

УДК 664.8.03

DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-318-325

**ВЛИЯНИЕ УПАКОВОЧНЫХ
МАТЕРИАЛОВ И АБСОРБЕРА
ЭТИЛЕНА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ
ВЫДЕЛЕНИЯ ЭТИЛЕНА ОВОЩАМИ
В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ**

Першакова Татьяна Викторовна¹
д-р техн. наук, доцент
вед. научный сотрудник
отдела хранения
и комплексной переработки
сельскохозяйственного сырья,
e-mail: 7999997@inbox.ru

Причко Татьяна Григорьевна²
д-р с.-х. наук, профессор
зав. лабораторией хранения
и переработки плодов и ягод

Купин Григорий Анатольевич¹
канд. техн. наук,
старший научный сотрудник
отдела хранения
и комплексной переработки
сельскохозяйственного сырья
e-mail: griga_77@mail.ru

Лисовой Вячеслав Витальевич¹
канд. техн. наук
старший научный сотрудник
отдела хранения
и комплексной переработки
сельскохозяйственного сырья
email: kisp@kubannet.ru

Алешин Владимир Николаевич²
канд. техн. наук,
ст. научный сотрудник
отдела хранения
и комплексной переработки
сельскохозяйственного сырья

¹*Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия*

UDC 664.8.03

DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-318-325

**INFLUENCE OF PACKAGING
MATERIALS AND ETHYLENE
ABSORBER ON VEGETABLES'
ETHYLENE PRODUCTION
INTENSITY DURING STORAGE**

Pershakova Tatyana Viktorovna¹
Dr. Sci. Tech., Docent
Leading Research Associate
of Storage and Complex
Processing of Agricultural
Raw Materials Department
e-mail: 7999997@inbox.ru

Prichko Tatiana Grigorievna²
Dr. Sci. Agr., professor,
Head of Fruits and Berries Storage
and Processing Laboratory

Kupin Grigoriy Anatolievich¹
Cand. Tech. Sci.,
Senior Researcher Associate
of Storage and Complex
Processing of Agricultural
Raw Materials Department
e-mail: griga_77@mail.ru

Lisovoy Vyacheslav Vitalievich
Cand. Tech. Sci.,
Senior Research Associate
of Storage and Integrated
Processing Agricultural
Raw Materials Department
email: kisp@kubannet.ru

Aleshin Vladimir Nikolaevich²
Cand. Tech. Sci.,
Senior Researcher Associate
of Storage and Integrated
Processing Agricultural
Raw Materials Department

¹*Krasnodar Research Institute of Agricultural Product Storage and Processing – Branch of Federal State Budgetary Scientific Institution «North-Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making», Krasnodar, Russia*

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия

В статье приведены результаты изучения влияния некоторых видов упаковочных материалов, используемых в комплексе с абсорбером этилена, на интенсивность выделения этилена кабачками сорта Александрия и томатами сорта Инкас при хранении в течение 14 дней при температуре 8 – 10 °С и относительной влажности воздуха 90±3 %. Исследование проводили с использованием пакетов Xtend компании StePac, создающих модифицированную атмосферу, и абсорберов этилена (саше) компании Inter Fresh; в пакеты Xtend было помещено по одному саше для поглощения этилена. Установлено, что при хранении в указанных условиях концентрация этилена в пакетах Xtend была на 80 % ниже в случае кабачков и на 1600 % ниже в случае томатов, чем при использовании традиционных пакетов, даже несмотря на большую начальную массу сырья в пакетах Xtend. У кабачков и томатов, извлеченных из пакетов, интенсивность выделения этилена также была ниже после хранения в пакетах Xtend, чем при использовании традиционных пакетов: на 111,1 % в случае кабачков и на 211,5 % в случае томатов. Потери, связанные с микробиологической порчей, в ходе проведения эксперимента не наблюдались.

Ключевые слова: КАБАЧКИ, ТОМАТЫ, ЭТИЛЕН, МОДИФИЦИРОВАННАЯ АТМОСФЕРА, АБСОРБЕРЫ ЭТИЛЕНА

²Federal State Budget Scientific Institution «North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making», Krasnodar, Russia

The article presents the results of studying the influence of some types of packaging materials used in conjunction with an ethylene absorber on ethylene production intensity of zucchini cv. Alexandria and tomatoes cv. Inkas during storage for 14 days at a temperature of 8 – 10 °C and air relative humidity of 90±3 %. The study was carried out using StePac Xtend bags, creating a modified atmosphere, and Inter Fresh ethylene absorbers (sachets); one sachet for ethylene absorption was placed in Xtend bags. It was found that when stored under these conditions the ethylene concentration in Xtend bags was 80% lower in case of zucchini and 1600 % lower in case of tomatoes than when using traditional bags, even despite the higher initial mass of produce in Xtend bags. In zucchini and tomatoes extracted from bags, the rate of ethylene production was also lower after storage in Xtend bags, than when using traditional bags: 111,1 % lower in case of zucchini and 211,5 % lower in case of tomatoes. Losses associated with microbiological spoilage were not observed during the experiment.

