

---

Хоконова М. Б., Машуков А. О.

Khokonova M. B., Mashukov A. O.

**ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ПРОДУКТОВ ОКИСЛЕНИЯ ЯБЛОК  
В УСЛОВИЯХ РЕГУЛИРУЕМОЙ АТМОСФЕРЫ**

**STUDY OF APPLE'S CHEMICAL COMPOSITION AND OXIDATION PRODUCTS  
IN CONDITIONS OF A REGULATED ATMOSPHERE**

---

При хранении плодовоовощной продукции необходимо замедлять процессы дозревания, отдалять старение, предотвращать порчу от фитопатогенных микроорганизмов, поддерживать её качество на уровне требований стандартов и главное – сократить потери. Целью работы являлось замедление жизненно важных процессов, протекающих в плодах яблок, и тем самым продление сроков хранения с использованием пониженных температур и регулируемой атмосферы. Мы изучали влияние концентраций углекислого газа и кислорода на сохранность сортов Айдаред, Джонатан, Ренет Симиренко, Флорина. По вариантам опыта изучили и зафиксировали изменения химического состава яблок. Исследования проводились в условиях ООО «Сады Баксана» и на кафедре «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» Кабардино-Балкарского ГАУ в 2019 году. В результате проведенных исследований определено, что хранение яблок в условиях регулируемой атмосферы замедляет общий метаболизм, отодвигает старение плодов и продлевает их сохранность. При хранении содержание витамина С в плодах уменьшается. У яблок, хранившихся в условия обычной атмосферы, этот процесс носит, как правило, более интенсивный характер. Причина устойчивости витамина С при хранении плодов в регулируемой атмосфере связана с замедлением обмена веществ в клетках. Образование этилового спирта и ацетальдегида при малых концентрациях кислорода нельзя объяснить развитием анаэробных процессов, так как в плодах, хранившихся при 3% углекислого газа и 5% кислорода, значительного увеличения этих веществ не отмечалось, поскольку при окислении оксикислот в кетокислоты концентрация кислорода играет определенную роль. В регулируемой атмосфере при 0% углекислого газа и 5% кислорода, происходит накопление кетокислот, а в

результате образуются этиловый спирт и ацетальдегид.

When storing fruit and vegetable products, it is necessary to slow down the ripening processes, delay aging, prevent spoilage from phytopathogenic microorganisms, maintain its quality at the level of standards and, most importantly, reduce losses. The aim of the work was to slow down the vital processes taking place in apple fruits, and thereby extend the shelf life using low temperatures and a controlled atmosphere. We studied the effect of carbon dioxide and oxygen concentrations on the safety of Idared, Jonathan, Renet Simirenko, Florina varieties. According to the variants of the experiment, the changes in the chemical composition of apples were studied and recorded. The research was carried out in the conditions of LLC «Baksan Gardens» and at the department «Technology of production and processing of agricultural products» of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University in 2019. As a result of the studies, it was determined that keeping apples in a controlled atmosphere slows down the general metabolism, postpones the aging of fruits and prolongs their preservation, during storage, the content of vitamin C in fruits decreases. For apples stored in a normal atmosphere, this process is usually more intense. The reason for the stability of vitamin C during storage of fruits in a controlled atmosphere is associated with a slowdown in metabolism in cells. The formation of ethyl alcohol and acetaldehyde at low oxygen concentrations cannot be explained by the development of anaerobic processes, since in fruits stored at 3% carbon dioxide and 5% oxygen, a significant increase in these substances was not observed, since during the oxidation of hydroxy acids into keto acids, the oxygen concentration plays a certain role. In a controlled atmosphere with 0% carbon dioxide and 5% oxygen, keto acids accumulate, and as a result, ethyl alcohol and acetaldehyde are formed.

Более, замедленное превращение сухих и растворимых сухих веществ в плодах, хранившихся в регулируемой атмосфере, оказывает положительное влияние на вкус, пищевую ценность, качество и лежкоспособность продукции. Содержание сухих веществ при хранении в регулируемой атмосфере мало изменяется, но нарушается сопряженность биохимических реакций и у плодов появляются заболевания физиологического характера. Определено, что яблоки всех изучаемых сортов обладали хорошими органолептическими свойствами.

