

Влияние упаковочных материалов и абсорбера этилена на сохраняемость кориандра овощного

The effect of packaging materials and an ethylene absorber on the preservation of cilantro

Янченко Е.В., Янченко А.В., Иванова М.И., Ткаченко Г.В., Порвалов К.В.

Yanchenko E.V., Yanchenko A.V., Ivanova M.I., Tkachenko G.V., Porvalov K.V.

Аннотация

Abstract

Кориандр овощной, как и все зеленные культуры, относится к скоропортящейся продукции, которая быстро теряет свои товарные качества. Для продления срока хранения зелени кориандра необходим альтернативный способ хранения. В 2020–2021 годах проведены исследования по изучению влияния упаковочных материалов (в том числе пакетов Xtend израильской компании StePac, создающих модифицированную атмосферу), используемых в комплексе с абсорбером этилена (саше) на основе перманганата калия Save Fresh, на изменение органолептических и биохимических показателей качества кориандра овощного сорта Бородинский при различных условиях хранения. Свежие листья кориандра упаковывали в полиэтиленовые пакеты плотностью 15 и 35 мкм, размером 36×25 см и массой 300 г и в пакеты Xtend, размером 66×54 см и массой 800 г. Контролем служили образцы, уложенные в открытый полимерный ящик. Хранили продукцию в течение пяти суток при температуре 10–12 °С, 14 суток при температуре 4–6 °С и 21 сутки при температуре 1–3 °С в холодильной камере с контролируемыми условиями. Относительная влажность воздуха – 90±3%. Максимальный выход товарной продукции кориандра отмечен при использовании упаковки Xtend MA/MB с абсорбером этилена Save Fresh: при хранении в течение 5 суток при температуре 10–12 °С – 95,7%, 14 суток при 4–6 °С – 94,3%, 21 суток при 1–3 °С – 91,7%. Максимальное сохранение витамина С в продукции зафиксировано в варианте с Xtend-упаковкой – 33,8 мг% при показателе 40,1 мг% сразу после срезки зелени. Использование Xtend-упаковки израильской фирмы StePac, создающей модифицированную атмосферу/модифицированную влажность вместе с абсорбером этилена на основе перманганата калия Save Fresh, позволяет снизить потери и обеспечить сохранение качества зелени кориандра овощного сорта Бородинский в процессе транспортировки, хранения и реализации.

Cilantro, like all green crops, refers to perishable products that quickly lose their marketable qualities. To extend the shelf life of cilantro greens, an alternative storage method is needed. In 2020–2021, studies were conducted to study the influence of packaging materials (including Xtend packages of the Israeli company StePac, which create a modified atmosphere) used in combination with an ethylene absorber (sachet) based on potassium permanganate Save Fresh, on the change in organoleptic and biochemical quality indicators of cilantro of the vegetable variety Borodinsky under various storage conditions. Fresh cilantro leaves were packed in plastic bags with a density of 15 and 35 microns, a size of 36×25 cm and a weight of 300 g and the Xtend packages, measuring 66×54 cm and weighing 800 g. The samples placed in an open polymer box served as a control. The products were stored for five days at a temperature of 10–12 °C, 14 days at a temperature of 4–6 °C and 21 days at a temperature of 1–3 °C in a refrigerator with controlled conditions. The relative humidity of the air is 90±3%. The maximum yield of commercial cilantro products is noted when using Xtend MA packaging/MH with an ethylene absorber Save Fresh: when stored for 5 days at a temperature of 10–12 °C – 95.7%, 14 days at 4–6 °C – 94.3%, 21 days at 1–3 °C – 91.7%. The maximum preservation of vitamin C in products is recorded in the Xtend packaging variant – 33.8 mg% with an indicator of 40.1 mg% immediately after cutting the greens. The use of Xtend packaging from the Israeli company StePac, which creates a modified atmosphere/modified humidity, together with an ethylene absorber based on potassium permanganate Save Fresh, allows you to reduce losses and ensure the preservation of the quality of cilantro greens of the Borodinsky vegetable variety during transportation, storage and sale.