Key words: ZUCCHINI, TOMATOES, ETHYLENE, MODIFIED ATMOSPHERE, ETHYLENE ABSORBERS

Введение. С целью сохранения товарного качества и снижения потерь при хранении и транспортировке свежего растительного сырья необходимо тщательно контролировать такие параметры, как температура, относительная влажность и состав атмосферы [1, 2].

В то время как контроль температуры, как правило, является задачей несложной, контроль относительной влажности и состава атмосферы требует либо наличия специального оборудования, либо применения упаковочных материалов (пленки, пакеты), создающих модифицированную атмосферу после закладки растительного сырья [3, 4].

Модифицированная атмосфера (МА) – такое соотношение газов, при котором концентрации кислорода, диоксида углерода, азота и паров воды отличаются от обычного воздуха, но не регулируются напрямую; изменение концентраций происходит естественным путем в результате дыхания растительной продукции и диффузии газов сквозь пленку [5, 6].

В случае правильного подбора упаковочные материалы, формирующие МА, позволяют предотвратить чрезмерное снижение концентрации кислорода и повышение концентрации углекислого газа в закрытом пакете, а также повысить относительную влажность воздуха, не допуская при этом излишней конденсации влаги на поверхности сырья [7-10].

Ещё одним компонентом атмосферы, который необходимо учитывать при организации хранения, является выделяемый растениями газообразный фитогормон этилен. Его наличие в атмосфере приводит к ускоренному созреванию и перезреванию фруктов и овощей. Для решения этой проблемы возможно применение снижающих содержание этилена поглотителей (абсорберов) той или иной природы.

Целью данного исследования являлось изучение влияния упаковочных материалов и абсорбера этилена на интенсивность выделения этилена кабачками и томатами в процессе хранения.

Объекты и методы исследований. Объектами исследования являлись кабачки сорта Александрия и томаты сорта Инкас.

Исследование проводили с использованием упаковочных материалов (пакеты) Xtend компании StePac (www.stepac.com), создающих модифицированную атмосферу, а также абсорберов этилена (саше с гранулами, содержащими перманганат калия) компании Inter Fresh (www.inter-fresh.com).

Объекты исследования хранили при температуре 8 – 10 °С и относительной влажности воздуха 90 ± 3 % в течение 14 дней. В пакеты Xtend было помещено по одному саше для поглощения этилена. Контрольные образцы хранили без упаковки, а также в традиционной упаковке (полиэтиленовые пакеты, не создающие модифицированную атмосферу).

Определение содержания этилена проводили с использованием детектора Smart Fresh ICA 56 в пакетах после хранения. Дополнительно сразу после снятия с хранения часть сырья определенной массы была перенесена в стеклянные ёмкости на 3 л, через 2 ч был проведен замер концентрации этилена, что позволило определить выделение этилена на 1 кг за 1 час ($\text{см}^3 \text{кг}^{-1} \text{ч}^{-1}$).

Экспериментальные исследования проводились в трехкратной повторности (статистическую значимость оценивали на уровне $P = 0,05$). Математическую обработку экспериментальных данных проводили методом описательной статистики и дисперсионного анализа, используя пакеты программ Microsoft Excel и Statistica.

Обсуждение результатов. Результаты оценки интенсивности выделения этилена кабачками в процессе хранения, а также после хранения приведены в таблице 1. Как следует из представленных данных, после хранения кабачков при температуре 8 – 10 °С в течение 14 суток с использованием пакета Xtend и абсорбера этилена Inter Fresh концентрация этилена в пакете была на 80 % ниже, чем при использовании традиционного пакета,

даже несмотря на большую начальную массу сырья в пакете Xtend. Также установлено, что даже после извлечения объектов исследования из пакета Xtend с абсорбером этилена Inter Fresh интенсивность выделения этилены данным сырьем была значительно ниже, чем у кабачков, хранившихся в традиционных пакетах или без пакетов (на 111,1 и 163,9 %, соответственно).

