

Использование гипобарических условий при хранении огурцов

Фролов Д.И., Димова А.П.

Аннотация. В статье изучалось влияние гипобарических условий и времени хранения на выбранные цветовые, текстурные и химические показатели качества тепличных огурцов. Наименьшие изменения в цвете и оттенке огурцов наблюдались в образцах, хранящихся при давлении 10 кПа. После 30 дней хранения огурцы, хранящиеся в гипобарических условиях, претерпели менее значительные изменения в содержании пищевых волокон, пектина и сахара по сравнению с огурцами, хранящимися в атмосферных условиях. Было обнаружено, что гипобарическое хранение способствует сохранению качества огурцов.

Ключевые слова: гипобарическое хранение, тепличные овощи, огурец, качественные показатели.

Для цитирования: Фролов Д.И., Димова А.П. Использование гипобарических условий при хранении огурцов // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 2. С. 29–32.

Using hypobaric conditions when storing cucumbers

Frolov D.I., Dimova A.P.

Abstract. The article studied the influence of hypobaric conditions and storage time on the selected color, textural and chemical indicators of the quality of greenhouse cucumbers. The smallest changes in color and shade of cucumbers were observed in samples stored at a pressure of 10 kPa. After 30 days of storage, cucumbers stored under hypobaric conditions underwent less significant changes in the content of dietary fiber, pectin and sugar compared to cucumbers stored under atmospheric conditions. Hypobaric storage has been found to preserve the quality of the cucumbers.

Keywords: hypobaric storage, greenhouse vegetables, cucumber, quality indicators.

For citation: Frolov D.I., Dimova A.P. Using hypobaric conditions when storing cucumbers. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 2. pp. 29–32. (In Russ.).

Введение

Тепличные огурцы являются одними из самых популярный овощных культур у населения. Огурцы, которые потребляются или обрабатываются непосредственно после сбора урожая, приносят наибольшую пользу для здоровья. Однако это не всегда возможно, и может потребоваться хранение свежих огурцов. Хранение пищевого сырья, в том числе тепличных огурцов, является одной из проблем для производителей в пищевой промышленности. Свежие тепличные огурцы являются скоропортящимися, и независимо от степени и типа обработки они претерпевают физические, химические и биологические изменения, которые влияют на срок их хранения и качество. Для сохранения качества свежих тепличных огурцов применяются различные способы хранения.

При коммерческом хранении свежих огурцов применяются два метода хранения: холодильное

хранение и хранение в регулируемой атмосфере [1, 2]. Оптимальная температура при хранении в холодильнике варьируется в зависимости от продукта, и обычно используется температура около 0 °С. Некоторые продукты, включая огурцы, чувствительны к низкой температуре, и рекомендуемый диапазон температур для охлажденных огурцов составляет от 10 до 12,5 °С при относительной влажности 95%. Температура хранения ниже 10 °С вызывает переохлаждение через 2–3 дня, а при 15 °С наблюдается быстрая потеря качества. Хранение в контролируемой атмосфере не позволяет эффективно сохранить качество свежих огурцов. Плоды следует хранить в атмосфере с содержанием кислорода менее 2% и углекислого газа менее 10% при температуре 12,5 °С [3]. Оба метода имеют определенные недостатки [4]. Биохимические и физиологические процессы в огурцах чувствительны к низкой температуре. Низкотемпературное охлаждение приводит к высокой вероятности порчи огурца. Симптомы

переохлаждения включают пятна, пропитанные водой, точечные язвы и разрушение тканей. Большинство свежих овощей благоприятно реагируют на контролируемую обработку при хранении в регулируемой атмосфере. Сохранение их сенсорных и питательных качеств, продленный срок хранения и более низкий риск травм от переохлаждения определяются типом товара, атмосферными концентрациями кислорода и углекислого газа, температурой хранения и временем хранения [5]. Вышеупомянутые данные свидетельствуют о том, что обмен веществ в контролируемой атмосфере хранящихся огурцов трудно контролировать.

Хранение в гипобарических условиях представляет собой альтернативу методам холодильного хранения и хранения в регулируемой атмосфере.