**Ключевые слова:** яблоки, сорта, обычная атмосфера, регулируемая атмосфера, химический состав, изменение качества.

*Moreover, the delayed conversion of dry and soluble solids in fruits stored in a controlled atmosphere has a positive effect on taste, nutritional value, quality and keeping quality of the product. The content of dry matter during storage in a controlled atmosphere changes little, but the conjugation of biochemical reactions is disrupted and physiological diseases appear in fruits. It was determined that apples of all studied varieties had good organoleptic properties.*

**Key words:** apples, varieties, normal atmosphere, controlled atmosphere, chemical composition, quality change.

---

**Хоконова Мадина Борисовна** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик  
Тел.: 8 928 910 37 04  
E-mail: [dinakbgsha77@mail.ru](mailto:dinakbgsha77@mail.ru)

**Khokonova Madina Borisovna** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the department of technology production and processing of agricultural product, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik  
Tel.: 8 928 910 37 04  
E-mail: [dinakbgsha77@mail.ru](mailto:dinakbgsha77@mail.ru)

**Машуков Алим Олегович** – магистрант 2-го года обучения, направления подготовки «Агрономия», ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик  
Тел.: 8 928 079 74 29  
E-mail: [m.alim@mail.ru](mailto:m.alim@mail.ru)

**Mashukov Alim Olegovich** – undergraduate of the 2nd year of study, the direction of training «Agronomy», FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik  
Tel.: 8 928 079 74 29  
E-mail: [m.alim@mail.ru](mailto:m.alim@mail.ru)

---

**Введение.** При хранении плодовоовощной продукции необходимо замедлять процессы созревания, отдалять старение, предотвращать порчу от фитопатогенных микроорганизмов, поддерживать её качество на уровне требований стандартов и главное – сократить потери [1].

Целью работы являлось замедление жизненно важных процессов, протекающих в плодах яблок, и тем самым продление сроков хранения с использованием пониженных температур и регулируемой атмосферы.

**Методология проведения работ.** Мы изучали влияние с разными концентрациями CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> на сохранность сортов Айдаред, Джонатан, Ренет Симиренко, Флорина.

Плоды хранили в обычной (контроле) и в регулируемой атмосфере со следующими

параметрами: 0% CO<sub>2</sub>, 5% O<sub>2</sub>; 3% CO<sub>2</sub>, 5% O<sub>2</sub>; 5% CO<sub>2</sub>, 10% O<sub>2</sub>.

Температура хранения составляла 0-1°C.

По вариантам опыта изучили и зафиксировали изменения химического состава яблок.

**Экспериментальная база.** Исследования проводились в условиях ООО «Сады Баксана» и на кафедре «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» Кабардино-Балкарского ГАУ в 2019 году.

**Результаты исследований.** По полученным данным видно, что в условиях обычной атмосферы, интенсивно происходит гидролиз крахмала и поэтому расход сахаров больше (табл. 1).

Данные таблицы показывают, что при концентрации 3% CO<sub>2</sub> и 5% O<sub>2</sub>, а также при 5% CO<sub>2</sub> и 10% O<sub>2</sub> у яблок всех изучаемых сортов незначительно увеличивается сумма сахаров. Это происходит за счёт превращения крахмала в сахар.

**Таблица 1** – Изменение химического состава яблок при хранении, %

Показатели	До хранения	После 8 мес. хранения			
		обычная атмосфера (контроль)	РГС		
			3% CO <sub>2</sub> ; 5% O <sub>2</sub>	5% CO <sub>2</sub> ; 10% O <sub>2</sub>	0% CO <sub>2</sub> ; 5% O <sub>2</sub>
<b>Айдаред</b>					
Сухие вещества	15,86	13,28	15,12	15,32	14,75
Растворимые сухие вещества	12,40	11,50	13,20	13,00	12,00
Сумма сахаров	10,62	9,72	11,24	11,15	10,20
Титруемая кислотность	0,30	0,22	0,32	0,27	0,22
<b>Джонатан</b>					
Сухие вещества	16,24	13,42	15,58	15,38	15,44
Растворимые сухие вещества	12,50	11,45	12,70	12,00	12,30
Сумма сахаров	9,56	8,80	10,02	9,90	9,45
Титруемая кислотность	0,26	0,17	0,24	0,25	0,20
<b>Ренет Симиренко</b>					
Сухие вещества	15,58	13,08	14,72	14,78	14,50
Растворимые сухие вещества	12,30	11,50	13,00	12,70	12,20
Сумма сахаров	9,76	8,93	10,40	10,22	9,62
Титруемая кислотность	0,27	0,20	0,26	0,25	0,18
<b>Флорина</b>					
Сухие вещества	16,56	14,35	15,14	15,06	14,80
Растворимые сухие вещества	13,00	12,80	13,50	12,60	12,50
Сумма сахаров	10,80	10,28	11,95	10,50	10,65
Титруемая кислотность	0,32	0,25	0,28	0,27	0,22

Более, замедленное превращение сухих и растворимых сухих веществ в плодах, хранившихся в регулируемой атмосфере, оказывает положительное влияние на вкус, пищевую ценность, качество и лежкоспособность продукции [2]. Содержание сухих веществ при хранении в регулируемой атмосфере мало изменяется, но нарушается сопряженность биохимических реакций и у плодов появляются заболевания физиологического характера [3, 4].