Key words: cilantro, modified atmosphere, ethylene absorbers, short-term storage.

For citing: The effect of packaging materials and an ethylene absorber on the preservation of cilantro. E.V. Yanchenko, A.V. Yanchenko, M.I. Ivanova, G.V. Tkachenko, K.V. Porvalov. Potato and vegetables. 2021. No10. Pp. 24-27. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.31.41.001> (In Russ.).

Ключевые слова: кориандр овощной, модифицированная атмосфера, абсорберы этилена, краткосрочное хранение.

Для цитирования: Влияние упаковочных материалов и абсорбера этилена на сохраняемость кориандра овощного / Е.В. Янченко, А.В. Янченко, М.И. Иванова, Г.В. Ткаченко, К.В. Порвалов // Картофель и овощи. 2021. №10. С. 24–27. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.31.41.001>

Кориандр (*Coriandrum sativum* L.) широко известен в России, ценится во всем мире как кулинарный ингредиент и за его лечебные свойства [1]. Его выращивают на приусадебных участках, а также продают на внутреннем рынке [2].

Для обеспечения желаемого срока годности свежая зелень, скоропортящаяся по своей природе, требует защиты от порчи во время хранения и транспортировки. Даже в странах, где используются фурго-

ны-рефрижераторы, качество свежих трав страдает и возможны высокие потери из-за очень слабого контроля температуры во время распределения и отсутствия надлежащих протоколов хранения [3].

Для поддержания качества листьев кориандра во время транспортировки, хранения и распределения по супермаркетам важную роль играет упаковочный материал. Израильская фирма StePac разработала технологию максимально-

го сохранения качества свежих овощей. Суть технологии заключается в быстром охлаждении и упаковке свежесобранной зелени в специальные пакеты с селективной проницаемостью для кислорода, диоксида углерода и водных паров. За счет дыхания продукции и дифференцированной проницаемости пакетов Xtend внутри создается модифицированная атмосфера (МА) с повышенным содержанием диоксида углерода, пониженным кислорода и оптималь-

ной модифицированной влажностью (МВ). При этом благодаря поддержанию правильного баланса между кислородом и углекислым газом, а также отсутствию избыточной влажности (конденсата) сохраняется качество и питательная ценность упакованных продуктов [4].

Для некоторой растительной продукции МА эффективно использовать в комбинации с абсорбером этилена [3, 5]. Этилен – единственный газообразный гормон. Этот гормон способствует созреванию плодов и деградации хлорофилла. Растительные гормоны, в том числе и этилен, – природные химические вещества, производимые в определенных точках растений, которые регулируют их физиологические процессы: рост, активируют созревание плодов, вызывают старение листьев и цветков, опадение листьев и плодов, участвуют в ответе растений на различные стрессовые факторы и в регуляции многих других важных событий в жизни растения [3, 6]. Восстановление активными системами этилена в атмосфере упаковки может замедлить нежелательное воздействие на эти продукты. Этилен можно удалять специальными поглотителями, которые физически поглощают и удерживают его молекулы, и поглотителями, действующими посредством химических реакций [5].

Цель исследований: установление оптимального срока хранения кориандра овощного сорта Бородинский, в течение которого он сохраняет товарность, выбор наилучшего вида упаковки, продлевающей срок его хранения, а также определение биохимических показателей качества до и после хранения.

Условия, материалы и методы исследований

Исследования по влиянию упаковочных материалов и абсорбера этилена на сохраняемость кориандра овощного сорта Бородинский проводили в 2020–2021 годах во ВНИИО – филиале ФГБНУ ФНЦО в рамках соглашения о научно-техническом сотрудничестве с «ООО Артерия Интер Фреш».

