

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ НА СОХРАНЕНИЕ КАЧЕСТВА И ПРОДЛЕНИЕ ПЕРИОДА ПОТРЕБЛЕНИЯ СВЕЖИХ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ РАННИХ СРОКОВ СОЗРЕВАНИЯ

Д. И. МАРЦИНКЕВИЧ, А. М. КРИВОРОТ, О. С. КАРАНИК,
М. Г. МАКСИМЕНКО, В. И. ДОЛМАТОВИЧ

*РУП «Институт плодководства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by*

АННОТАЦИЯ

В 2019–2020 гг. в РУП «Институт плодководства» проведены исследования по изучению влияния модифицированной газовой среды (МГС) на сохранение качества и продление периода потребления свежих плодов яблони ранних сроков созревания.

Объектами исследований являлись плоды семи сортов яблони ранних сроков созревания (Аксаміт, Коваленковское, Мечта, Паланэз, Папировка, Ранак, Слава победителям), выращенные в отделе селекции плодовых культур РУП «Институт плодководства».

Изменение газового состава в закрытой упаковке позволяет снизить естественную убыль массы в среднем по сортам на 2,9 % и увеличить выход здоровых плодов у всех сортов.

Использование МГС минимизирует потери от физиологических расстройств у плодов яблони ранних сроков созревания в 1,7–2,5 раза и снижает потери от грибных заболеваний на 2,0–7,3 % в зависимости от сорта.

Хранение в МГС увеличивает сохранность плодов после съема с хранения (остаточный эффект) на 3–6 сут в зависимости от сорта.

Ключевые слова: яблоня, плоды, сорт раннего срока созревания, хранение, модифицированная газовая среда, естественная убыль массы, товарные показатели, грибные заболевания, физиологические расстройства, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Поддержание и улучшение качества собранного урожая становится всё более актуальной и важной задачей. Потребность рынка в наличии свежих фруктов отличного качества постоянно возрастает.

Проблема продления периода хранения и реализации стоит особенно остро для сортов яблони ранних сроков созревания ввиду физиологических особенностей плодов и ограниченного периода между их съёмной и потребительской степенями зрелости.

Для продления сроков потребления плодов яблони ранних сроков созревания может быть использован способ хранения в модифицированной газовой среде, который основан на изменении состава газовой среды в результате дыхания самих плодов.

Данный способ подразумевает хранение плодов либо в герметичных камерах, либо в полимерной упаковке. Плоды при дыхании используют кислород и выделяют углекислый газ, в результате чего в замкнутом пространстве увеличивается содержание CO_2 и снижается содержание O_2 (15–16 %). Если камера или пакет достаточно герметичны, то содержание CO_2 возрастает до такого уровня (5–6 %), при котором дыхание плодов сильно подавляется, что способствует замедлению физиологических процессов в плодах и более длительной сохраняемости плодов.

С появлением синтетических плёночных материалов, из которых можно изготовить герметически закрывающуюся тару разной вместимости, хранение плодов в МГС получило промышленное значение. Данный способ хранения – наиболее дешёвый и технически несложный.

Благодаря жизнедеятельности плодов и селективным свойствам пленки, в пакетах повышается содержание углекислого газа, снижается содержание кислорода и обеспечивается 100%-ная относительная влажность воздуха. Это способствует снижению интенсивности дыхания, убыли массы плодов и сохранению товарных и вкусовых качеств продукции.

Лучшие результаты дает упаковывание в полиэтиленовую пленку до 60 мк. Это объясняется тем, что такая пленка обладает эластичностью, низкой водо- и газопроницаемостью, стойкостью к щелочам, легкой свариваемостью, прочностью и, самое главное, избирательной проницаемостью для различных газов. Кроме того, данная пленка может быть многократно использована [1].

Многочисленными исследованиями зарубежных ученых установлено положительное влияние модифицированной газовой среды на сохраняемость и качество плодов яблони после хранения. Плоды, хранившиеся в условиях МГС, отличаются большей свежестью, лучшей консистенцией и высокими вкусовыми качествами [2–6].

В связи с этим возникла необходимость оценить эффективность МГС с помощью использования селективных упаковок при хранении плодов новых и перспективных сортов яблони ранних сроков созревания в Беларуси.

