

# Анализ влияния параметров хранения и переработки на показатели качества бананов

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО Кузбасская  
государственная  
сельскохозяйственная академия

## КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

**Ермолаев Владимир Александрович**  
ФГБОУ ВО Кузбасская государственная  
сельскохозяйственная академия  
Адрес: 650056, Россия, г. Кемерово,  
ул. Марковцева, 5  
E-mail: ermolaevvla@rambler.ru

## ЗАЯВЛЕНИЕ О ДОСТУПНОСТИ ДАННЫХ:

данные текущего исследования  
доступны по запросу  
у корреспондирующего автора.

## ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Ермолаев В. А. (2022). Анализ влияния параметров хранения и переработки на показатели качества бананов. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (2), 30–40. <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.328>

ПОСТУПИЛА: 15.05.2022

ПРИНЯТА: 15.06.2022

ОПУБЛИКОВАНА: 30.06.2022

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

автор сообщает об отсутствии



**В. А. Ермолаев<sup>1</sup>**

## АННОТАЦИЯ

**Введение.** Одними из наиболее питательных и полезных фруктов являются бананы. Их выращивают практически во всех тропических странах мира. Из всех выращиваемых культур бананы занимают 4 место в мире после пшеницы, риса и кукурузы. При этом в некоторых странах бананы являются одним из основных источников питания. Наша страна занимает 4 место в мире по объему импорта бананов. За последние 20 лет объем потребления бананов в России возрос приблизительно в 2 раза. Бананы занимают наибольший удельный вес среди всех импортируемых фруктов. Наибольшая доля бананов (почти 99 %) импортируется из Эквадора, еще около 1 % приходится на другие страны: Коста-Рику, Мексику, Гватемалу, Колумбию и др. Рынок потребления бананов в России увеличивается к зиме и снижается в летний период. Исследование влияния способа хранения бананов на их качественные показатели и безопасность является одной из актуальных задач, поскольку позволяет продлить их сроки годности.

**Цель.** Исследования нацелено на анализ влияния способа хранения сушеных бананов на показатели их качества в регулируемой газовой среде с подобранным оптимальным составом.

**Материалы и методы.** В качестве объектов исследования выступали бананы марки Prima Donna, 2022 г. урожая. Всего было выбрано 4 способа хранения: при температуре 18 °С; при температуре 6 °С; в регулируемой газовой среде (РГС) при температуре 18 °С; в сушеном виде при температуре 18 °С. Регулируемая газовая среда содержала в себе 6 % O<sub>2</sub> и 5 % CO<sub>2</sub>. Для сушки бананы нарезались в виде пластин, толщиной 10 мм. Сушка осуществлялась конвективным методом до достижения влагосодержания 5 %. Температура сушки в разных образцах составляла 40, 50 и 60 °С. Органолептическую оценку свежих бананов осуществляли оценкой 4 показателей: внешний вид, вкус, запах, степень зрелости. Каждый из показателей оценивался по 5-бальной шкале.

**Результаты.** В результате проведенного исследования, было проанализировано влияние способа хранения бананов на их пищевую безопасность и качественные характеристики. Установлено, что применение регулируемой газовой среды позволяет на 3–4 дня повысить сроки хранения свежих бананов, что отражается на улучшении органолептических показателей. Сушить бананы целесообразно при температуре 40 °С – при этом наблюдаются низкие потери биологически ценных компонентов. Сушеные бананы рекомендуется хранить не более 12 мес. Сушеные бананы могут использоваться для производства кондитерских полуфабрикатов, хлебобулочных изделий, молочных напитков и других продуктов.

