

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТРУКТУР ПЛОДОВ ЯБЛОНИ В ПЕРИОД ХРАНЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА И УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

*Марина МАРИНЕСКУ, Николай БУЖОРЯНУ,
Людмила КОЛЕСНИКОВА, Валентина СВЕТЛИЧЕНКО*

*Институт генетики, физиологии и защиты растений
Академии наук Молдовы*

În articol sunt descrise schimbările de structuri pe suprafață la 10 soiuri tardive de mere în timpul păstrării lor îndelungate, în funcție de concentrația de oxigen și dioxid de carbon. Studiul modificărilor structurale în țesuturile soiurilor tardive de mere pastrate până la 180 de zile, sub AC, a relevat următoarele tendințe: capacitatea de păstrare îndelungată în lipsă de oxigen determinate de ratele componentelor biodegradate ale cuticulei și epidermei, intensitatea de formare a spațiilor celulare și substanțele deponente (poli- și monozaharide). Studiile noastre au permis, de asemenea, determinarea concentrațiilor de O₂/CO₂, a raportului optim pentru fiecare soi pe parcursul păstrării îndelungate.

Cuvinte-cheie: *strat complex protector al cuticulei, ceară, epidermă, păstrare îndelungată, AC.*

EVALUATION OF SURFACE STRUCTURES OF APPLE FRUITS DURING LONG-TERM STORAGE DEPENDING ON THE CONCENTRATION OXYGEN AND CARBON DIOXIDE

The article describes the changes of surface structures 10 winter varieties of apple fruit during the long-term storage, depending on the concentration oxygen and carbon dioxide. Study of the structural changes in the tissues of winter varieties of apple fruits stored for 180 days under the CSG, revealed the following trends: the ability to long-term storage in a lack of oxygen determined by the rates of biodegradation components of the cuticle and epidermis, intensity of intercellular space formation and consumption of cellular nutrient substances (poly- and monosaccharides). Our studies have also enabled to determine the optimum ratio O₂/CO₂ for each variety during the long-term storage.

Keywords: *protective surface complex cuticle, wax, epidermis, long-term storage, the CSG.*

Основная задача хранения плодов заключается в создании таких условий, при которых процессы их жизнедеятельности обеспечивали бы медленное созревание, без активизации увядания и без снижения ценных потребительских качеств. Это может быть достигнуто за счет применения в процессе их хранения пониженных температур. Однако с понижением температуры в хранилище, как правило, нарушается сопряженность биохимических реакций в тканях и вследствие этого возникает ряд физиологических болезней [3]. Для снижения интенсивности жизнедеятельности плодов, в частности плодов яблони, необходимо изменить концентрацию кислорода и углекислого газа в среде хранения. При этом нет необходимости значительно снижать температуру [3,6,8]. Задержка дозревания плодов в условиях РГС (регулируемой газовой среды) объясняется, в основном, снижением ферментативных процессов в тканях за счет супрессорного воздействия высоких концентраций CO₂ и недостатка O₂.

Материал и методы

В качестве материала исследования использовали зрелые плоды зимних сортов яблони, выращенные в садах Республики Молдова. Сорты новые и перспективные: Браебурн, Дженоерос, Голден Резистент, Фуджи Кику, Гренни Смит, Гала, Голден Рейнджерс, Канада Ренет Бланк, Стейман Ред, Ред Чиф. Плоды хранились в течение 180 дней в экспериментальных боксах научно-экспериментального комплекса «Карпотрон» Института генетики, физиологии и защиты растений АН Молдовы. Используются следующие концентрации и сочетания газов: 5%CO₂+3%O₂; 3%CO₂+5%O₂; 2%CO₂+4%O₂; 3%CO₂+3%O₂.

Гистоанатомические анализы проводили на свежем материале в начальный и конечный периоды хранения, по общепринятой методике препарирования сочных плодов [4,5]. Использовали следующие цитохимические красители: Судан III и Cl-Zn-I – для идентификации суберина; KI – для окрашивания крахмала; генциановый фиолетовый и фуксин основной – для окрашивания лигнина. Анализировали следующие анатомические показатели: характер воскового налета на поверхности плодов; тип кутикулы и степень ее проникновения между клетками эпидермиса; размер и форму эпидермальных и

гипоэпидермальных клеток; толщину клеточных стенок и динамику образования межклетников в паренхиме; темпы расходования крахмала в процессе хранения (число и размер крахмальных зерен).