ОБЪЕКТЫ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований являлись плоды семи сортов яблони ранних сроков созревания (Аксаміт, Коваленковское, Мечта, Паланэз, Папировка, Ранак, Слава победителям), выращенные в отделе селекции плодовых культур РУП «Институт плодоводства».

Товарность плодов определяли в момент уборки согласно СТБ 2287 [7].

Плоды убирали в стадии съемной зрелости и закладывали на хранение в холодильных камерах отдела хранения и переработки. Степень зрелости плодов определяли способом йодкрахмальной пробы по Н. А. Целуйко (1969) [1].

Предварительное охлаждение плодов перед закладкой на хранение производили в холодильных камерах в течение 12 ч при температуре +4...+6 °С.

Опыт по хранению проводили согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (ВНИИСПК, Орел, 1999) [8] и «Методическим рекомендациям по хранению плодов, овощей и винограда» [9].

Даты закладки на хранение:

сорта Папировка и Ранак – 02.08.2019, 06.08.2020;

сорт Мечта – 02.08.2019, 13.08.2020;

сорт Коваленковское – 02.08.2019, 19.08.2020;

сорт Слава победителям – 21.08.2019, 24.08.2020;

сорта Паланэз и Аксаміт – 21.08.2019, 09.09.2020.

Варианты опыта:

контроль – хранение в условиях обычной газовой среды (ОГС);

МГС-1 – модифицированная газовая среда с применением поглотителя этилена (ETEN);

МГС-2 – модифицированная газовая среда без применения поглотителя этилена.

Для хранения плодов в МГС использовали пакеты Xtend (производство израильской фирмы StePac) вместимостью до 18 кг из полиэтиленовой пленки высокого давления, нестабилизированной, толщиной до 50–60 мкм. Пакеты после наполнения плодами закрывали полиамидными зажимами и укладывали в пластиковые ящики размером 600×400×300 см, равномерно распределяя плоды внутри пакетов. Далее ящики с пакетами помещали в холодильные камеры на длительное хранение. Повторность опыта четырехкратная, в каждой повторности не менее 5 кг.

Съем с хранения образцов во всех вариантах опыта по одному сорту производили одновременно. Ревизию образцов осуществляли еженедельно. За основной критерий снятия плодов с хранения принимали потери продукции в контроле более 10 %.

Все варианты опыта хранили при температуре +1,0...+2,0 °С и относительной влажности воздуха 92–95 %.

В течение всего периода хранения ежедневно производили наблюдение за относительной влажностью воздуха и температурой.

Твердость плодов определяли с помощью пенетрометра с диаметром плунжера 11 мм, плотность (удельную массу) плодов – посредством прибора ИПП-1 конструкции Г. И. Левашенко, содержание растворимых сухих веществ (РСВ) – рефрактометрическим методом по ГОСТ ISO 2173 [10].

Естественную убыль массы определяли методом фиксированных проб, выход товарной продукции и количество потерь при хранении – путем разбора на фракции учетных образцов и их последующего взвешивания. Результаты выражали в процентах к общей массе продукции, заложенной на хранение.

Для определения остаточного эффекта (периода сохранения плодами после съема с хранения товарных качеств при комнатной температуре) плоды хранили при температуре +18,0...+20,0 °С и относительной влажности воздуха 72–75 %.

Статистическую обработку полученных данных проводили методом однофакторного дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для оценки возможности продления периода реализации и доведения до потребителя плодов яблони ранних сроков созревания был заложен производственный опыт по хранению в условиях модифицированной газовой среды.

Продолжительность хранения в контрольном варианте и в условиях МГС составила для сортов Аксаміт, Коваленковское, Паланэз, Ранак и Папировка – 62 дн., Мечта – 70 дн. и Слава победителям – 78 дн. (табл. 1).

Таблица 1. Товарные показатели качества и естественная убыль массы плодов яблони ранних сроков созревания после хранения в МГС, 2019–2020 гг.