**Выводы.** Полученные результаты исследований могут использоваться работниками пищевой промышленности и научными сотрудниками в области консервирования пищевого сырья.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

способ хранения, регулируемая газовая среда, бананы, сушка

# Analysis of the Influence of Storage and Processing Parameters on Banana Quality Indicators

<sup>1</sup> Kuzbass State Agricultural Academy

Vladimir A. Ermolaev<sup>1</sup>

## CORRESPONDENCE:

**Vladimir A. Ermolaev**

5 Markovtseva Street, Kemerovo, 650056,  
Russian Federation  
E-mail: ermolaevvla@rambler.ru

## FOR CITATIONS:

Ermolaev V. A. (2022). Analysis of the influence of storage and processing parameters on banana quality indicators. *Storage and Processing of Farm Products*, (2), 30-40. <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.328>

RECEIVED: 15.05.2022

ACCEPTED: 15.06.2022

PUBLISHED: 30.06.2022

## DECLARATION OF COMPETING INTEREST:



## ABSTRACT

**Background.** One of the most nutritious and healthy fruits are bananas. They are grown in almost all tropical countries of the world. Of all the cultivated crops, bananas are ranked 4th in the world after wheat, rice and corn. At the same time, in some countries bananas are one of the main sources of food. Our country ranks 4th in the world in terms of banana imports. Over the past 20 years, the consumption of bananas in Russia has increased by about 2 times. Bananas occupy the largest share among all imported fruits. The largest share of bananas (almost 99 %) is imported from Ecuador, and about 1 % comes from other countries: Costa Rica, Mexico, Guatemala, Colombia, etc. The banana consumption market in Russia increases in winter and decreases in summer. The study of the influence of the method of storing bananas on their quality indicators and safety is one of the urgent tasks, since it allows to extend their shelf life.

**Purpose.** The research is aimed at analyzing the influence of the method of storing dried bananas on their quality indicators in a controlled gas environment with a selected optimal composition.

**Materials and Methods.** The objects of the study were bananas of the Prima Donna brand, harvested in 2022. In total, 4 storage methods were chosen: at a temperature of 18 °C; at a temperature of 6 °C; in a controlled atmosphere (CGM) at a temperature of 18 °C; dried at 18 °C. The controlled atmosphere contained 6 % O<sub>2</sub> and 5 % CO<sub>2</sub>. For drying, bananas were cut into plates, 10 mm thick. Drying was carried out by the convective method until a moisture content of 5 % was reached. The drying temperature in different samples was 40, 50 and 60 °C. The organoleptic assessment of fresh bananas was carried out by assessing 4 indicators: appearance, taste, smell, degree of maturity. Each of the indicators was evaluated on a 5-point scale.

**Results.** As a result of the study, the influence of the method of storing bananas on their food safety and quality characteristics was analyzed. It has been established that the use of a controlled gas environment allows to increase the shelf life of fresh bananas by 3-4 days, which is reflected in the improvement of organoleptic indicators. It is advisable to dry bananas at a temperature of 40 °C – in this case, low losses of biologically valuable components are observed. Dried bananas are recommended to be stored no more than 12 months. Dried bananas can be used for the production of semi-finished confectionery, bakery products, dairy drinks and other products.

**Conclusions.** The obtained research results can be used by workers in the food industry and researchers in the field of canning food raw materials.

## KEYWORDS

storage method, controlled atmosphere, bananas, drying

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наблюдается тенденция перехода населения к здоровому образу жизни, которое включает в себя смещение потребительских предпочтений в сторону натуральных продуктов питания — овощей и фруктов. Последние являются источником большого количества всевозможных биологически активных веществ, микро- и макроэлементов, витаминов, органических кислот и т.д. Потребление свежих фруктов и овощей способствует очищению крови и благоприятно сказывается на всех биологических системах организма (Бронникова & Мошков, 2017; Ali Nawaz Ranjha et al., 2020; Thinh et al., 2021). Одними из наиболее питательных и полезных фруктов являются бананы (Bezerra et al., 2013; Hapsari & Lestari, 2016; Siji & Nandini, 2017). Их выращивают практически во всех тропических странах мира (Erawan et al., 2019). Из всех выращиваемых культур бананы занимают 4 место в мире после пшеницы, риса и кукурузы. При этом в некоторых странах бананы являются одним из основных источников питания. Например, в Бурунди годовое потребление бананов составляет около 190 кг на человека, а в Самоа и на Коморских островах — 85 и 78 кг на человека в год соответственно (Айтова & Грязина, 2018). Согласно прогнозам Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) мировое производство бананов к 2029 году должно увеличиться до 126 млн тонн<sup>1</sup>.

