

## ХАРАКТЕРИСТИКА ВНУТРИТКАНЕВОГО ГАЗОВОГО СОСТАВА ЯБЛОК И ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

*Л.Б. Коротышева, Т.В. Пилипенко, С.М. Малютенкова*

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
г. Санкт-Петербург*

В плодах яблок, заложенных на хранение, продолжают физиологические процессы жизнедеятельности плодов, и необходимо создать условия для более экономного расходования пищевых веществ. Яблоки, поступающие на хранение, имеют уже сложившийся тип обмена веществ. Запас органических соединений позволяет вести самостоятельную жизнедеятельность плодов и во время хранения. Одним из важнейших процессов, происходящих при хранении, является дыхание. Интенсивность дыхания в значительной мере зависит от условий хранения плодов. Температурный фактор является важнейшим регулятором жизнедеятельности и сохранности плодов. Объектами исследования были яблоки помологических сортов «Джонатан» и «Ренет Симиренко». Яблоки были обработаны: (вариант 2) композицией, состоящей из 2,5 % раствора поливинилового спирта (ПВС) + 2 % хлористого кальция ( $\text{CaCl}_2$ ) + 0,2 % сорбиновой кислоты (СК); (вариант 3) протексаном, состоящим из 25 % парафина высокой частоты, 5 % восков двух типов, 0,2 % сорбиновой кислоты. Внутритканевый газовый состав определяли на хроматографе «Кристаллюкс 4000М». Результаты исследований показали, что у яблок, обработанных композициями вариантов 2 и 3, содержание углекислого газа в тканях плодов яблок «Джонатан» и «Ренет Симиренко» составило от 3,5 до 7,5 % на начало хранения. С ноября по февраль содержание  $\text{CO}_2$  увеличилось от 7,7 до 9,2 % соответственно, а при хранении яблок без обработки содержание  $\text{CO}_2$  увеличилось до 11,9 % у яблок сорта «Джонатан» и 10,6 % – у яблок сорта «Ренет Симиренко». Одновременно, содержание кислорода снизилось с 16,8 до 8,3 % у сорта «Джонатан» и с 15,9 до 10,4 % у сорта «Ренет Симиренко».

**Ключевые слова:** яблоки, хранение плодов, температурный фактор, интенсивность дыхания, газообмен, пленкообразующие смеси, газовая хроматография, внутритканевый газовый состав.

### Введение

Свежие плоды, в частности, яблоки, поступающие на хранение, имеют уже сложившийся тип обмена веществ. Запас органических соединений позволяет вести самостоятельную жизнедеятельность плодов и во время хранения [1–5]. При хранении плодов происходит уменьшение твердости и увеличение показателей по сухим растворимым веществам и йодокрахмальной пробе. Для экспресс-контроля и прогноза хранимоспособности яблок используют индексы Штрайфа и Ягера, которые стабильны по своим значениям и в меньшей степени зависят от условий хранения [6].

Одним из важнейших процессов, происходящих при хранении, является дыхание. Интенсивность дыхания в значительной мере зависит от условий хранения плодов, и в частности яблок, и прежде всего от температуры. Температурный фактор в практике считается важнейшим регулятором жизнедеятельности и сохранности плодов [7–9].

Рядом авторов получены хорошие результаты при хранении яблок в озоновой среде. Установлено, что обработка озоном сокращает потери в 2,5 раза, увеличивает продолжительность хранения на 1,5 месяца, повышает выход стандартной продукции на 7–10 % без ухудшения биохимических и дегустационных показателей [10–13].

Другой важный фактор, влияющий на подавление дыхательной активности – задержка газообмена с внешней средой. Но на жизнедеятельность плода воздействует не столько газообмен, сколько внутренняя газовая среда. Концентрация углекислого газа и кислорода в тканях плодов является показателем скорости и характера газообмена плода с внешней средой. Поэтому определение содержания в тканях плодов углекислого газа и кислорода представляет большой интерес.

Известно, что количество газов в плодах составляет 30–35 % общего их объема, а иногда и больше. Газы заполняют межклеточные пространства, а также внутренние полости плодов яблоки.

Значительный интерес для характеристики процесса дыхательного газообмена плодов, и в том числе яблок, представляет внутритканевая атмосфера плодов. Для замедления созревания и продления сроков хранения плоды яблони хранят в регулируемой газовой среде или предварительно обрабатывают пленкообразующими смесями, обладающими избирательной газопроницаемостью [14–22].