Таблица 1 – Интенсивность выделения этилена кабачками
в процессе хранения, а также после хранения

Показатель	Контроль (без пакетов)	Пакет Xtend + абсорбер этилена Inter Fresh	Пакет традиционный
Начальная масса сырья в пакете, кг	-	3,14	2,47
Концентрация этилена в пакете после хранения, ppm	-	0,5±0,2	0,9±0,2
Концентрация этилена в баллоне на 3 л через 2 ч, ppm	0,9±0,2	0,4±0,2	1,1±0,2
Масса сырья в баллоне, кг	0,91	1,01	1,17
Выделение этилена на 1 кг за 1 час, см ³ кг ⁻¹ ч ⁻¹	9,5x10 ⁻⁴	3,6x10 ⁻⁴	7,6x10 ⁻⁴

Результаты оценки интенсивности выделения этилена томатами в процессе хранения, а также после хранения приведены в таблице 2, согласно которым после хранения томатов при температуре 8-10 °С в течение 14 суток с использованием пакета Xtend и абсорбера этилена Inter Fresh концентрация этилена в пакете была на 1600 % ниже, чем при использовании традиционного пакета, даже несмотря на несколько большую начальную массу сырья в пакете Xtend. Также установлено, что после извлечения объектов исследования из пакета Xtend с абсорбером этилена Inter Fresh интенсивность выделения этилены данным сырьем была сравнима с контролем (хранение без пакетов) и значительно ниже, чем у томатов, хранившихся в традиционных пакетах (на 211,5 %).

Таблица 2 –Интенсивность выделения этилена томатами в процессе хранения, а также после хранения

Показатели	Контроль (без пакетов)	Пакет Xtend + абсорбер этилена Inter Fresh	Пакет традиционный
Начальная масса сырья в пакете, кг	-	3,97	3,79
Концентрация этилена в пакете после хранения, ppm	-	0,5±0,2	8,5±0,3
Концентрация этилена в баллоне на 3 л через 2 ч, ppm	1,0±0,2	1,3±0,2	4,2±0,2
Масса сырья в баллоне, кг	0,98	1,03	1,05
Выделение этилена на 1 кг за 1 час, см ³ кг ⁻¹ ч ⁻¹	9,4x10 ⁻⁴	11,3x10 ⁻⁴	35,2x10 ⁻⁴

Потери, связанные с микробиологической порчей, отсутствовали при хранении кабачков и томатов во всех вариантах эксперимент, что, видимо, является результатом низкой обсемененности исходного сырья патогенными микроорганизмами. Представляет интерес в будущем изучить возможность хранения в упаковке, формирующей МА, сырья с более высокой обсемененностью. Для обеспечения стабильного хранения подобного сырья, вероятно, потребуется дополнительно ингибировать развитие патогенных микроорганизмов при помощи, например, комплексного воздействия электромагнитных полей крайне низких и сверх низких частот и биопрепаратов [11-15].

Выводы. Получены экспериментальные данные о влиянии различных видов упаковочных материалов и абсорбера этилена на интенсивность выделения этилена кабачками сорта Александрия и томатами сорта Инкас при хранении. В ходе проведенных исследований установлено, что хранение томатов и кабачков в пакетах Xtend с абсорбером этилена Inter Fresh является перспективным, так как сопровождается значительным снижением интенсивности выделения этилена.

Литература

1. Fonseca, S.C., Oliveira, F.A., Brecht, J.K., 2002. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. *J. Food Eng.*, 52 (2), pp. 99-119.
2. Kader, A.A., Saltveit, M.E., 2003. Respiration and gas exchange. *Postharvest Physiol. Pathol. Veg.*, 2, pp. 7-29.
3. Rodov, V. et al., 2010. 5 modified humidity packaging of fresh produce. *Hortic. Rev.*, 37, p. 281.
4. Song, Y. et al., 2002. Modeling respiration–transpiration in a modified atmosphere packaging system containing blueberry. *J. Food Eng.*, 53 (2), pp. 103-109.
5. Lee, L. et al., 1996. A review on modified atmosphere packaging and preservation of fresh fruits and vegetables: physiological basis and practical aspects – part 2. *Packaging Technology and Science*, 9, pp. 1-17.
6. Caleb, O.J. et al., 2012. Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils: a review. *Food Bioprocess Technol.*, 5 (1), pp. 15-30.
7. Farber, J. et al., 2003. Microbiological safety of controlled and modified atmosphere packaging of fresh and fresh-cut produce. *Compr. Rev. food Sci. food Saf.*, 2 (s1), pp. 142-160.
8. Mahajan, P. et al., 2007. Development of user-friendly software for design of modified atmosphere packaging for fresh and fresh-cut produce. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 8 (1), pp. 84-92.
9. Ben-Yehoshua, S. et al., 1996. Modified-atmosphere packaging of fruits and vegetables: reducing condensation of water in bell peppers and mangoes. Paper Presented at the International Postharvest Science Conference Postharvest, vol. 96, p. 464.
10. Sandhya, 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce: current status and future needs. *Food Science and Technology*, 43, pp. 381-392.
11. Исследование эффективности влияния физической и биологической обработок на микробную обсемененность фруктов в процессе хранения / Т.В. Першакова, Г.А. Купин, В.Н. Алёшин и др. // Научные труды СКФНЦСВВ. Т. 14. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2018. С. 184-189.
12. Алёшин В.Н., Першакова Т.В., Купин Г.А., Панасенко Е.Ю. Изменение активности пероксидазы и содержания общих полифенолов в корнеплодах моркови столовой при хранении под влиянием обработок электромагнитным полем сверх низкой частоты и биопрепаратом БСКА-3 // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2019. № 2-1. С. 79-83.
13. Сравнительная эффективность обработок биологическими препаратами и электромагнитными полями крайне низких частот при хранении корнеплодов моркови / Т.В. Першакова, Г.А. Купин, В.Н. Алёшин, С.М. Горлов, Е.Ю. Панасенко // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2018. № 7. С. 157-162.
14. Сравнительная эффективность обработок биологическими препаратами и электромагнитными полями крайне низких частот при хранении корнеплодов столовой свеклы / Е.Ю. Панасенко, В.Н. Алёшин, С.М. Горлов и др. // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2018. № 11-2. С. 104-108.
15. Закономерности влияния предварительной обработки корнеплодов моркови и свёклы столовой электромагнитными полями и биопрепаратами на устойчивость в процессе хранения / Т.В. Першакова, В.Н. Алёшин и др. // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2019. № 8-2. С. 23-31.