Сорт	Продолжительность хранения, дн.	Вариант	Естественная убыль массы, %	Здоровые плоды, %	Плодовая гниль, %	Пенициллезная гниль, %	Серая гниль, %	Горькая ямчатость, %	Физиологические расстройства, %
Аксаміт	62	контроль	2,3	79,5	6,2	3,5	–	10,8	–
		МГС-1	0,6	90,6	3,2	–	–	6,2	–
		МГС-2	1,0	88,3	4,8	–	–	6,9	–
Коваленковское	62	контроль	2,2	83,6	9,7	–	–	6,7	–
		МГС-1	0,2	92,7	2,5	–	–	4,8	–
		МГС-2	0,2	89,5	4,0	–	–	6,5	–
Мечта	70	контроль	2,6	87,6	5,0	–	–	–	7,4
		МГС-1	0,4	90,9	2,6	–	–	–	6,5
		МГС-2	0,6	88,9	3,4	–	–	–	7,7
Паланэз	62	контроль	4,9	77,8	8,9	–	–	13,3	–
		МГС-1	0,2	92,6	–	–	–	7,4	–
		МГС-2	0,2	89,7	3,2	–	–	7,1	–
Папировка	62	контроль	5,6	73,5	8,2	–	6,4	–	11,9
		МГС-1	0,5	87,5	–	–	5,6	–	6,9
		МГС-2	2,1	83,5	6,8	3,7	6,0	–	–
Слава победителям	78	контроль	4,0	85,2	4,8	–	1,9	–	8,1
		МГС-1	0,5	93,6	2,8	–	–	–	3,6
		МГС-2	0,8	91,2	3,1	–	–	–	5,7
Ранак	62	контроль	2,9	72,8	11,3	6,9	–	–	9,0
		МГС-1	0,2	86,7	7,8	3,0	–	–	2,5
		МГС-2	1,0	80,4	8,6	6,2	–	–	4,8
<i>HCP_{0,05}</i>			1,57	10,87	2,58	–	–	–	–

Естественная убыль массы у сортов в контроле находилась в пределах 2,2–5,6 %, в варианте МГС-1 – в диапазоне 0,2–0,6 %, в варианте МГС-2 – в пределах 0,2–2,1 %. Условия МГС позволили снизить естественную убыль массы у сортов: Аксаміт – на 1,5 %, Коваленковское – на 2,0 %, Мечта – на 2,1, Паланэз – на 4,7, Папировка – на 4,3, Слава победителям – на 3,3, Ранак – на 2,3 %.

Выход здоровых плодов у всех сортов в варианте хранения в МГС был выше, чем в контроле. При этом в варианте опыта МГС-1 (с применением поглотителя этилена) данный показатель был

наибольшим у всех сортов и варьировал в пределах 86,7–93,6 %. Наилучшее значение было отмечено у сорта Слава победителям: в контроле – 85,2 %, в МГС-1 – 93,6 %, в МГС-2 – 91,2 %. Минимальные значения были у сорта Ранак во всех вариантах опыта: в контроле – 72,8 %, в МГС-1 – 86,7 %, в МГС-2 – 80,4 %.

Условия хранения в МГС позволили снизить потери от грибных заболеваний у сортов: Аксаміт – на 5,7 %, Коваленковское – на 6,5, Мечта – на 2,0, Паланэз – на 7,3, Папировка – на 3,6, Слава победителям – на 3,8, Ранак – на 5,4 %.

Сорта Аксаміт, Коваленковское, Паланэз повреждались горькой ямчатостью, что требует разработки дополнительных технологических приемов возделывания для предотвращения данного физиологического расстройства на этих сортах.

Основным физиологическим расстройством при хранении сортов раннего срока созревания (Мечта, Папировка, Слава победителям, Ранак) был низкотемпературный распад. Хранение в МГС позволило снизить эти потери у сортов: Папировка – на 5,0 %, Слава победителям – на 3,5 %, Ранак – на 5,4 %.

Проведение скрининга технологических параметров показало, что в момент съемной зрелости (до хранения) у сортов яблони плотность варьировала в пределах 0,64–0,81 г/см³. В период потребительской зрелости (после хранения) плотность в контроле увеличилась в среднем на 0,06 г/см³, в МГС-1 – на 0,12 г/см³, в МГС-2 – на 0,03 г/см³ (табл. 2).

Таблица 2. Физико-химические параметры плодов яблони ранних сроков созревания по сортам в момент съемной зрелости (до хранения) и потребительской зрелости (после хранения), 2019–2020 гг.