#### **Объекты и методы исследований**

Нами были исследованы следующие помологические сорта яблок: Джонатан и Ренет Симиренко.

**Вариант 1** (контроль) – плоды, заложенные без обработки также как опытные, в стандартные ящики вместимостью 25 кг.

**Вариант 2.** Обработаны композицией, состоящей из 2,5 % раствора поливинилового спирта (ПВС) + 2 % хлористого кальция ( $\text{CaCl}_2$ ) + 0,2 % сорбиновой кислоты (СК).

**Вариант 3.** Перед закладкой на хранение опытные образцы яблок были обработаны протексаном, состоящим из 25 % парафина высокой частоты, 5 % восков двух типов, 0,2 % сорбиновой кислоты. Перед применением препарат разбавляли водой в соотношении 1:5.

Внутритканевый газовый состав определяли на хроматографе «Кристаллюкс 4000М». Этот хроматограф газового типа предназначен для проведения комплексных исследований различных материалов и газов путем разделения их на отдельные компоненты. «Кристаллюкс 4000М» работает в автоматизированном режиме и позволяет получать точные данные об исследуемых веществах.

#### **Результаты и их обсуждение**

Поливиниловый спирт использовали для создания на поверхности яблок тончайшей пленки. Пленки из ПВС обладают высокой поверхностной твердостью и низкой хладотекучестью, высокой газопроницаемостью.

Важным свойством пленок из ПВС является отсутствие вкуса, запаха и растворимость в воде. Кроме того, ПВС является хорошим эмульгатором.

Второй компонент, входящий в состав композиции для нанесения покрытия, это водный раствор хлористого кальция. Обработка солями кальция, а также введение их в состав пленкообразующих композиций препятствует возникновению и развитию физиологических болезней яблок.

Сорбиновая кислота использовалась как широко распространенный консервирующий препарат при сохранении от микробиологической порчи пищевых продуктов, в частности, растительного сырья – плодов и овощей.

Состав газов в межклетниках существенно отличается от воздуха – в нем больше углекислого газа и меньше кислорода.

Различия между сортами яблок по внутритканевому газовому составу связаны с разной плотностью кутикулы. Покрывающая плод кутикула оказывает сопротивление потоку кислорода внутрь плода, в результате 80 % общего объема кислорода, поглощаемого плодами при дыхании, поступает путем диффузии и лишь 20 % – через поры и чечевички.

В исследованных нами сортах яблок перед закладкой на хранение во внутритканевой атмосфере плодов содержалось углекислого газа от 3,5 до 7,5 %, кислорода – от 15,9 до 16,8 % (табл. 1, 2 и рис. 1, 2).

Как видно из данных, приведенных в табл. 1 и 2, у яблок сорта Ренет Симиренко, имеющих плотную кутикулу плодов, концентрация углекислого газа во внутренней атмосфере была наибольшей. Ряд исследователей показали прямую зависимость между концентрацией углекислого газа в межклетниках плода и продолжительностью хранения; в процессе хранения объем внутритканевых газов и их состав изменяются неодинаково у различных сортов и зависит от сортовых особенностей плодов и условий хранения.

Внутритканевый газовый состав яблок при хранении претерпевал определенные изменения. С ноября по февраль во всех вариантах эксперимента концентрация углекислого газа увеличилась, кислорода – понизилась.

У яблок, обработанных композициями вариантов 2 и 3, содержание углекислого газа в тканях плодов яблок Джонатан и Ренет Симиренко составило от 3,5 до 7,5 % на начало хранения. А с ноября по февраль содержание  $\text{CO}_2$  увеличилось от 7,7 до 9,2 % соответственно, при хранении яблок без обработки содержание  $\text{CO}_2$  увеличилось до 11,9 % у яблок сорта Джонатан и 10,6 % – у яблок сорта Ренет Симиренко. Одновременно, содержание кислорода снизилось с 16,8 % у сорта Джонатан до 8,3 % и с 15,9 % – у сорта Ренет Симиренко до 10,4 %. Необходимо отметить, что на изменение внутритканевого газового состава плодов помимо плотности кутикулы, сказа-

## Прикладная биохимия и биотехнологии

лось также влияние помологических особенностей. Так, если в феврале внутритканевая атмосфера яблок сорта Ренет Симиренко в обоих вариантах хранения по содержанию углекислого газа отличалась незначительно,

то у яблок сорта Джонатан более высокая концентрация углекислого газа была отмечена в контроле, что вероятно, связано с завершением процесса созревания плодов и резким увеличением интенсивности дыхания в этот период.