Объект исследования – сорт кориандра овощного Бородинский, выращенный на опытном участке отдела земледелия и агрохимии ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО, расположенном в центральной части Москворецкой поймы. Почва опытного участка относится к типу аллювиальных луговых насыщенных почв, среднесуглинистая, окультуренная,

влагоемкая, имеет высокий уровень естественного плодородия. Схема посева кориандра: (62+8)×5–7 см.

Отбор стандартной продукции для закладки на хранение проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 32788–2014 «Кориандр свежий (кинза) – зелень. Технические условия». Свежие листья кориандра упаковывали в полиэтиленовые пакеты плотностью 15 и 35 мкм, размером 36×25 см и массой 300 г; в пакеты Xtend (рис.) израильской компании StePac, создающие модифицированную атмосферу, используемые в комплексе с абсорбером этилена (саше) на основе перманганата калия Save Fresh, размером 66×54 см и массой 800 г. В пакеты Xtend с модифицированной атмосферой/модифицированной влажностью (Xtend МА/МВ) помещали по одному саше Save Fresh для поглощения этилена. Контролем служили образцы, уложенные в открытый полимерный ящик.

Образцы взвешивали в день постановки опыта и через 5, 14 и 21 сутки для сбора данных. Эксперимент закладывали в однофакторном полностью рендомизированном опыте с тремя повторностями. Хранили продукцию в течение пяти суток при температуре 10–12 °С, 14 суток при температуре 4–6 °С и 21 суток при температуре 1–3 °С в холодильной камере с контролируемыми условиями. Относительная влажность воздуха составляла 90±3%. Относительную влажность и температуру определяли регистратором температуры и влажности DT-171.

Сравнительную оценку продукции проводили по показателям естественной убыли массы, визуальном и органолептическому качеству листьев и изменению химического состава. Органолептическую оценку зелени проводили по десятибалльной шкале. Оценивали цвет, внешний вид, запах (ароматичность), вкус и консистенцию. Пожелтевшие или сгнившие листья отделяли и взвешивали. Определение массовой доли свежего кориандра (зелень), не соответствующего требованиям по ка-

честву, рассчитывали согласно ГОСТ 32788–2014 [7].

Полученные данные анализировали на предмет статистической значимости с использованием программы Microsoft Excel.

Биохимические анализы проводили перед и после окончания срока хранения: сухого вещества – термостатно-весовым методом (высушивание при 105 °С); сахаров – по Бертрану; витамина С – по Мурри; нитратов – иономеретрически по методике Центрального института агрохимического обслуживания сельского хозяйства (ЦИНАО).

Результаты исследований

С точки зрения частоты дыхания листья кориандра можно отнести к категории умеренно высоких [8]. В наших исследованиях не отмечено естественной убыли массы продукции при применении полиэтиленовых пакетов плотностью 15 и 35 мкм, хотя в них выход товарной продукции составил 79,8–91,9% в зависимости от срока и температуры хранения из-за потери цвета листьев (табл. 1).

Максимальный выход товарной продукции кориандра отмечен при использовании упаковки Xtend МА/МВ и абсорбера этилена Save Fresh (при хранении в течение 5 суток с температурой 10–12 °С – 95,7%, 14 суток с 4–6 °С – 94,3%, 21 суток с 1–3 °С – 91,7%).

Решающий показатель, определяющий качество зелени, – ее органолептическая оценка, которая проводилась по таким показателям, как внешняя привлекательность, вкус, аромат (запах), цвет (обесцвечивание), из-



Кориандр овощной сорта Бородинский, подготовленный к закладке на хранение: а) полиэтиленовый пакет (15 мкм); б) полиэтиленовый пакет (35 мкм); в) Xtend МА/МВ + абсорбер этилена Save Fresh; г) открытый полимерный ящик