Результаты и обсуждение

Во время хранения, в результате процессов дозревания, происходят некоторые изменения в структуре плодов. В первую очередь это касается защитно-покровного комплекса (к которому относится восковой налет, кутикула и эпидермис), непосредственно контактирующего с внешней средой и являющегося барьером, ограничивающим воздействие света, газов и микроорганизмов на внутренние структуры плода и регулирующим газообмен в обратном направлении. Восковой налет и кутикула обладают также ярко выраженными водоотталкивающими свойствами [2,9].

Толщина кутикулы и степень ее проникновения между клетками эпидермиса у всех зимних сортов значительная и остается практически неизменной в течение всего периода хранения. Исключения составляют сорта Голден Резистент и Голден Рейнджерс, у которых происходит частичная замена эпидермального комплекса перидермальной структурой. Это явление является типичным для сортов, относящихся к сортоотипу Голден Делишес [4]. В процессе хранения на поверхности плодов этих двух сортов возможно появление трещин различной формы и глубины, за счет чего увеличивается степень дегидратации плодов и поражаемость их микроорганизмами. Кроме того, для поверхности плодов сортов Голден Рейнджерс и Гала, и в меньшей степени Голден Резистент, характерно большое количество чечевичек на единицу площади, что способствует избыточной транспирации.

Изменения в структуре поверхностно-защитного комплекса плодов в период хранения в РГС протекают менее интенсивно по сравнению с хранением в обычной газовой среде. За счет длительного сохранения равновесия в системе растворимые-нерастворимые пектины замедляется процесс уменьшения толщины стенок у клеток основной паренхимы [1,6]. Ускоренное смещение равновесия в сторону растворимых пектинов при обычных условиях хранения приводит к разрушению срединных пластинок и к увеличению числа и объемов межклетников. Это изменяет соотношение в процессе газообмена в системе «плод – внешняя среда» и является причиной ухудшения консистенции мякоти.

Общее содержание углеводов в первой половине периода хранения возрастает, достигая максимальных значений. Далее начинается процесс биодegradации основного запасящего вещества крахмала за счет ферментативного гидролиза [1,7]. К концу хранения уменьшаются также показатели содержания сахарозы, протопектина, гемицеллюлозы и органических кислот [7,8]. В то же время количество растворимых пектинов значительно возрастает. Темпы гидролиза крахмала в плодах яблони зависят от структуры, количества, плотности и размеров крахмальных зерен. Между скоростью гидролиза крахмала и способностью плодов к хранению существует положительная корреляция. Плоды с высоким содержанием углеводов являются более устойчивыми в хранении [7]. Динамика расходования крахмала в плодах яблони во время длительного хранения в РГС показала, что процесс биодegradации данного запасного вещества протекает менее интенсивно по сравнению с хранением плодов в обычной атмосфере (рис.1,2).

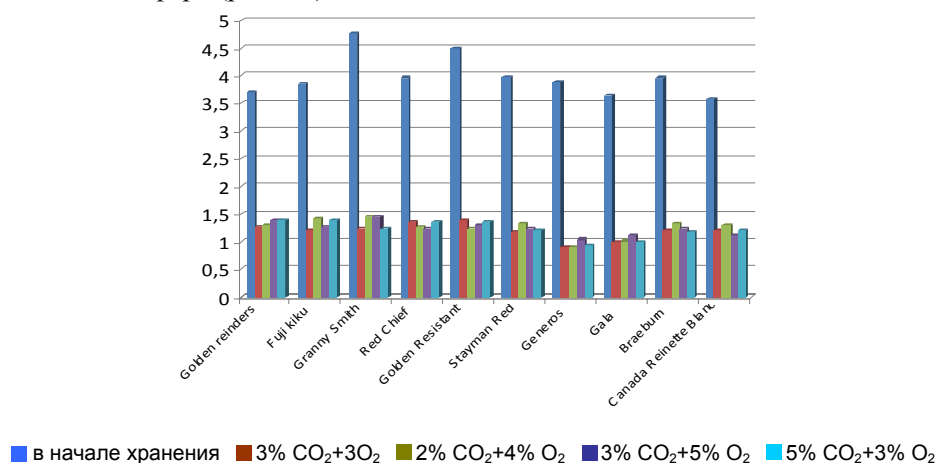


Рис.1. Изменение содержания крахмала в плодах 10 зимних сортов яблони в зависимости от состава газовой среды.