Таблица 1

Изменение внутритканевого газового состава яблок Джонатан при хранении

Время проведения исследований	Кислород			Углекислый газ		
	вариант 1	вариант 2	вариант 3	вариант 1	вариант 2	вариант 3
Ноябрь	16,8	16,8	16,8	3,5	3,5	3,5
Декабрь	13,4	12,6	11,6	7,8	5,8	4,9
Январь	10,4	9,4	8,9	10,7	7,7	6,8
Февраль	8,7	7,8	6,5	11,9	8,6	7,7
Март	9,8	6,2	5,4	10,6	9,7	8,6
Апрель	11,4	5,3	4,0	8,2	11,6	9,8
Май	13,5	4,3	3,2	5,7	12,6	11,3

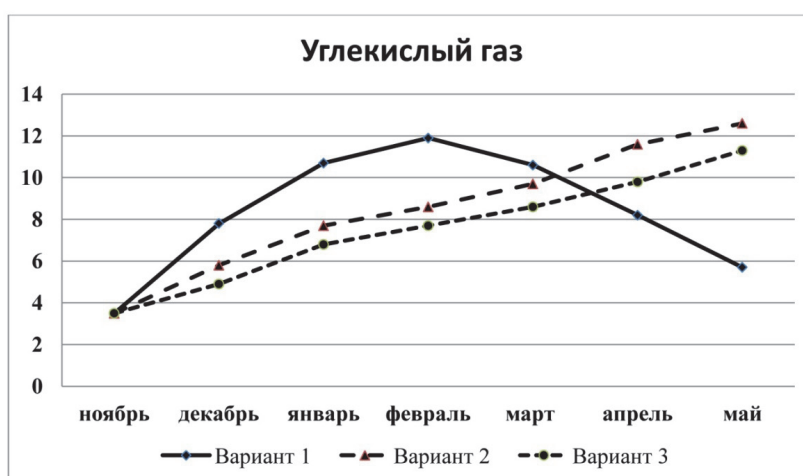
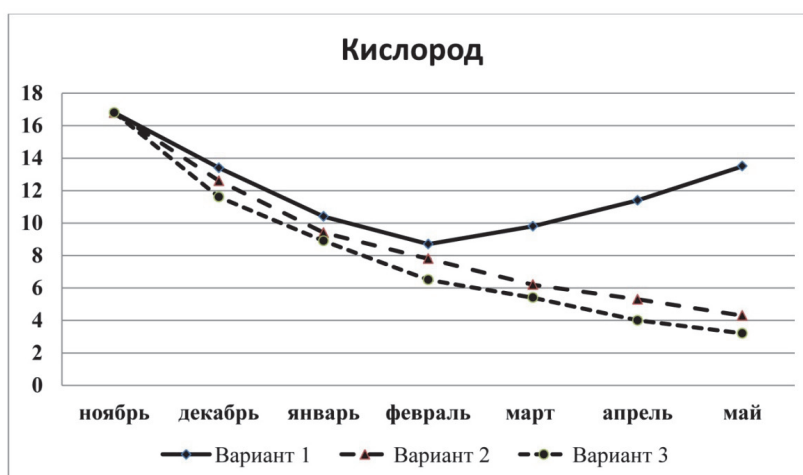


Рис. 1. Влияние полимерного покрытия на изменение внутритканевого газового состава в яблоках сорта Джонатан

Таблица 2  
Изменение внутритканевого газового состава яблок Ренет Симиренко при хранении

Время проведения исследований	Кислород			Углекислый газ		
	вариант 1	вариант 2	вариант 3	вариант 1	вариант 2	вариант 3
Ноябрь	15,9	15,9	15,9	7,5	7,5	7,5
Декабрь	13,2	12,4	11,4	9	7,9	7,7
Январь	11,5	10,2	9,0	10,2	8,5	8,1
Февраль	10,4	8,3	8,0	10,6	9,2	8,9
Март	11,3	7,4	6,1	10	9,7	9,3
Апрель	12,8	6,5	5,4	8,9	10,7	10,4
Май	14,2	5,7	4,9	8	11,8	11,5