Россия занимает 4 место в мире по объему импорта бананов. За последние 20 лет объем потребления бананов в России возрос приблизительно в 2 раза, его сокращение наблюдалось лишь в периоды девальвации рубля (Исупова, 2019). Бананы занимают наибольший удельный вес среди всех импортируемых фруктов (Флоринская & Старостенко, 2014). Наибольшая доля бананов (почти 99%) импортируется из Эквадора, еще около 1% приходится на другие страны: Коста-Рику, Мексику, Гватемалу, Колумбию и др. (Ошнянская, 2019). Рынок потребления бананов в России увеличивается к зиме и снижается в летний период (Бурмистрова и др., 2017).

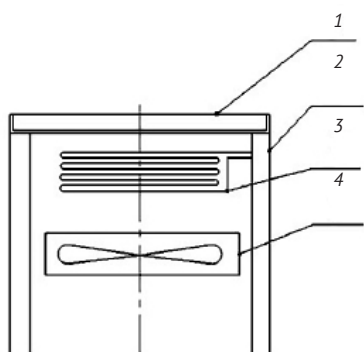
На перевозку бананов в Россию из зарубежных стран уходит порядка 4–5 месяцев. После сбора урожая грозди разделяют на более мелкие, моют,

отбирают, упаковывают в ящики по 18 кг каждый и транспортируют в холодильных блоках. Вначале их перевозят на кораблях-рефрижераторах, затем наземным транспортом по железнодорожным путям. При этом важно соблюдать температурный режим, который для бананов должен составлять 14–14,5 °С. Указанный температурный режим должен соблюдаться на протяжении всей транспортировки вплоть до склада. Стоит отметить достаточно высокую стоимость транспортировки: например, на корабле-рефрижераторе из Китая в порт Санкт-Петербурга стоимость перевозки партии бананов составляет до \$4000 за 20-футовый контейнер.

Дозаривание бананов является одним из важнейших этапов товародвижения данного продукта. Оно может осуществляться как в естественных условиях, когда поддерживается определенный температурный режим хранения, так и в искусственных — когда в газовую камеру с продуктом подается этилен. Только после дозаривания бананы можно реализовывать в магазинах (Бурмистрова и др., 2017). На базе и в магазинах зрелые бананы хранят при температуре 12–14 °С и относительной влажности воздуха 80–85% в течение 3–4 сут. После покупки бананы, как правило хранят при комнатной температуре. Допускается хранить бананы в холодильнике если они начали темнеть, при этом замораживать бананы не следует (Студенникова, 2020).

Исследованиями в области влияния параметров дозаривания бананов и условий их хранения на качественные показатели и сроки годности проводились по всему миру (Бурмистрова и др., 2017; Ahmad et al., 2006). В исследованиях отмечается влияние температуры и состава воздушной атмосферы на изменение качественных характеристик бананов. Особенность этих исследований заключается в том, что особое внимание уделяется влиянию регулируемой газовой среды на сохранность качественных показателей бананов (Ahmad et al., 2001; Ahmad et al., 2006; Madan et al., 2014). В исследованиях подбирали состав регулируемой газовой среды: в основном используется пониженное содержание кислорода и повышенное содержание CO<sub>2</sub>, однако есть и упоминание об использовании этилена. В России анализу влияния сушки и регулируемой газовой среды на сохранность бананов известны несколько работ (Студенникова, 2020; Бурмистрова и др., 2017). В определенной степени изучено влияние температуры и состава газовой

<sup>1</sup> Дайджест: Ключевые публикации в СМИ. [https://specagro.ru/sites/default/files/2020-10/daydzhest\\_plody\\_13\\_red.pdf](https://specagro.ru/sites/default/files/2020-10/daydzhest_plody_13_red.pdf)



**Рисунок 1.**

Схема конвективной сушильной установки: 1 — сетчатый поддон; 2 — корпус; 3 — термоэлектронагреватель; 4 — вентилятор

среды на степень сохранности бананов, однако мало изучен вопрос о влиянии сушки на качество бананов, степень сохранности термолабильных веществ и микробиологические показатели.