Несмотря на свои положительные эффекты, сырье не хранится в гипобарических условиях в промышленных масштабах из-за относительно высокой стоимости необходимого оборудования. Промышленные производители используют вакуумную упаковку для продления срока хранения фруктов и овощей [6]. Гипобарическое хранение тепличных огурцов до сих пор не применяется в коммерческих целях. Целью данного исследования было изучить влияние гипобарического хранения на скорость изменения общих цветовых параметров, твердости и химического состава тепличных огурцов.

Объекты и методы исследований

В качестве экспериментального материала использовались огурцы сорта «Магнит», выращенные на АО «Пензенский тепличный комбинат».

Опытные огурцы хранили при 10 и 50 кПа, а контрольные - при 100 кПа, температуре 14 °С и относительной влажности воздуха 98%. От каждой обработки было отобрано тридцать случайно выбранных единиц выборки. Их разделяли на три равные группы и помещали в контейнеры с давлением ниже атмосферного. Каждый контейнер можно было открыть без изменения атмосферы остальных контейнеров. Свежие огурцы (день 0) и огурцы, хранившиеся в течение 10, 20 и 30 дней, анализировали на потерю веса, цвета, механических свойств и химического состава (при различных значениях давления).

Экспериментальный стенд состоял из девяти вакуумных контейнеров из нержавеющей стали. Давление ниже атмосферного создавалось с помощью вакуумного насоса. Давление в каждом наборе измерялось датчиком и поддерживалось контроллером. Температуру контролировали три тепловых датчика. Относительная влажность воздуха измерялась емкостным тонкопленочным датчиком. Сосуд с водой помещали на дно контейнера для поддержания желаемой относительной влажности воздуха.

Цветовые параметры огурцов определяли на спектрофотометре для стандартного источника света. Измерения проводились на 10 случайно выбран-

ных образцах. Определены изменения цветового пространства L^* , a^* и b^* хранимых огурцов. Абсолютные изменения порога цветоразличения ΔE^* , насыщенности ΔC^* и различия в цветовом тоне ΔH^* рассчитывали по формулам.

Испытания на проницаемость отдельных огурцов были выполнены в 15 повторностях на 10 случайно выбранных образцах.

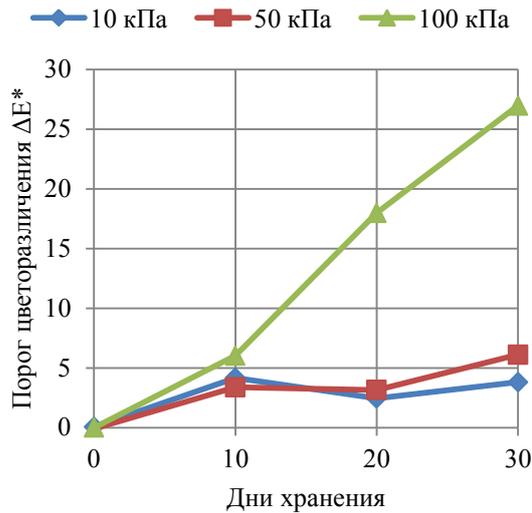
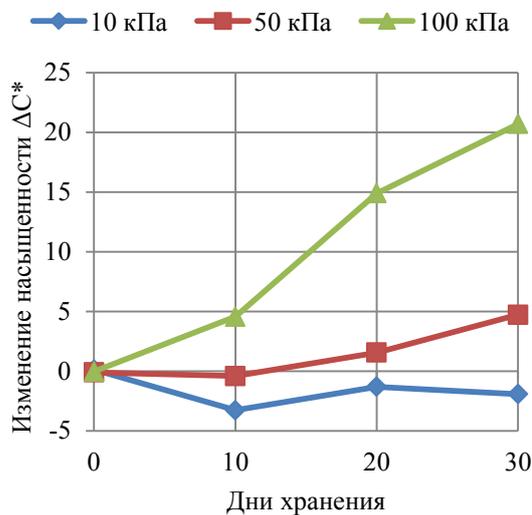
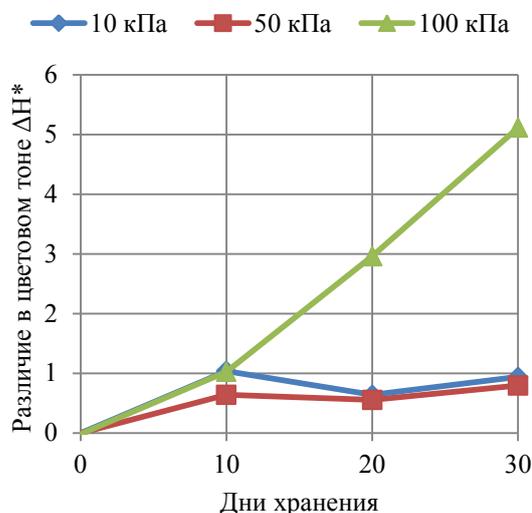
Общее содержание сахара определяли после инверсии концентрированной соляной кислотой. Дальнейшие процедуры были идентичны процедурам, применяемым для восстанавливающих сахаров.