Сорт	Вариант	Плотность, г/см ³	Твердость, кг/см ²	PCB, %
Аксаміт	до хранения	0,81	5,91	14,0
	контроль	0,90	4,36	14,5
	МГС-1	0,85	5,42	14,1
	МГС-2	0,83	5,09	14,2
Коваленковское	до хранения	0,71	8,07	11,9
	контроль	0,75	6,46	12,7
	МГС-1	0,71	6,57	13,5
	МГС-2	0,75	7,58	13,4
Мечта	до хранения	0,64	6,96	12,1
	контроль	0,72	4,35	12,4
	МГС-1	0,76	6,05	12,1
	МГС-2	0,69	5,84	12,1
Папировка	до хранения	0,72	7,55	10,0
	контроль	0,78	3,99	9,3
	МГС-1	0,72	5,21	9,6
	МГС-2	0,74	5,12	9,8
Паланэз	до хранения	0,76	8,31	12,1
	контроль	0,83	7,06	15,5
	МГС-1	0,81	8,17	13,6
	МГС-2	0,79	8,31	13,1
Слава победителям	до хранения	0,76	6,35	11,0
	контроль	0,80	3,37	11,3
	МГС-1	0,77	4,94	11,1
	МГС-2	0,79	4,56	11,1
Ранак	до хранения	0,74	7,63	11,5
	контроль	0,78	6,85	11,7
	МГС-1	0,74	7,60	11,6
	МГС-2	0,74	6,96	11,5

Наибольшее значение твердости в период съемной зрелости было отмечено у сорта Паланэз (8,31 кг/см²), наименьшее – у сорта Аксаміт (5,91 кг/см²). Использование МГС при хранении позволило сохранить высокую твердость плодов в период потребительской зрелости по сравнению с контрольным вариантом.

Важным показателем качества плодов является содержание растворимых сухих веществ. В результате исследований установлено, что содержание РСВ у изучаемых сортов в период съемной зрелости было в пределах 10,0–14,0 %, максимальное значение отмечено у сорта Аксаміт.

После хранения во всех вариантах опыта наблюдается увеличение значения РСВ для всех исследуемых сортов, кроме сорта Папировка, что, скорее всего, обусловлено его генотипическими особенностями.

Хранение плодов в МГС благоприятно сказывалось на продлении остаточного эффекта. Остаточный эффект у плодов сорта Аксаміт в контрольном варианте составлял 7 дн., а в вариантах опыта с МГС – 12 дн., у сорта Коваленковское хранение в МГС продлило остаточный эффект на 6 дн., у сортов Мечта, Слава Победителям, Ранак – на 4 дн., у сортов Паланэз, Папировка – на 3 дн. (табл. 3).

Таблица 3. Остаточный эффект хранения плодов яблони ранних сроков созревания после съема с хранения в условиях МГС, 2019–2020 гг.

Сорт	Вариант	Количество дней хранения до наступления порога потерь в 10 %
Аксаміт	контроль	7
	МГС-1	12
	МГС-2	12
Коваленковское	контроль	8
	МГС-1	14
	МГС-2	14
Мечта	контроль	8
	МГС-1	12
	МГС-2	12
Паланэз	контроль	8
	МГС-1	11
	МГС-2	11
Папировка	контроль	2
	МГС-1	5
	МГС-2	5
Слава победителям	контроль	10
	МГС-1	14
	МГС-2	14
Ранак	контроль	8
	МГС-1	12
	МГС-2	12

ВЫВОДЫ

Продолжительность хранения в контрольном варианте и в условиях МГС составила для сортов Аксаміт, Коваленковское, Паланэз, Ранак и Папировка 62 дн., Мечта – 70 дн., Слава победителям – 78 дн.

Изменение газового состава в закрытой упаковке позволяет снизить естественную убыль массы в среднем по сортам на 2,9 % и увеличить выход здоровых плодов у всех сортов.

В варианте хранения в МГС выход здоровых плодов у всех сортов был выше, чем в контроле. Наилучшее значение отмечено у сорта Слава победителям: в контроле – 85,2 %, в МГС-1 – 93,6 %, в МГС-2 – 91,2 % после 78 дн. хранения. Минимальные значения были у сорта Ранак во всех вариантах опыта: в контроле – 72,8 %, в МГС-1 – 86,7 %, в МГС-2 – 80,4 % после 62 дн. хранения.