Таблица 1. Сохраняемость кориандра овощного сорта Бородинский в зависимости от вида упаковки, температуры и срока хранения, 2020–2021 годы

| Вид упаковки | Температура, срок хранения | Органолептическая оценка, балл | Выход товарной продукции, % | Потери, % | |
|---|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------|------------------|
| | | | | убыль массы | абсолютный отход |
| Открытый полимерный ящик | 10–12 °С, 5 суток | 4 | 69,4 | 18,3 | 12,3 |
| Полиэтиленовый пакет (15 мкм) | | 7 | 91,9 | 0,0 | 8,1 |
| Полиэтиленовый пакет (35 мкм) | | 7 | 91,6 | 0,0 | 8,4 |
| Xtend MA/MB + абсорбер этилена Save Fresh | | 9 | 95,7 | 1,5 | 2,8 |
| НСР ₀₅ | | – | 2,4 | – | – |
| Открытый полимерный ящик | 4–6 °С, 14 суток | 2 | 14,8 | 29,1 | 56,1 |
| Полиэтиленовый пакет (15 мкм) | | 4 | 89,7 | 0,0 | 10,3 |
| Полиэтиленовый пакет (35 мкм) | | 7 | 91,4 | 0,0 | 8,6 |
| Xtend MA/MB + абсорбер этилена Save Fresh | | 9 | 94,3 | 2,5 | 3,6 |
| НСР ₀₅ | | – | 2,8 | – | – |
| Открытый полимерный ящик | 1–3 °С, 21 сутки | 1 | 0 | 32,8 | 67,2 |
| Полиэтиленовый пакет (15 мкм) | | 5 | 79,8 | 0,0 | 20,2 |
| Полиэтиленовый пакет (35 мкм) | | 6 | 87,2 | 0,0 | 12,8 |
| Xtend MA/MB + абсорбер этилена Save Fresh | | 8 | 91,7 | 2,9 | 5,4 |
| НСР ₀₅ | | – | 2,7 | – | – |

менение консистенции (потемнение, распад). Визуальный срок хранения кориандра намного дольше, чем рекомендуемый, так как при хранении значительно снижается ароматичность и количество выделяемых эфирных масел [9]. При этом органолептическая оценка листьев составила 8–9 баллов. В целом в упаковке Xtend MA/MB и абсорбером этилена Save Fresh при температуре 1–3 °С продукцию кориандра можно хранить в течение 21 суток с выходом товарной продукции

91,7% и органолептической оценкой листьев в 8 баллов.

В полиэтиленовых пакетах плотностью 15 и 35 мкм при хранении продукции отмечена конденсация влаги. Причина в том, что высокая влажность воздуха и низкий уровень кислорода внутри полиэтиленовых пакетов способствовали к накоплению влаги (побочного продукта дыхания), что привело к конденсации, в результате чего сложилась благоприятная

среда для роста микроорганизмов, вызывающих гниение.

Сохранение зеленой окраски листьев в Xtend-упаковке, вероятно, связано с использованием абсорбера этилена Save Fresh. Этилен способствует созреванию плодов и деградации хлорофилла. Поэтому выработка этилена листьями кориандра овощного, упакованного в обычные полиэтиленовые пакеты, приводит к потере окраски листьев и физиологическому процессу старения.

Таблица 2. Качество кориандра овощного сорта Бородинский до и после хранения, 2020–2021 годы

| Вид упаковки | Температура, срок хранения | Сухое вещество, % | Витамин С, мг% | Сахара, % | | | Нитраты, мг/кг |
|---|----------------------------|-------------------|----------------|-----------|------|-------|----------------|
| | | | | моно | ди | сумма | |
| До хранения | 4–6 °С, 14 суток | 15,1 | 40,1 | 1,19 | 0,26 | 1,45 | 480 |
| Открытый полимерный ящик* | | - | - | - | - | - | - |
| Полиэтиленовый пакет (15 мкм) | | 16,1 | 27,7 | 0,48 | 0,01 | 0,49 | 590 |
| Полиэтиленовый пакет (35 мкм) | | 14,9 | 31,8 | 1,05 | 0,01 | 1,06 | 575 |
| Xtend MA/MB + абсорбер этилена Save Fresh | | 15,9 | 33,8 | 0,90 | 0,05 | 0,95 | 535 |

*Биохимический анализ не проводился, так как продукция нетоварная

Биохимический анализ продукции кориандра проводили на растениях, хранящихся 14 суток при температуре 4–6 °С. Содержание сухих веществ сразу после срезки в продукции составляло 15,1%, витамина С – 40,1 мг%, суммы сахаров – 1,45% (табл. 2).