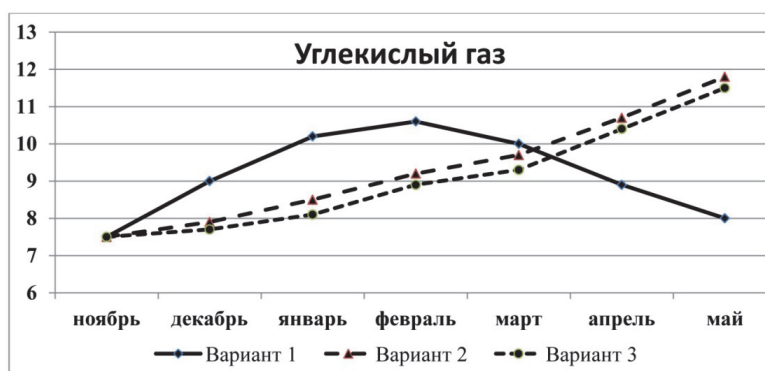
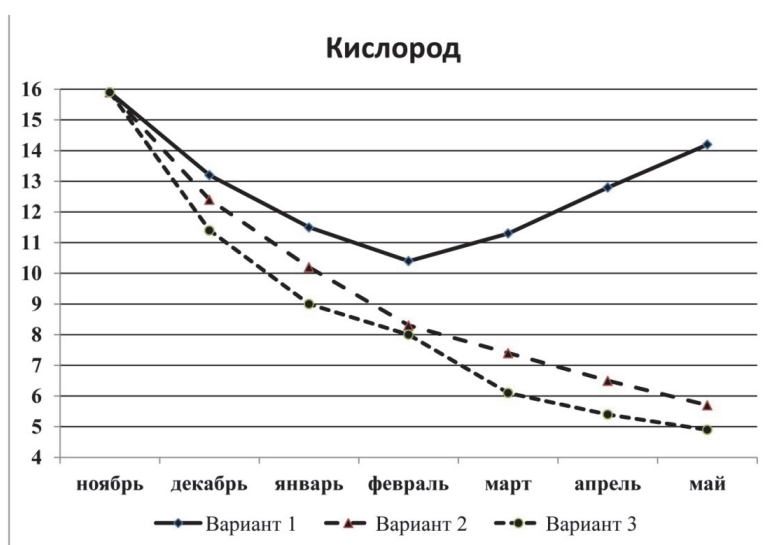


Рис. 2. Влияние полимерного покрытия на изменение внутритканевого газового состава в яблоках сорта Ренет Симиренко

Содержание же кислорода во внутритканевой газовой среде было ниже при хранении у исследуемых сортов яблок, обработанных полимерными покрытиями, что происходит, по-видимому, под влиянием покрытия, которое увеличивает сопротивляемость притоку кислорода в плод.

В конце хранения в контроле концентрация углекислого газа в тканях плодов несколько понизилась до 5,7 % у сорта яблок Джонатан и до 8,0 % у сорта Ренет Симиренко, а концентрация кислорода увеличилась до 13,5 % у яблок сорта Джонатан и до 14,2 % у яблок сорта Ренет Симиренко. Это обуслов-

лено, по-видимому, затуханием интенсивности дыхания и меньшей плотностью тканей, что характерно для перезрелых плодов.

В тканях яблок, обработанных полимерными покрытиями, к концу хранения, напротив, увеличилась концентрация углекислого газа и понизилось содержание кислорода, что свидетельствует, по-видимому, о приближении полной зрелости плодов.

У яблок, обработанных полимерными покрытиями, во внутренней атмосфере концентрация углекислого газа была в 1,5–2,0 раза больше, а содержание кислорода в 2,7–4,0 раза меньше, чем в тканях контрольных плодов.

Анализ проведенных исследований показал следующее.

1. Плоды яблок в процессе хранения склонны накапливать в своих тканях углекислый газ. И чем более зрелый плод, тем больше в нем содержится двуокиси углерода.

2. При хранении яблок сортов Джонатан и Ренет Симиренко, обработанных и необработанных полимерными покрытиями, носили сходный характер, однако интенсивность процессов в первом случае была замедлена, что и отразилось на торможении процесса созревания плодов.

### Литература

1. Причко, Т.Г. Изменение качественных показателей плодов яблони в процессе выращивания и хранения / Т.Г. Причко, Л.Д. Чалая, М.В. Карпушина // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. – 2011. – № 7. – С. 11–21.