Целью настоящей работы являлась апробация результатов исследований в области влияния способа хранения бананов на их качественные характеристики и показатели безопасности, а также исследование процессов хранения бананов в сушеном виде. В работе будет исследовано и научно обосновано применение регулируемой газовой среды для повышения сроков хранения свежих бананов. Для продления сроков хранения бананов до 1 года будут исследованы процессы сушки бананов.

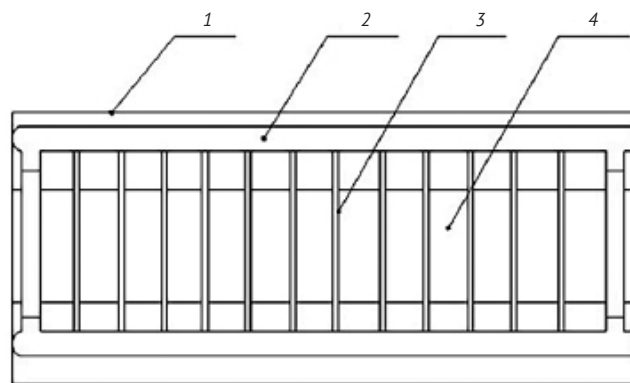
## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Объекты

В качестве объектов исследования выступали бананы марки Prima Donna, 2022 г. урожая, доставленные из Эквадора. Бананы доставлялись морским транспортом, температура транспортирования — 12–14 °С. После доставки в РФ бананы характеризовались второй степенью зрелости. На эксперименты поступали бананы в количестве 5 кг.

### Оборудование

Для конвективной сушки бананов использовалась установка, схема которой представлена на Рисунке 1. Данная установка была создана самостоятельно в 2019 г. Температуру сушки в данной установке



**Рисунок 2**

Нарезающее устройство: 1 — основание; 2 — рамка; 3 — струны; 4 — желоб для продукта

можно менять от 30 до 80 °С. Размеры лотка для продукта оставляют 50 × 50 см.

В установке воздух с помощью вентилятора 4 направляется к сетчатому поддону с продуктом 1, проходя через термоэлектронагреватель 3, где он подогревается до нужной температуры. Контроль за температурой ведется с помощью термодпары, смонтированной в центре сетчатого поддона.

### Инструменты

Для нарезания бананов на пластины использовалось самодельное нарезающее устройство со струнами с заданным расстоянием друг от друга (Рисунок 2).

Продукт укладывается в желоб 4, размещенный в основании 1. Далее опускают рамку 2 со струнами 3, которые разрезают продукт (банан) на равные части.

### Методы

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов определяли по ГОСТ 10444.15-94<sup>2</sup>. Замер на микробиологические показатели в процессе хранения проводился через каждые 2 месяца хранения. Массовую долю влаги оценивали ускоренным методом на приборе Чижовой. Массовую долю сахарозы оценива-

<sup>2</sup> ГОСТ 10444.15-94. (2015). *Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов*. М.: Стандартинформ.

ли по ГОСТ 12571-2013<sup>3</sup>. Массовую долю крахмала определяли качественным методом, основанным на проведении специфической по отношению к крахмалу цветной реакции. Массовую долю титруемых кислот определяли по ГОСТ 25555.0-82<sup>4</sup>. Массовую долю витамина С анализировали согласно ГОСТ 24556-89<sup>5</sup>.

## Процедура

На первом этапе исследования был проведен анализ химического состава бананов, на котором определялась массовая доля влаги, сухих веществ, сахарозы, крахмала, титруемых кислот и витамина С. На втором этапе проводили исследование органолептических показателей бананов в процессе их хранения при различных условиях: при температуре 6 °С, при температуре 18 °С и в регулируемой газовой среде. На третьем этапе проводили анализ качественных показателей сушеных бананов, а также органолептическую оценку. На четвертом этапе исследовали изменения показателя КМАФАнМ при хранении сушеных бананов.

Дозаривание осуществлялось в течение 6 суток при температуре +18 °С в воздушной среде, содержащей смесь азота (95 %) и этилена (5 %).