После 14 суток хранения при температуре 4–6 °С максимальное содержание витамина С зафиксировано в варианте с упаковкой Xtend MA/MB и абсорбером этилена Save Fresh – 33,8 мг%, суммы сахаров – при хранении в полиэтиленовом пакете (35 мкм) – 1,06%, сухих веществ – в полиэтиленовом пакете (15 мкм) – 16,1%. Содержание нитратов в продукции до хранения было в пределах 480 мг/кг, однако после 14 суток хранения этот показатель находился на уровне 535–590 мг/кг в зависимости от вида упаковки при ПДК не более 2000 мг/кг.

Выводы

Максимальный выход товарной продукции кориандра отмечен при использовании упаковки Xtend MA/MB с абсорбером этилена Save Fresh: при хранении в течение 5 суток при температуре 10–12 °С – 95,7%, 14 суток при 4–6 °С – 94,3%, 21 суток при 1–3 °С – 91,7%. Максимальное сохранение витамина С в продукции зафиксировано в варианте с Xtend-упаковкой – 33,8 мг% при показателе 40,1 мг% сразу после срезки зелени. Xtend – технология, позволяющая создавать модифицированную атмосферу внутри полимерной упаковки (пакета) и поддерживать ее до момента потребления хранящегося продукта. Благодаря тому, что запатентованный полимерный пакет позволяет поддерживать оптимальное соотношение углекислого газа, кис-

лорода и влажности, продукция остается абсолютно свежей, при этом в упаковке отсутствует конденсат.

Применение новейших упаковочных материалов и абсорбера этилена Save Fresh позволяет снизить потери в цепочке поставок свежей зелени, продлить срок их хранения и реализации, сохранить привлекательный внешний вид и отличные вкусовые качества, что обеспечивает высокий потребительский спрос и экономическую эффективность транспортировки и реализации продукции. Эти свойства благоприятно сказываются на имидже компании и продукции, дают дополнительное преимущество перед традиционными способами хранения и имеют большую практическую значимость для поставщиков, продавцов и фермеров.

Библиографический список

1. Coriander (*Coriandrum sativum* L.): a potential source of high-value components for functional foods and nutraceuticals – a review. N.G. Sahib, F. Anwar, A.H. Gilani, A.A. Hamid, N. Saari, K.M. Alkharfy. *Phytother. Res.* 2013. Vol. 27. Pp. 1439–1456. DOI: 10.1002/ptr.4897.
2. Иванова М.И., Кашлева А.И. Кориандр на зелень // Картофель и овощи. 2016. №6. С. 10–11.
3. ИнтерФреш: послеуборочные решения [Электронный ресурс] URL: <https://www.inter-fresh.com>. Дата обращения: 18.08.21.
4. StePac: official website [Web resource] URL: <https://www.stepac.com>. Access date: 17.08.21.
5. Gaikwad K.K., Singh S., Negi Y.S. Ethylene scavengers for active packaging of fresh food produce // *Environmental Chemistry Letters*. 2020. Vol. 18. Pp. 269–284. DOI: 10.1007/s10311-019-00938-1.
6. Кулаева О.Н. Этилен в жизни растений // Соросовский образовательный журнал. 1998. №11. С. 78–84.
7. ГОСТ 32788-2014. Кориандр свежий (кинза) – зелень. Технические условия. [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200112289>. Дата обращения: 18.08.21.
8. Hardenburg R.E., Watada A.E., Wang C.Y. The commercial storage of fruits, vegetables, and florists and nursery stocks // *USDA Agriculture Handbook*. 1986. №66. Pp. 11–12.
9. Panta R., Khanal A. Effect of Modified Atmospheric Packaging on Postharvest Storage Life of Cilantro (*Coriandrum sativum* L.) Stored Under Different Conditions // *Journal of Horticulture*. 2018. Vol. 5. Issue 3. P. 243. DOI:10.4172/2376-0354.1000243.