2. Сураева, А.В. Естественная убыль массы плодов при хранении в различных условиях / А.В. Сураева // *Роль молодых ученых в реализации национального проекта «Развитие АПК»: материалы научно-практической конференции молодых ученых Приволжского федерального округа*. – 2007. – С. 210–213.

3. Гудковский, В.А. Борьба с потерями фруктов при хранении / В.А. Гудковский // *Плодоовощное хозяйство*. – 1985. – № 11. – С. 50–53.

4. Гасымов, Ф.М. Хранение плодов и ягод / Ф.М. Гасымов // *Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур и картофеля сборник научных трудов. ФГБНУ «Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства»*. – 2014. – С. 38–47.

5. Иванов, Т.Н. Технология хранения плодов, ягод и овощей / Т.Н. Иванов и др. – Орел: ГТУ, 2009. – 203 с.

6. Лисина, А.В. Определение зрелости плодов яблони при хранении методом Штрайфа и Ягера / А.В. Лисина, А.А. Данилова // *Плодоводство и ягодоводство России*. – 2015. – Т. 41. – С. 232–236.

7. Касьянов, Г.И. Стабилизация режима хранения яблок при близкриоскопической температуре / Г.И. Касьянов, Р.И. Шаizzo, В.В. Гончар, И.Е. Сязин // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. – 2014. – № 1 (337). – С. 118–119.

8. Кравченко, Д.А. Влияние условий холодильной обработки на качество яблок осенних сортов / Д.А. Кравченко, О.Н. Румянцева, В.С. Колодязная // *Вестник Международной академии холода*. – 2016. – № 2. – С. 15–20.

9. Ванькова, А.А. Микробиологическая характеристика плодов яблони при хранении в условиях близкриоскопических температур / А.А. Ванькова, Т.М. Ильина, О.В. Колесников, С.В. Авилова // *Научно-практическое обеспечение холодильной промышленности: сборник научных трудов к 85-летию ВНИИХИ*. – М., 2015. – С. 275–282.

10. Лисина, А.В. Сокращение потерь плодов яблони при хранении / А.В. Лисина, В.Ф. Воробьев // *Селекция и сорторазведение садовых культур: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 170-летию ВНИИСПК*. – 2015. – С. 124–126.

11. Лисина, А.В. Длительное хранение плодов яблони в озоновой среде / А.В. Лисина, В.Ф. Воробьев // *Современные сорта и технологии для интенсивных садов: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 275-летию Андрея Тимофеевича Болотова*. – 2013. – С. 137–139.

12. Лисина, А.В. Влияние озоновой среды на естественную убыль массы плодов яблони сорта Лобо при хранении / А.В. Лисина // *Инновационная деятельность – основа повышения эффективности и модернизации садоводства и ягодоводства в современных условиях: материалы международной дистанционной научно-практической конференции*. – 2013. – С. 98–102.

13. Sachadyn-Król, M. Ozone-induced changes in the content of bioactive compounds and enzyme activity during storage of pepper fruits / M. Sachadyn-Król, M. Materska, B. Chilc-

zuk, M. Karaś, A. Jakubczyk // *Food Chemistry, Volume 211*, 15 November 2016. – P. 59–67.

14. Карпушина, М.В. Влияние обработки препаратом 1-метилциклопропен на качество и лежкость плодов яблони / М.В. Карпушина // *Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Кубанский государственный аграрный университет.* – 2010. – С. 261–262.

15. Причко, Т.Г. Новая высокоэффективная технология хранения плодов яблони / Т.Г. Причко, М.В. Карпушина // *Высокоточные технологии производства, хранения и переработки плодов и ягод: материалы Международной научно-практической конференции. СКЗНИИСиВ.* – 2010. – С. 344–350.

16. Гудковский, В.А. Современные и новейшие технологии хранения плодов (физиологические основы, преимущества и недостатки) / В.А. Гудковский, А.Е. Балакирев, Л.В. Кожина // *Тр. Всерос. науч.-исслед. ин-та садоводства им. И.В. Мичурина. Научные основы садоводства.* – Мичуринск, 2005. – С. 309–325.

17. Сураева, А.В. Хранение плодов яблони поволжского сортикета в регулируемой атмосфере / А.В. Сураева // *Современные технологии переработки сельскохозяйственной продукции: сборник материалов Всероссийской конференции.* – 2007. – С. 205–208.