References

1. Fonseca, S.C., Oliveira, F.A., Brecht, J.K., 2002. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. *J. Food Eng.*, 52 (2), pp. 99-119.
2. Kader, A.A., Saltveit, M.E., 2003. Respiration and gas exchange. *Postharvest Physiol. Pathol. Veg.*, 2, pp. 7-29.
3. Rodov, V. et al., 2010. 5 modified humidity packaging of fresh produce. *Hortic. Rev.*, 37, p. 281.
4. Song, Y. et al., 2002. Modeling respiration–transpiration in a modified atmosphere packaging system containing blueberry. *J. Food Eng.*, 53 (2), pp. 103-109.
5. Lee, L. et al., 1996. A review on modified atmosphere packaging and preservation of fresh fruits and vegetables: physiological basis and practical aspects – part 2. *Packaging Technology and Science*, 9, pp. 1-17.
6. Caleb, O.J. et al., 2012. Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils: a review. *Food Bioprocess Technol.*, 5 (1), pp. 15-30.
7. Farber, J. et al., 2003. Microbiological safety of controlled and modified atmosphere packaging of fresh and fresh-cut produce. *Compr. Rev. food Sci. food Saf.*, 2 (s1), pp. 142-160.
8. Mahajan, P. et al., 2007. Development of user-friendly software for design of modified atmosphere packaging for fresh and fresh-cut produce. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 8 (1), pp. 84-92.
9. Ben-Yehoshua, S. et al., 1996. Modified-atmosphere packaging of fruits and vegetables: reducing condensation of water in bell peppers and mangoes. Paper Presented at the International Postharvest Science Conference Postharvest, vol. 96, p. 464.
10. Sandhya, 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce: current status and future needs. *Food Science and Technology*, 43, pp. 381-392.
11. Issledovanie effektivnosti vliyaniya fizicheskoy i biologicheskoy obrabotok na mikrobial'nyuyu obsemenennost' fruktov v processe hraneniya / T.V. Pershakova, G.A. Kupin, V.N. Alyoshin i dr. // Nauchnye trudy SKFNCSSVV. T. 14. Krasnodar: SKFNCSSVV, 2018. S. 184-189.
12. Alyoshin V.N., Pershakova T.V., Kupin G.A., Panasenko E.Yu. Izmenenie aktivnosti peroksidazy i sodержaniya obshchih polifenolov v korneplodah morkovi stolovoj pri hranenii pod vliyaniem obrabotok elektromagnitnym polem sverh nizkoj chastoty i biopreparatom BSKA-3 // Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk. 2019. № 2-1. S. 79-83.
13. Sravnitel'naya effektivnost' obrabotok biologicheskimi preparatami i elektromagnitnymi polyami krajne nizkih chastot pri hranenii korneplodov morkovi / T.V. Pershakova, G.A. Kupin, V.N. Aleshin, S.M. Gorlov, E.Yu. Panasenko // Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk. 2018. № 7. S. 157-162.
14. Sravnitel'naya effektivnost' obrabotok biologicheskimi preparatami i elektromagnitnymi polyami krajne nizkih chastot pri hranenii korneplodov stolovoj svekly / E.Yu. Panasenko, V.N. Aleshin, S.M. Gorlov i dr. // Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk. 2018. № 11-2. S. 104-108.
15. Zakonomernosti vliyaniya predvaritel'noj obrabotki korneplodov morkovi i svyokly stolovoj elektromagnitnymi polyami i biopreparatami na ustojchivost' v processe hraneniya / T.V. Pershakova, V.N. Alyoshin i dr. // Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk. 2019. № 8-2. S. 23-31.