References

1. Coriander (*Coriandrum sativum* L.): a potential source of high-value components for functional foods and nutraceuticals – a review. N.G. Sahib, F. Anwar, A.H. Gilani, A.A. Hamid, N. Saari, K.M. Alkharfy. *Phytother. Res.* 2013. Vol. 27. Pp. 1439–1456. DOI: 10.1002/ptr.4897.
2. Ivanova M.I., Kashleva A.I. Coriander on greens. Potato and vegetables. 2016. No6. Pp. 10–11. (In Russ.).
3. Interfresh: post-harvest solutions [Web resource] URL: <https://www.inter-fresh.com>. Access date: 18.08.21 (In Russ.).
4. StePac: official website [Web resource] URL: <https://www.stepac.com>. Access date: 17.08.21.
5. Gaikwad K.K., Singh S., Negi Y.S. Ethylene scavengers for active packaging of fresh food produce. *Environmental Chemistry Letters*. 2020. Vol. 18. Pp. 269–284. DOI: 10.1007/s10311-019-00938-1.
6. Kulaeva O.N. Ethylene in plant life. *Soros Educational Magazine*. No11. 1998. Pp. 78–84 (In Russ.).
7. GOST 32788-2014. Fresh coriander (cilantro) – greens. Technical conditions [Web resource] URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200112289>. Access date: 18.08.21. (In Russ.).
8. Hardenburg R.E., Watada A.E., Wang C.Y. The commercial storage of fruits, vegetables, and florists and nursery stocks. *USDA Agriculture Handbook*. 1986. No66. Pp. 11–12.
9. Panta R., Khanal A. Effect of Modified Atmospheric Packaging on Postharvest Storage Life of Cilantro (*Coriandrum sativum* L.) Stored Under Different Conditions. *Journal of Horticulture*. 2018. Vol. 5. Issue 3. P. 243. DOI:10.4172/2376-0354.1000243.

Об авторах

Янченко Елена Валерьевна, канд. с.-х. наук, в.н.с. отдела земледелия и агрохимии, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО. E-mail: elena_0881@mail.ru

Янченко Алексей Владимирович, канд. с.-х. наук, в.н.с. отдела технологии и инноваций, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО. E-mail: laboratoria2008@yandex.ru

Иванова Мария Ивановна, доктор с.-х. наук, профессор РАН, г.н.с. отдела селекции и семеноводства, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО. E-mail: ivanova_170@mail.ru

Ткаченко Геннадий Витальевич, генеральный директор «ООО Артерия Интер Фреш». E-mail: tkachenko75@bk.ru

Порвалов Константин Викторович, коммерческий директор «ООО Артерия Интер Фреш». E-mail: porvaloff@gmail.com

Author details

Yanchenko E.V., Cand. Sci. (Agr.), leading research fellow of the department of agriculture and agricultural chemistry, ARRIVG – branch of FSBSI FSVC. E-mail: elena_0881@mail.ru

Yanchenko A.V., Cand. Sci. (Agr.), leading research fellow of Department of Technology and Innovation, ARRIVG – branch of FSBSI FSVC. E-mail: laboratoria2008@yandex.ru

Ivanova M.I., DSc (Agr.), professor of RAS, head research of Department breeding and seed growing, ARRIVG – branch of FSBSI FSVC. E-mail: ivanova_170@mail.ru

Tkachenko G.V., General Director of Arteria Inter Fresh LLC. E-mail: tkachenko75@bk.ru

Porvalov K.V., Commercial Director of Arteria Inter Fresh LLC. E-mail: porvaloff@gmail.com