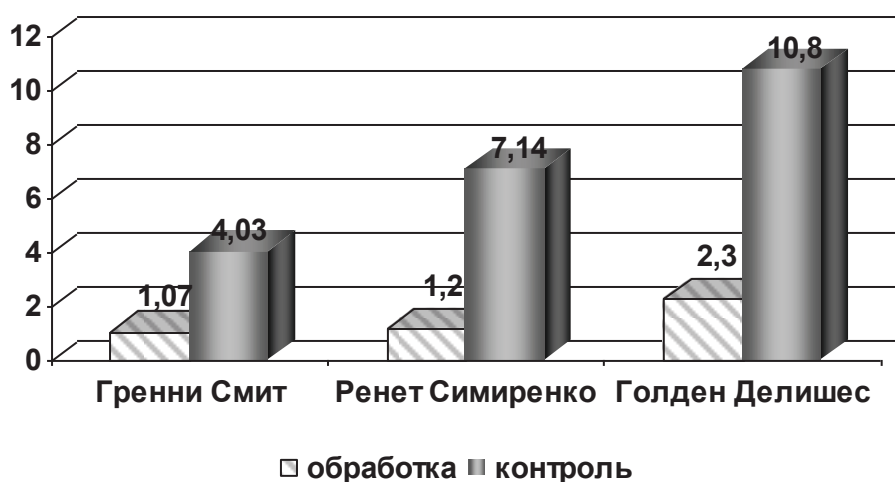


Рис. 1. Динамика интенсивности выделения этилена контрольных и опытных образцов при хранении в РА 1,5 % CO<sub>2</sub> и 1,5 % O<sub>2</sub>

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/см<sup>2</sup>, что на 13 % выше, чем у контрольных образцов без обработки (рис. 2).

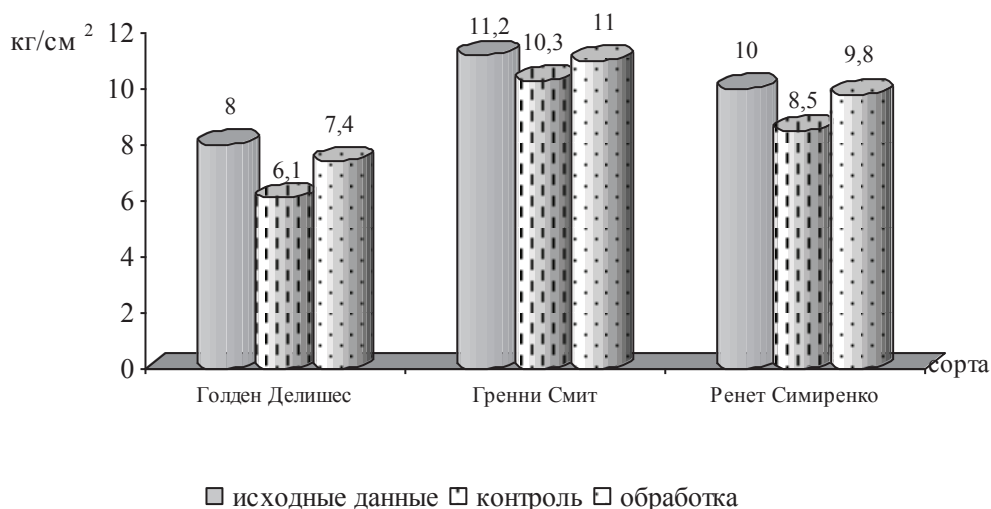


Рис. 2. Динамика твердости мякоти плодов яблони при хранении в РА (1,5 % O<sub>2</sub> и 1,5 % CO<sub>2</sub>) опытных и контрольных образцов (5 месяцев хранения)

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.

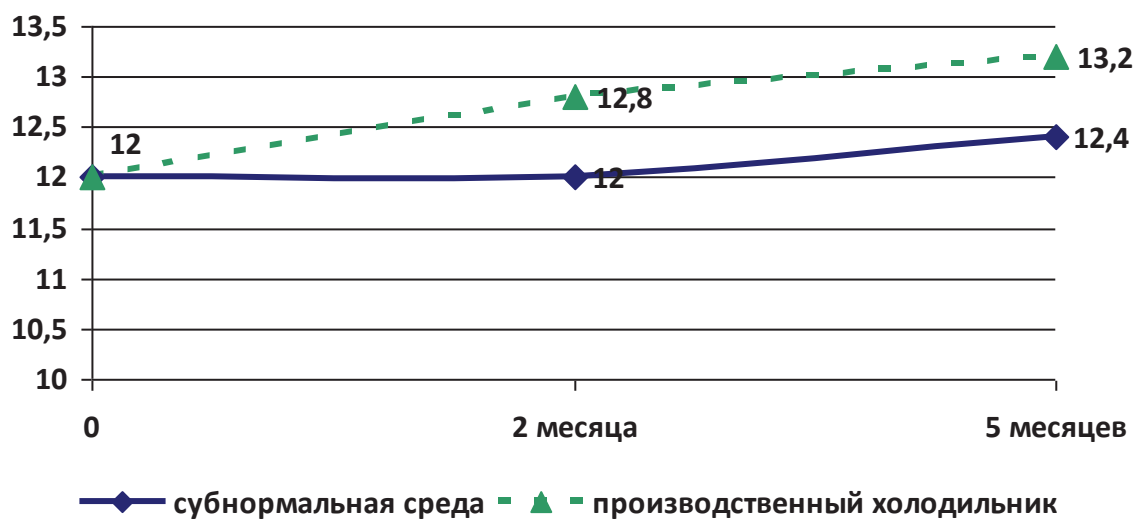


Рис. 3. Динамика изменения сухих веществ в плодах яблони при хранении в РА опытных и контрольных образцов, сорт Гренни Смит

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 % O<sub>2</sub> и 1,5 % CO<sub>2</sub>. 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.