Всего было выбрано 4 способа хранения: (1) при температуре 18 °С; (2) при температуре 6 °С; (3) в регулируемой газовой среде (РГС) при температуре 18 °С; (4) в сушеном виде при температуре 18 °С.

Регулируемая газовая среда содержала в себе 6 % O<sub>2</sub> и 5 % CO<sub>2</sub>.

Для сушки бананы нарезались в виде пластин, толщиной 10 мм. Сушка осуществлялась конвективным методом до достижения влагосодержания 5 %. Температура сушки в разных образцах составляла 40, 50 и 60 °С (Ермолаев & Расщепкин, 2009; Ермолаев, 2008).

Органолептическую оценку свежих бананов осуществляли оценкой 4 показателей: внешний вид, вкус, запах, степень зрелости. Каждый из показателей оценивался по 5-бальной шкале.

Эталонные показатели (максимальная оценка в 5 баллов) свежих бананов считали следующие: (1) внешний вид: плоды в кистях здоровые, свежие, чистые, целые, развившиеся, округлые или слаборебристые, цвет — желтый, консистенция — мягкая, сочная; (2) вкус: характерный, сладкий, без постороннего привкуса; (3) запах: специфический запах спелых бананов, без постороннего аромата; (4) степень зрелости: плоды потребительской степени зрелости с желтой кожурой, но не перезревшие, плотные, округлые, мякоть кремовая.

Эталонные показатели сушеных бананов считали следующие: (1) внешний вид: мякоть однородного цвета, без пригорелых областей; (2) вкус: ярко-выраженный сладкий, без постороннего привкуса; (3) запах: ярко-выраженный чистый с медовым ароматом, без посторонних запахов; (4) консистенция: твердая, однородная по объему, пластины разламываются при механическом воздействии.

Оценку проводила комиссия из 5 человек, за конечный результат принимали среднеарифметическое значение.

## Анализ данных

Регистрация и фиксация экспериментальных данных происходила по средством методик описанных ниже. Для обработки результатов экспериментальных исследований и анализа полученных данных использовалось программное обеспечение Microsoft Excel, в котором происходило построение профилограмм и графиков по экспериментальным данным.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Результаты анализа химического состава исследуемых бананов

Был проведен анализ химического состава бананов, результаты которого сведены в Таблице 1.

<sup>3</sup> ГОСТ 12571-2013. (2019). *Сахар. Метод определения сахарозы*. М.: Стандартинформ.

<sup>4</sup> ГОСТ 25555.0-82. (2010). *Продукты переработки плодов и овощей*. М.: Стандартинформ.

<sup>5</sup> ГОСТ 24556-89. (2003). *Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С*. М.: Стандартинформ.