18. Xuefan Liu. The preservation effect of ascorbic acid and calcium chloride modified chitosan coating on fresh-cut apples at room temperature / X. Liu, J. Ren, Y. Zhu, W. Han // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects.* – 2016. – V. 502. – P. 102–106.

19. Zambrano-Zaragoza, M.L. Fresh-cut Red Delicious apples coating using tocopherol/mucilage nanoemulsion: Effect of coating on polyphenol oxidase and pectin methylesterase activities / M.L. Zambrano-Zaragoza, E. Gutiérrez-Cortez, A. Del Real // *Food Research International.* – 2014. – V. 62. – P. 974–983.

20. Synowiec, A. Antimicrobial and antioxidant properties of pullulan film containing sweet basil extract and an evaluation of coating effectiveness in the prolongation of the shelf life of apples stored in refrigeration conditions / A. Synowiec, M. Gniewosz, K. Kraśniewska // *Innovative Food Science & Emerging Technologies.* – 2014. – V. 23. – P. 171–181.

21. Qi, H. Extending shelf-life of Fresh-cut 'Fuji' apples with chitosan-coatings / H. Qi, W. Hu, A. Jiang, M. Tian, Y. Li // *Innovative Food Science & Emerging Technologies.* – 2011. – V. 12, Iss. 1. – P. 62–66.

22. Rojas-Graü, M.A. Alginate and gellan-based edible coatings as carriers of antibrowning agents applied on fresh-cut Fuji apples / M.A. Rojas-Graü, M.S. Tapia, F.J. Rodríguez, A.J. Carmona // *Food Hydrocolloids.* – 2007. – V. 21, Iss. 1. – P. 118–127.

**Коротышева Людмила Брониславовна.** Кандидат технических наук, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, доцент Высшей школы товароведения и сервиса, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (г. Санкт-Петербург), [Milakorotyshewa@yandex.ru](mailto:Milakorotyshewa@yandex.ru)

**Пилипенко Татьяна Владимировна.** Кандидат технических наук, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, профессор Высшей школы товароведения и сервиса, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (г. Санкт-Петербург), [Pilipenko\\_t\\_w@mail.ru](mailto:Pilipenko_t_w@mail.ru)

**Малютенкова Светлана Михайловна.** Кандидат технических наук, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, доцент Высшей школы товароведения и сервиса, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (г. Санкт-Петербург), [smal2011@mail.ru](mailto:smal2011@mail.ru)

*Поступила в редакцию 9 января 2017 г.*

## THE CHARACTERISTICS OF INTRATISSUAL GAS COMPOSITION OF APPLES AND ITS CHANGE IN THE PROCESS OF STORAGE

**L.B. Korotysheva, T.V. Pilipenko, S.M. Malyutenkova**

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation*

The physiological processes of life activity continue in apples left for storage. It is necessary to create conditions for more economical expenditure of nutrients. Apples coming for storage already have an established type of metabolism. The inventory of organic compounds allows independent vital activity of fruit during the storage. One of the most important processes which occurs during the storage is respiration. The respiration rate largely depends on the storage conditions of the fruit. The temperature factor is a main regulator of life activity and the fruit safety. The objects of study were pomological varieties of apples *Jonathan* and *Reinette Simirenko*. The apples are processed: (option 1) by a composition consisting of 2.5 % solution of polyvinyl alcohol (PVA) + 2 % calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>) + 0.2 % sorbic acid (SA); (option 2) by proteksan composed of 25 % high frequency paraffin, 5 % wax of two types, and 0.2 % sorbic acid. The intratissual gas composition is determined using a chromatograph *Crystallux 4000M*. The research results have shown that after treatment with the compositions of II and III variants the carbon dioxide content in tissues of *Jonathan* and *Reinette Simirenko* apples ranged from 3.5 to 7.5 % at the beginning of storage. From November to February the content of CO<sub>2</sub> increased from 7.7 to 9.2 %, respectively, and when storing apples without processing the contents CO<sub>2</sub> increased to 11.9 % in case of apples *Jonathan* apples and 10.6 % in case of *Reinette Simirenko*. Simultaneously, the oxygen content decreased from 16.8 % to 8.3% in *Jonathan* apples and from 15.9 % to 10.4 % in *Reinette Simirenko* apples.

**Keywords:** apples, fruit storage, temperature factor, respiration intensity, gas exchange, film-forming mixture, gas chromatography, interstitial gas composition.