Обычно яблоки содержат витамин С в малых дозах, однако он способствует нормальному течению метаболизма, что обусловлено его способностью легко превращаться в окисленную форму и наоборот [5]. При хранении содержание витамина С в плодах уменьшается. У яблок, хранившихся в условиях обычной атмосферы, этот процесс носит, как правило, более

интенсивный характер. Причина устойчивости витамина С при хранении плодов в регулируемой атмосфере связана с замедлением обмена веществ в клетках. Однако при концентрации 0% CO<sub>2</sub> и 5% O<sub>2</sub> у некоторых сортов яблок отмечали уменьшение содержания витамина С по сравнению с хранением в обычной атмосфере [6-8]. В таких концентрациях CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> окисление витамина С замедлено, но не прекращено. А недостаток водородных ионов, из-за снижения органических кислот, повышает уровень дегидроаскорбиновой кислоты, которая менее устойчива и подвергается дальнейшим окислениям (табл. 2).

По полученным данным, у сортов Ренет Симиренко, Айдаред, Флорина, хранившихся при 0% CO<sub>2</sub> и 5% O<sub>2</sub>, а также у яблок сорта Джонатан, хранившихся в среде 5% CO<sub>2</sub> и

10% O<sub>2</sub>, было больше спирта и ацетальдегида, чем в плодах из обычной атмосферы. Образование этилового спирта и ацетальдегида при малых концентрациях O<sub>2</sub> (5%) нельзя объяснить развитием анаэробных процессов, так как в плодах, хранившихся при 3% CO<sub>2</sub> и 5% O<sub>2</sub>, значительного увеличения этих веществ не отмечалось, поскольку при окислении оксикислот в кетокислоты концентрация кислорода играет определенную роль [9]. В

регулируемой атмосфере при 0% CO<sub>2</sub> и 5% O<sub>2</sub> происходит накопление кетокислот, а в результате образуются этиловый спирт и ацетальдегид. В атмосфере с концентрацией 5% CO<sub>2</sub> и 10% O<sub>2</sub>, у плодов сорта Флорина с увеличением кутикулярных веществ аэробность тканей падает из-за низкой проницаемости кислорода, а в яблоках сорта Джонатан замедлены реакции восстановления органических кислот [10].

**Таблица 2** – Накопление продуктов неполного окисления в яблоках при хранении, мг%

Показатели	До хранения	После 8 мес. хранения			
		обычная атмосфера (контроль)	РГС		
			3% CO <sub>2</sub> ; 5% O <sub>2</sub>	5% CO <sub>2</sub> ; 10% O <sub>2</sub>	0% CO <sub>2</sub> ; 5% O <sub>2</sub>
<b>Этиловый спирт</b>					
Айдаред	4,20	13,20	4,88	5,62	14,84
Джонатан	3,80	14,82	5,62	18,40	13,20
Ренет Симиренко	3,04	9,30	6,50	5,30	10,73
Флорина	3,50	9,63	5,30	13,76	15,30
<b>Ацетальдегид</b>					
Айдаред	0,50	0,80	0,54	0,62	0,84
Джонатан	0,52	0,98	0,66	1,24	0,92
Ренет Симиренко	0,38	0,75	0,62	0,46	0,95
Флорина	0,32	0,82	0,58	0,58	0,88

Существенное влияние на лежкоспособность яблок оказывает кутикула. При хранении плодов происходило увеличение её толщины. Но в регулируемой атмосфере интенсивность накопления восков и их качественный состав отличались от этих показателей у яблок, находящихся в обычной атмосфере.

**Область применения результатов:** плодоовощная отрасль.

**Выводы.** Таким образом, в результате проведенных исследований определено, что хранение яблок в условиях регулируемой атмосферы замедляет общий метаболизм,

отодвигает старение плодов и продлевает их сохранность. Но для каждого сорта яблок необходим дифференцированный состав регулируемой атмосферы. Так, у плодов сортов Айдаред, Джонатан, Флорина, хранившихся при концентрации 3% CO<sub>2</sub> и 5% O<sub>2</sub>, были хороший товарный вид и высокие вкусовые качества. Положительными показателями отличались и яблоки сорта Ренет Симиренко, хранившиеся при концентрации 5% CO<sub>2</sub> и 10% O<sub>2</sub>. Яблоки всех изучаемых сортов обладали хорошими органолептическими свойствами.