Экспериментальные данные были проверены статистически с использованием регрессионного анализа, нелинейной оценки в полностью рандомизированном блочном плане. Расчеты выполнены с использованием программы STATISTICA 10.

Результаты и их обсуждение

Цвет - один из важнейших сенсорных атрибутов огурцов, который влияет на восприятие потребителями. Изменения порога цветоразличения, насыщенности и различия в цветовом тоне тепличных огурцов, хранившихся при давлении 10, 50 и 100 кПа в течение 10, 20 и 30 дней, показаны на рисунках 1-3. Все три показателя цвета хранимых огурцов в равной степени зависели от времени хранения и давления. Образцы, хранившиеся в условиях окружающей среды (100 кПа, 14 °С), характеризовались значительными изменениями показателей цвета по сравнению со свежими огурцами. Различия в параметрах цвета огурцов, хранившихся в естественных условиях, увеличивались с увеличением срока хранения. Показатели цвета огурцов, хранившихся при давлении ниже атмосферного, были более похожи на те, что наблюдались в свежих образцах, чем у огурцов, хранившихся при 100 кПа. После 30 дней хранения общая разница в цвете между свежими огурцами и образцами, хранившимися при 10 и 50 кПа, стабилизировалась. Аналогичные тенденции наблюдались в отношении изменений цветности и оттенка. Существенные ($p < 0,05$) нежелательные изменения цвета были обнаружены у огурцов, хранившихся при 100 кПа, тогда как никаких значительных различий в показателях цвета не было отмечено в образцах, хранившихся при 10 и 50 кПа ($p < 0,05$). Уменьшение значений цветности у огурцов, хранившихся при 10 кПа, может быть связано с деградацией хлорофилла во время хранения. Стабильность цвета огурцов, хранившихся при 10 и 50 кПа, может быть объяснена более медленным метаболизмом при низком давлении и сопутствующим замедлением процессов, которые превращают хлорофилл в каротиноиды в гипобарических условиях.

Температура 7-10 °С, относительная влажность 95% и хранение в течение 2 недель

Рис. 1. Порог цветоразличения ΔE^* огурцов при разном давленииРис. 2. Изменение насыщенности ΔC^* огурцов при разном давленииРис. 3. Различия в цветовом тоне ΔH^* огурцов при разном давлении

являются оптимальными условиями хранения и транспортировки для огурцов. Изменение цвета, например пожелтение, является признаком старения и ухудшения качества. Наблюдение за тем, что приемлемый цвет хранящихся огурцов сохраняется дольше, указывает на то, что хранение в гипобарических условиях может продлить срок годности тепличных огурцов.

Текстурные свойства пищевых продуктов, включая твердость, меняются со временем и определяются такими параметрами, как температура окружающего воздуха, влажность, состав и давление.

Наименьшее снижение силы при действии 2,5 Н наблюдалось через 30 дней для огурцов, хранившихся при 10 кПа.

Содержание пектина в равной степени зависело от времени хранения и давления. Во всех проанализированных образцах изменения содержания пектина увеличивались со временем хранения. Наименьшее и максимальное увеличение содержания пектина было отмечено в образцах, хранившихся в течение 30 дней при 10 и 100 кПа соответственно. Содержание пищевых волокон в хранимых огурцах коррелировало как со временем хранения, так и с давлением. Менее выраженные изменения содержания пищевых волокон были зарегистрированы в огурцах, хранимых при 10 и 50 кПа, чем в образцах, хранившихся при 100 кПа. Наименьшие изменения пищевых волокон наблюдались в образцах, хранившихся в течение 30 дней при 10 кПа. Общеизвестно, что химические и физиологические процессы определяют текстуру пищевых продуктов, включая фрукты и овощи. Анализ 10 образцов, хранившихся в течение 30 дней при 10 кПа, показал, что повышение уровня пектина сопровождалось незначительным снижением плотности.