### References

1. Prichko T.G., Chalaya L.D., Karpushina M.V. [Change of qualitative parameters of Apple fruit in the process of cultivation and storage]. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii* [Fruit growing and viticulture of South Russia], 2011, no. 7, pp. 11–21. (in Russ.)
2. Suraeva A.V. [The Natural decrease of fruit weight during storage under different conditions]. *Rol' molodykh uchenykh v realizatsii natsional'nogo proekta "Razvitie APK" materialy Nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh Privolzhskogo federal'nogo okruga* [The Role of young scientists in the national project "Development of agriculture". Materials of Scientific-practical conference of young scientists of Volga Federal district], 2007, pp. 210–213. (in Russ.)
3. Gudkovskiy V.A. [Loss control fruits during storage]. *Plodoovoshchnoe khozyaystvo* [Fruit and Vegetable Farming], 1985, no. 11, pp. 50–53. (in Russ.)
4. Gasymov F.M. [Storage of fruits and berries]. *Selektsiya, semenovodstvo i tekhnologiya plodovo-yagodnykh kul'tur i kartofelya. Sbornik nauchnykh trudov* [Breeding, seed production and technology of fruit and berry crops and potato. Collection of scientific works], 2014, pp. 38–47. (in Russ.)
5. Ivanov T.N. et al. *Tekhnologiya khraneniya plodov, yagod i ovoshchey* [Technology of storage of fruits, berries and vegetables]. Orel, 2009. 203 p.
6. Lisina A.V., Danilova A.A. [Determination of maturity of Apple fruit during storage method Strife and Yager]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* [Fruit and berry growing of Russia], 2015, vol. 41, pp. 232–236. (in Russ.)
7. Kas'yanov G.I., Shazzo R.I., Gonchar V.V., Syazin I.E. [Stabilization of the mode of storage of apples at a temperature of bliskoistocni]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchевaya tekhnologiya* [News of Higher Educational Institutions. Food technology], 2014, no. 1 (337), pp. 118–119. (in Russ.)

8. Kravchenko D.A., Rumyantseva O.N., Kolodyaznaya V.S. [The Influence of conditions of cooling process on the quality of apples autumn varieties]. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii kholoda* [Vestnik of International Academy of refrigeration], 2016, no. 2, pp. 15–20. (in Russ.)

9. Van'kova A.A., Il'ina T.M., Kolesnikov O.V., Avilova S.V. [Microbiological characteristics of Apple fruits during storage under conditions of temperature blizkorodstvennykh]. *Nauchno-prakticheskoe obespechenie kholodil'noy promyshlennosti. Sbornik nauchnykh trudov k 85-letiyu VNIKHI* [Scientific and practical application of the refrigeration industry, Collection of scientific papers to the 85-th anniversary VNIHI]. Moscow, 2015, pp. 275–282. (in Russ.)

10. Lisina A.V., Vorob'ev V.F. [Reduction of losses of Apple fruit during storage]. *Selektsiya i sortorazvedenie sadovykh kul'tur. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 170-letiyu VNIISPK* [Breeding and corcoracidae of horticultural crops proceedings of the International scientific-practical conference dedicated to the 170th anniversary of the INSTITUTE], 2015, pp. 124–126. (in Russ.)

11. Lisina A.V., Vorob'ev V.F. [Long-term storage of Apple fruits in an ozone environment]. *Sovremennye sorta i tekhnologii dlya intensivnykh sadov. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 275-letiyu Andreyu Timofeevicha Bolotova* [Modern varieties and technologies for intensive orchards proceedings of the international scientific-practical conference dedicated to the 275th anniversary of Andrei Timofeevich Bolotov], 2013, pp. 137–139. (in Russ.)

12. Lisina A.V. [Effect of ozone environment on the natural decrease of the mass of fruits of Apple varieties Lobo when storing]. *Innovatsionnaya deyatel'nost' – osnova povysheniya effektivnosti i modernizatsii sadovodstva i yagodovodstva v sovremennykh usloviyakh. Materialy mezhdunarodnoy distantsionnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Innovations – the basis of improving the efficiency and modernization of the horticulture and berries farming in modern conditions. Proceedings of international remote scientific-practical conference], 2013, pp. 98–102. (in Russ.)