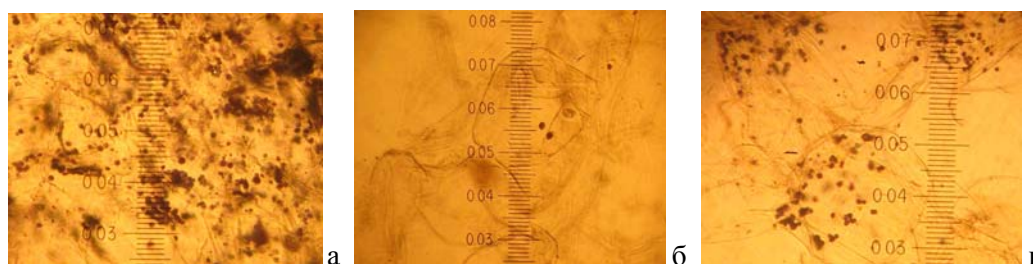


Рис.2. Изменение содержания крахмала в плодах сорта яблони Голден Рейнджерс в зависимости от состава газовой среды: а – в начале хранения; б – в конце хранения (обычная атмосфера); в – в конце хранения (РГС).

Анализ изменений гистоанатомических индексов плодов яблони в процессе длительного хранения в условиях РГС выявил тенденцию к снижению скорости потребления (расхода) запасных веществ (поли- и моносахаридов), темпов биодegradации компонентов кутикулы и эпидермиса, замедлению процесса увеличения межклеточного пространства по сравнению с плодами, хранившимися в обычной атмосфере.

Выводы

Изучение структурных изменений, происходящих в тканях плодов зимних сортов яблони, хранившихся до 180 дней в условиях РГС, позволило выявить следующие тенденции: способность к длительному хранению в условиях недостатка кислорода определяется темпами биодegradации компонентов кутикулы и эпидермиса, а также интенсивностью образования межклетников и расходом запасных веществ (поли- и моносахаридов). Проведенные исследования позволили также определить оптимальное для хранения каждого сорта соотношение кислорода и углекислого газа: Гала, Голден Рейнджерс, Ред Чиф – 3%CO₂+5%O₂; для Фуджи Кику, Гренни Смит, Стейман Ред, Браебурн – 2%CO₂+4%O₂; для Канада Ренет Бланк, Дженераос – 5%CO₂+3%O₂; 3%CO₂ +5%O₂, и для Голден Резистент – 5%CO₂+3%O₂; 3%CO₂+3%O₂.

Литература:

1. АРАСИМОВИЧ, В., ПОНОМАРЕВА, Н. *Обмен углеводов при созревании и хранении плодов*. Кишинев: Штиинца, 1976.
2. КУМАХОВА, Т., БАБОША, А., РЯБЧЕНКО, А. Исследование плода яблони *Malus Mill.* (Rosaceae) методами электронной и сканирующей конфокальной флуоресцентной микроскопии. В: *Роль ботанических садов в изучении и сохранении генетических ресурсов природной и культурной флоры*: Материалы всероссийской научной конференции. Махачкала, 1-5 октября 2013, с.30-35.
3. МЕТЛИЦКИЙ, Л., САЛКОВА, Е., МАРСЕЛЕН, П. Биохимические и биофизические аспекты хранения плодов в РГС. В: *Прикладная биохимия и микробиология*. Москва, 1977, т.13, вып.3, с.340-350.
4. РОТАРУ, Г. *Сравнительная анатомия околоплодника подсемейства яблоневых*. Кишинев: Штиинца, 1972.
5. ФУРСТ, Г. *Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей*. Москва: Наука, 1979.
6. ЦИПРУШ, Р., ДАНИЛОВ, Г. Биохимические и гистохимические исследования изменения пектиновых веществ в яблоках при хранении. В: *Труды КСХИ*, 1975, т.146, с.45-51.
7. BUJOREANU, N., MARINESCU, M. Modificarea în conținutul substanțelor plastice la fructele de măr pe parcursul perioadei postrecoltare de particularitățile biologice ale soiului. În: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei*, 2007, №1 (301), p.53-61.
8. BUJOREANU, N. *Formarea direcționată a fructelor pentru păstrare îndelungată*. Chișinău: Magna Princeps, 2010. ISBN 978-9975-4132-1-3
9. COSTICA, N., MATIENCO, B., TOMA, C. *Anatomia comparată și ultrastructura fructului la soiuri autohtone de măr*. Chișinău: Tipografia AȘM, 1977. 180 p. ISBN 9975-62-023-X

Prezentat la 05.05.2014