Гипобарическое хранение может уменьшить падение содержания пищевых волокон и минимизировать увеличение содержания пектина в огурцах, и эти наблюдения согласуются с результатами текстурной оценки.

В огурцах, хранимых при низком давлении, содержание сахара было выше, чем в образцах, хранившихся при комнатной температуре. Высокий уровень сахара сохраняет желаемое качество огурцов, хранившихся в гипобарических условиях.

Выводы

Гипобарическое хранение представляет собой альтернативу холодильному хранению и хранению в контролируемой атмосфере. Гипобарическая обработка постоянно задерживает послеуборочную грибковую гниль тепличных огурцов без значительного влияния на цвет, химический состав и твердость. Желаемые свойства тепличных огурцов при хранении в вакууме сохранялись до 30 дней. У огурцов, хранившихся в вакууме, различия в цвете,

твердости и содержании пищевых волокон были определены на уровне менее 5% по сравнению со свежими огурцами. Огурцы, хранящиеся в гипоба-

рических условиях, характеризовались более высоким общим качеством.

Литература

- [1] Березенко Н.В., Слинко О.В., Кондратьева О.В. Актуальные направления в области переработки и хранения плодоовощной продукции // Пищевая Индустрия. 2018. № 2 (36).
- [2] Копылов С.И., Каменева Е.Ю. Хранение плодов и овощей в регулируемой атмосфере // Вестник российского государственного аграрного заочного университета. 2012. № 12 (17). С. 54–56.
- [3] Причко Т.Г., Смелик Т.Л. Новые технологические приемы хранения плодов персика с использованием модифицированной среды // Плодоводство и виноградарство юга России. 2020. № 65 (5). С. 326–339.
- [4] Хоконова М.Б. Влияние способов хранения на качество и сохраняемость яблок // Проблемы развития АПК региона. 2020. № 4 (44). С. 190–193.
- [5] O’Sullivan M.G., Cruz-Romero M., Kerry J.P. Carbon dioxide flavour taint in modified atmosphere packed beef steaks // LWT - Food Science and Technology. 2011. Vol. 44. № 10. P. 2193–2198.
- [6] Application of vacuum and exogenous ethylene on Ataulfo mango ripening / B. Tovar [et al.] // LWT - Food Science and Technology. 2011. Vol. 44. № 10. P. 2040–2046.

References

- [1] Berezenko N.V., Slinko O.V., Kondratyeva O.V. Actual directions in the field of processing and storage of fruit and vegetable products // Food Industry. 2018. No. 2 (36).
- [2] Kopylov S.I., Kameneva E.Yu. Storage of fruits and vegetables in a controlled atmosphere // Bulletin of the Russian State Agrarian Correspondence University. 2012. No. 12 (17). S. 54–56.
- [3] Prichko T.G., Smelik T.L. New technological methods of storing peach fruits using a modified environment // Fruit growing and viticulture of the south of Russia. 2020. No. 65 (5). S. 326–339.
- [4] Khokonova M.B. The influence of storage methods on the quality and preservation of apples // Problems of development of the agro-industrial complex of the region. 2020. No. 4 (44). S. 190–193.
- [5] O’Sullivan M.G., Cruz-Romero M., Kerry J.P. Carbon dioxide flavor taint in modified atmosphere packed beef steaks // LWT - Food Science and Technology. 2011. Vol. 44. No. 10. P. 2193–2198.
- [6] Application of vacuum and exogenous ethylene on Ataulfo mango ripening / B. Tovar [et al.] // LWT - Food Science and Technology. 2011. Vol. 44. No. 10. P. 2040–2046.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>	<p>Frolov Dmitriy Ivanovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>
<p>Димова Анна Петровна студент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: E-mail:</p>	<p>Dimova Anna Petrovna student of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: E-mail:</p>