13. Sachadyn-Król M., Materska M., Chilczuk B., Karaś M., Jakubczyk A. Ozone-induced changes in the content of bioactive compounds and enzyme activity during storage of pepper fruits. *Food Chemistry*, 15 November 2016, vol. 211, pp. 59–67. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.05.023

14. Karpushina M.V. [The influence of treatment with the compound 1 - methylcyclopropene on the quality and storability of Apple fruit]. *Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa. Materialy IV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchennykh* [Collection of Scientific providing agro-industrial complex: Materials of IV all-Russian scientific-practical conference of young scientists], 2010, pp. 261–262. (in Russ.)

15. Prichko T.G., Karpushina M.V. [New high-performance technology of Apple fruits storage]. *Vysokotochnye tekhnologii proizvodstva, khraneniya i pererabotki plodov i yagod. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [High-Precision production technology, storage and processing of fruit and berry materials of International scientific-practical conference], 2010, pp. 344–350. (in Russ.)

16. Gudkovskiy V.A., Balakirev A.E., Kozhina L.V. [Modern and latest technology of storage of fruits (physiological basis, advantages and disadvantages)]. *Tr. Vseros. nauch.-issled. in-ta sadovodstva im. I. V. Michurina. Nauchnye osnovy sadovodstva* [Proc. Vseros. scientific.-issled. Institute of horticulture them. Michurin. Scientific principles of horticulture]. Michurinsk, 2005, pp. 309–325. (in Russ.)

17. Suraeva A.V. [Storage of Apple fruits Volga assortment in controlled atmosphere]. *Sovremennye tekhnologii pererabotki sel'skokhozyaystvennoy produktsii. Sbornik materialov Vserossiyskoy konferentsii* [Modern technologies of processing of agricultural products collected materials of the all-Russian conference], 2007, pp. 205–208. (in Russ.)

18. Liu X., Ren J., Zhu Y., Han W. The preservation effect of ascorbic acid and calcium chloride modified chitosan coating on fresh-cut apples at room temperature. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 5 August 2016, vol. 502, pp. 102–106. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2016.05.018



19. Zambrano-Zaragoza M.L., Gutiérrez-Cortez E., Del Real A. Fresh-cut Red Delicious apples coating using tocopherol/mucilage nanoemulsion: Effect of coating on polyphenol oxidase and pectin methylesterase activities. *Food Research International*, August 2014, vol. 62, pp. 974–983. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.05.011

20. Synowiec A., Gniewosz M., Kraśniewska K. Antimicrobial and antioxidant properties of pullulan film containing sweet basil extract and an evaluation of coating effectiveness in the prolongation of the shelf life of apples stored in refrigeration conditions. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, June 2014, vol. 23, pp. 171–181. DOI: 10.1016/j.ifset.2014.03.006

21. Qi H., Hu W., Jiang A., Tian M., Li Y. Extending shelf-life of Fresh-cut ‘Fuji’ apples with chitosan-coatings. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 12, iss. 1, January 2011, pp. 62–66. DOI: 10.1016/j.ifset.2010.11.001

22. Rojas-Graü M.A., Tapia M.S., Rodríguez F.J., Carmona A.J. Alginate and gellan-based edible coatings as carriers of antibrowning agents applied on fresh-cut Fuji apples. *Food Hydrocolloids*, January 2007, vol. 21, iss. 1, pp. 118–127. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2006.03.001

**Liudmila B. Korotysheva**, Candidate of Sciences (Engineering), Institute of Industrial Management, Economics and Trade, associate professor at the Higher School of Merchandising and Service, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg, Milakorotysheva@yandex.ru

**Tatyana V. Pilipenko**, Candidate of Sciences (Engineering), Institute of Industrial Management, Economics and Trade, professor at the Higher School of Merchandising and Service, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg, Pilipenko\_t\_w@mail.ru

**Svetlana M. Malyutenkova**, Candidate of Sciences (Engineering), Institute of Industrial Management, Economics and Trade, associate professor at the Higher School of Merchandising and Service, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg, smal2011@mail.ru

*Received 9 January 2017*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Коротышева, Л.Б. Характеристика внутритканевого газового состава яблок и его изменение в процессе хранения / Л.Б. Коротышева, Т.В. Пилипенко, С.М. Мalyutenkova // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2017. – Т. 5, № 1. – С. 26–34. DOI: 10.14529/food170104

### FOR CITATION

Korotysheva L.B., Pilipenko T.V., Malyutenkova S.M. The Characteristics of Intratissual Gas Composition of Apples and its Change in the Process of Storage. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2017, vol. 5, no. 1, pp. 26–34. (in Russ.) DOI: 10.14529/food170104