**Таблица 1**

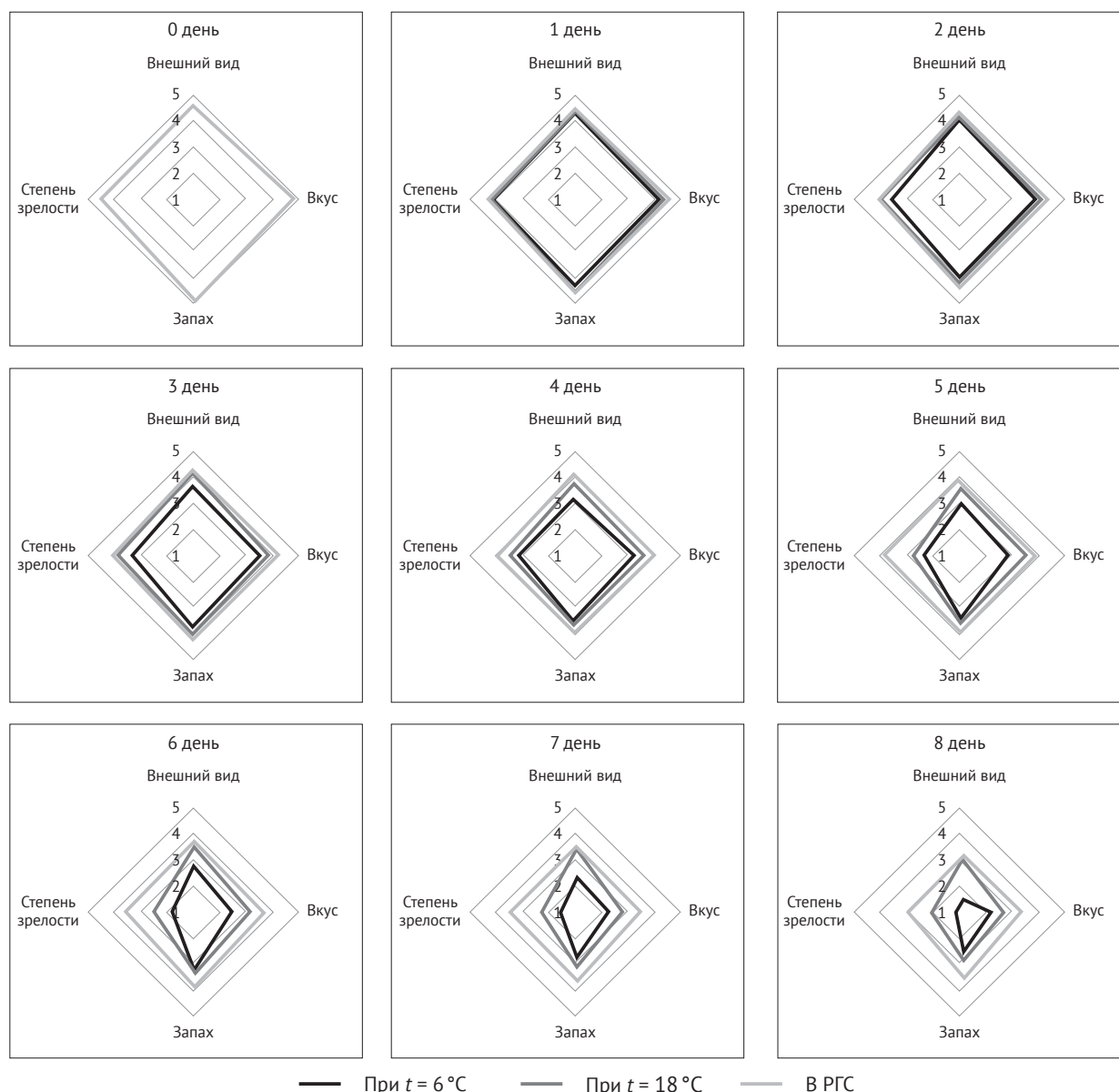
Химический состав бананов

Показатель	Значение
Массовая доля влаги, %	75,2
Массовая доля сухих веществ, %	24,8
Массовая доля сахарозы, %	3,6
Массовая доля крахмала, %	2,5
Массовая доля титруемых кислот, %	0,32
Массовая доля витамина С, мг/100 г	9,6

### Оценка органолептических показателей бананов при их хранении

В процессе хранения бананов наблюдаются различные процессы (переход крахмала в сахар, развитие микроорганизмов), обуславливающие их дозревание и последующее перезревание. Для контроля данных процессов использовалась органолептическая оценка.

На Рисунке 3 представлены результаты оценки изменения органолептических показателей бананов при их хранении в виде профилограмм.



**Рисунок 3**

Профилограммы органолептических показателей бананов при хранении

В самом начале хранения (0 день) бананы характеризовались достаточно высокими органолептическими показателями, сумма которых составляла 18,9 баллов из 20. Далее в процессе хранения наблюдалось нелинейное изменение органолептической оценки. Так, например, на 4 день хранения суммарная органолептическая оценка бананов, хранимых при температуре 18 °С, снизилась до 14,6 баллов из 20. Для бананов, хранимых при температуре 6 °С, органолептическая оценка на 4 день хранения была меньше и составила 13,1 балл, а для бананов, хранимых в РГС, это значение было равно 16,1 балл.

Спустя 8 суток хранения наблюдалось заметное ухудшение качественных показателей бананов, хранимых при температуре 6 °С: суммарная оценка составила 7,3 балла из 20. Наибольшему изменению подверглись такие показатели как степень зрелости и внешний вид. Бананы заметно почернели практически по всей поверхности, появился характерный запах перезревших плодов, консистенция стала неоднородной, с более мягкими потемневшими областями на самих плодах. Вкус бананов также заметно изменился.