### Литература

1. Хоконова М.Б., Абдулхаликов Р.З. Современные способы хранения плодоовощной продукции / учебное пособие. – Нальчик: «Принт Центр», 2016. – 204 с.

2. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства: учебник / ред. В. И. Филатов. – М.: КОЛОС, 1999. – 724 с.

3. Елисеева Л.Г. Идентификационная и товарная экспертиза продуктов растительного происхождения: учебное пособие для студ. вузов, обуч. по спец. «Товароведение и экспертиза товаров». – М.: ИНФРА, 2013. – 524 с.

### References

1. Hokonova M.B., Abdulhalikov R.Z. Sovremennye sposoby hraneniya plodoovoshchnoj

produkcii / uchebnoe posobie. – Nal'chik: «Print Centr», 2016. – 204 s.

2. Agrobiologicheskie osnovy proizvodstva, hraneniya i pererabotki produkcii rastenievodstva: uchebnyk / red. V. I. Filatov. – M.: KOLOS, 1999. – 724 s.

3. *Eliseeva L.G.* Identifikacionnaya i tovarnaya ekspertiza produktov rastitel'nogo proiskhozhdeniya: uchebnoe posobie dlya stud. vuzov, obuch. po spec. «Tovarovedenie i ekspertiza tovarov». – M.: INFRA, 2013. – 524 s.

4. Консервирование пищевых продуктов холодом: учебное пособие / *И.А. Рогов* [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2002. – 184 с.

5. *Мукайлов М.Д., Хоконова М.Б.* Плодоовощные консервы профилактического назначения // Проблемы развития АПК региона. – Махачкала. – № 2 (30). – 2017. – С. 94-98.

6. *Поморцева Т.И.* Технология хранения и переработки плодоовощной продукции: учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образ. 2-е изд. стереот. – М.: Академия, 2003. – 136 с.

7. *Серпова О.С., Борченкова Л.А.* Ресурсосберегающие технологии переработки картофеля. – М.: Росинформагротех, 2009. – 84 с.

8. *Романова Е.В., Введенский В.В.* Технология хранения и переработки продукции растениеводства: учебное пособие. – М.: Российский университет дружбы народов, 2012. – 188 с. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://biblioclub.ru>

9. *Неменуцкая Л.А., Степанищева Н.М.* Современные технологии хранения и переработки плодоовощной продукции: научное издание. – М.: Росинформагротех, 2009. – 172 с.

10. Технология пищевых производств / под. ред. А.П. Нечаева. – М.: Колос, 2007. – 189 с.

4. Konservirovanie pishchevyh produktov holodom: uchebnoe posobie / *I.A. Rogov* [i dr.]. – 3-е изд., перераб. i dop. – М.: KolosS, 2002. – 184 s.

5. *Mukailov M.D., Hokonova M.B.* Plodoovoshchnye konservy profilakticheskogo naznacheniya // Problemy razvitiya APK regiona. – Mahachkala. – № 2 (30). – 2017. – S. 94-98.

6. *Pomorceva T. I.* Tekhnologiya hraneniya i pererabotki plodoovoshchnoj produkcii: uchebnoe posobie dlya stud. uchrezhdenij sred. prof. obraz. 2-e izd. stereot. – M.: Akademiya, 2003. – 136 s.

7. *Serpova O.S., Borchenkova L.A.* Resursosberegayushchie tekhnologii pererabotki kartofelya. – M.: Rosinformagrotekh, 2009. – 84 s.

8. *Romanova E.V., Vvedenskij V.V.* Tekhnologiya hraneniya i pererabotki produkcii rastenievodstva: uchebnoe posobie. – M.: Rossijskij universitet druzhby narodov, 2012. – 188 s. – [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://biblioclub.ru>

9. *Nemenushchaya L.A., Stepanishcheva N.M.* Sovremennye tekhnologii hraneniya i pererabotki plodoovoshchnoj produkcii: nauchnoe izdanie. – M.: Rosinformagrotekh, 2009. – 172 s.

10. Tekhnologiya pishchevyh proizvodstv / pod. red. A.P. Nechaeva. – M.: Kolos, 2007. – 189 s.