При хранении в МГС потери от грибных заболеваний были ниже, чем в контрольном варианте, на 2,0–7,3 % в зависимости от сорта.

Использование МГС минимизирует потери от физиологических расстройств у плодов яблони ранних сроков созревания в 1,7–2,5 раза.

МГС при хранении позволяет сохранить высокую твердость плодов в период потребительской зрелости в сравнении с контрольным вариантом.

Хранение в МГС увеличивает сохранность плодов после съема с хранения (остаточный эффект) на 3–6 дн. в зависимости от сорта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Криворот, А. М. Технологии хранения плодов / А. М. Криворот. – Минск : ИВЦ Минфина, 2004. – 262 с.
2. Инновационные технологии хранения плодов / В. А. Гудковский [и др.] // Достижения науки и техники в АПК. – 2010. – № 8. – С. 72–74.
3. Эффективность модифицированной атмосферы и ингибитора биосинтеза этилена для хранения плодов, ягод и овощей / В. А. Гудковский [и др.] // Вестн. Мичурин. гос. аграр. ун-та. – Мичуринск – наукоград РФ, 2009. – № 1. – С. 53–64.
4. Mangaraj, S. Applications of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables : A Review / S. Mangaraj, T. K. Gowami, P. V. Mahajan // Food Eng. Rev. – 2009. – № 1. – P. 133–158.
5. Gorris, L. G. M. Modified Atmosphere and Vacuum Packaging to Extend the Shelf Life of Respiring Food Products / L. G. M. Gorris, H. W. Peppelenbos // HortTechnol. – 1992. – № 2 (3). – P. 303–309.
6. Effect of Biopreservatives Combined with Modified Atmosphere Packaging on the Quality of Apples and Tomates / O. Babicho [et al.] // Pol. J. Food Nutr. Sci. – 2019. – № 3. – P. 289–296.
7. Яблоки свежие ранних сроков созревания. Технические условия : СТБ 2287-2012. – Введ. 01.07.2013. – Минск : Госстандарт, 2013. – 12 с.
8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК ; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел : ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
9. Дженеев, С. Ю. Методические рекомендации по хранению плодов, овощей и винограда / С. Ю. Дженеев, В. И. Иванченко. – Ялта : Ин-т виноградарства и вина «Магарач», 1998. – 198 с.
10. Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ : ГОСТ ISO 2173-2013. – Введ. 01.03.2016. – М. : Стандартинформ, 2014. – 12 с.
11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования) : учеб. и учеб. пособие для высш. учеб. заведений / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

INFLUENCE OF A MODIFIED GAS ENVIRONMENT ON QUALITY PRESERVATION AND CONSUMPTION PERIOD EXTENSION ON THE FRESH APPLE-TREE FRUITS OF EARLY RIPENING PERIOD

D. I. MARTSINKEVICH, A. M. KRIVOROT, O. S. KARANIK, M. H. MAKSIMENKO, V. I. DOLMATOVICH

Summary

In 2019–2020 in the RUE “Institute of Fruit-growing” research was carried out to study the effect of the modified gas environment (MGE) on the preservation of quality and consumption period extension of the fresh apple-tree fruits of early ripening period.

The objects of research were the fruits of seven apple-tree species of early ripening period (Aksamit, Kovalenkovskoe, Mechta, Palanez, Papirovska, Ranak, Slava pobeditelyam), grown in the department of selection of fruit crops of the RUE “Institute of Fruit-growing”.

The change of the gas composition in a closed package makes it possible to reduce the natural weight loss for species by 2.9 % average and to increase the output of healthy fruits in all species.

The use of MGE minimizes losses from physiological disorders in the apple-tree fruits of early ripening period by 1.7–2.5 times and reduces losses from fungal diseases by 2.0–7.3 %, depending on the species.

Storage in MGE increases the safety of the fruits after removal from storage (residual effect) by 3–6 days, depending on the species.

Key words: apple-tree, fruits, early ripening period species, storage, modified gas environment, natural weight loss, commodity indicators, fungal diseases, physiological disorders, Belarus.

Поступила в редакцию 07.04.2021