Что касается бананов, хранимых при температуре 18 °С, то для них органолептические показатели не-

сколько выше и составили в сумме 10,5 баллов из 20 через 8 суток хранения. Бананы также характеризовались большими потемневшими областями и характерным вкусом перезревших бананов.

Наиболее высокие органолептические показатели наблюдались у бананов, хранимых в регулируемой газовой среде, и составили 13 баллов из 20. Лучшее качество таких бананов наблюдалось по всем 4 показателям по сравнению с бананами, хранившимися обычным методом, но наибольшее расхождение наблюдалось по такому показателю как степень зрелости. Таким образом, использование регулируемой газовой среды позволяет в определенной степени продлить сроки хранения бананов и дольше сохранять их органолептические характеристики.

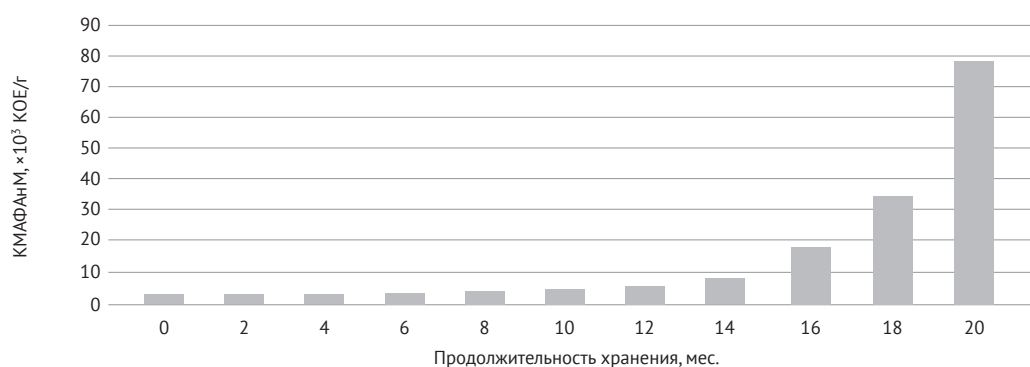
### Результаты исследования качественных показателей сушеных бананов

Далее проводили исследования качественных показателей сушеных бананов, обезвоженных при различной температуре. В Таблице 2 приведены данные по органолептическим показателям и химическому составу сушеных бананов.

**Таблица 2**

Качественные показатели сушеных бананов

Показатель	Высушенные при $t = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$	Высушенные при $t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$	Высушенные при $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$
<i>Химический состав</i>			
Массовая доля влаги, %	5,07	5,01	4,82
Массовая доля сухих веществ, %	94,93	94,99	95,18
Массовая доля сахарозы, %	12,3	11,7	9,6
Массовая доля крахмала, %	9,4	9,2	8,5
Массовая доля титруемых кислот, %	1,11	10,15	9,98
Массовая доля витамина С, мг/100 г	28,6	22,4	11,3
<i>Органолептическая оценка, баллы</i>			
Внешний вид	4,6	4,4	3,7
Вкус	4,5	4,2	3,5
Запах	4,9	4,8	4,5
Консистенция	4,8	4,3	3,1
Сумма	18,8	17,7	14,8



**Рисунок 4**

Изменение показателя КМАФАНМ при хранении сушеных бананов

В процессе сушки происходит увеличение концентрации сухих веществ, что обуславливает повышение содержания сахарозы, крахмала, титруемых кислот и витамина С в готовом продукте по сравнению и их содержанием до высушивания (Таблица 2). При этом установлено, что чем выше температура сушки, тем больше потери полезных веществ, особенно это касается витамина С. То же самое относится и к органолептическим показателям — наибольшее качество сушеного продукта (18,8 баллов из 20) наблюдалось у бананов, обезвоженных при температуре 40 °С.

### Оценки пищевой безопасности сушеных бананов при хранении

Для оценки безопасности сушеных бананов при хранении был проведен анализ КМАФАНМ (рис. 4).

Обнаружена нелинейная зависимость КМАФАНМ от продолжительности хранения. Так, до 12 месяцев хранения КМАФАНМ не превышает  $6 \cdot 10^3$  КОЕ/г в то время как через 16 месяцев хранения этот показатель составляет уже выше  $18 \cdot 10^3$  КОЕ/г, а через 20 мес. хранения — свыше  $70 \cdot 10^3$  КОЕ/г. По микробиологическим показателям сухофрукты должны отвечать требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС № 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»<sup>6</sup> (Приложение 2, инд. 1.5) и СанПиН 2.3.2.1078<sup>7</sup>, согласно которым КМАФАНМ

не должен превышать  $5 \cdot 10^4$  КОЕ/г. Таким образом, с учетом коэффициента запаса безопасным считается срок хранения сушеных бананов в 12 мес.

## ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Представленные выше результаты подтверждаются результатами схожих зарубежных исследований (Ahmad et al., 2001; Ahmad et al., 2006). Так например, Marrero et al. (2003) исследовали процессы созревания бананов в модифицированной атмосфере при различных температурных режимах и пришли к выводу о том, что использование охлаждения и/или модификации атмосферы приводит к увеличению срока годности бананов, обработанных этрелом. Плоды бананов, хранившиеся при 12 и 15 °С, имели более длительный срок хранения без ухудшения их конечного качества.

Другая группа авторов (Madan et al., 2014) также проанализировала влияние регулируемой газовой атмосферы на качество бананов при хранении. Ими было установлено, что плоды, хранившиеся в условиях модифицированной газовой среды, имели срок хранения, в три раза превышающий срок хранения контрольных образцов (с сохранением твердости, свежести и зелени). При этом неперфорированная упаковка была предпочтительнее перфорированной упаковки для хранения бананов. Несмотря на различное оборудование и технологии результаты собственных проведенных исследований близки с результатами представленными выше и доказывают эффективность использования регулируемой газовой среды для продления сроков хранения бана-

<sup>6</sup> ТР ТС 021/2011. (2011). *Технический регламент Таможенного союза*. <https://docs.cntd.ru/document/902320560>

<sup>7</sup> СанПиН 2.3.2.1078. (2002). *Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов*. <https://base.garant.ru/4178234/>



нов. Кроме того, было установлено изменение органолептических показателей, химического состава и микробиологических показателей сушеного банана, что является новизной исследований.

До проведения исследований было известно, что РГС может способствовать продления сроков годности пищевых продуктов. Исследования успешно заполнили пробел в знании в области влияния РГС и сушки на физико-химические свойства бананов. В результате проведенной работы было исследовано влияние способа хранения на безопасность и качественные характеристики бананов. Установлено, что применение регулируемой газовой среды позволяет в некоторой степени повысить сроки хранения свежих бананов, что отражается на улучшении органолептических показателей. Обезвоживать бананы целесообразно при температуре 40 °С — при этом наблюдаются низкие потери биологически ценных компонентов. Сушеные бананы рекомендуется хранить не более 12 мес. Они могут использоваться для производства кондитерских полуфабрикатов, хлебобулочных изделий, молочных напитков и других продуктов (Айтова & Грязина, 2018; Летяго & Панкова, 2017; Черкасова, 2016; Янчик и др., 2016; Павлюк и др., 2015).

## ЛИТЕРАТУРА

- Айтова, А. Э., & Грязина, Ф. И. (2018). Использование натуральных добавок при производстве кексов. *Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства*, 20, 147–150.
- Бронникова, В. В., & Мошков, В. И. (2017). Плоды бананов в кухнях народов мира. *Успехи современной науки и образования*, 1(1), 64–68.
- Бурмистрова, О. М., Наумова, Н. Л., Бурмистров, Е. А., & Бец, Ю. А. (2017). О влиянии разных температурных режимов дозирования на потребительские свойства бананов. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 10, 184–189.
- Ермолаев, В. А. (2008). *Разработка технологии вакуумной сушки обезжиренного творога* [Кандидатская диссертация, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности]. Кемерово, Россия.
- Ермолаев, В. А., & Расщепкин, А. Н. (2009). Определение температур вакуумной сушки твердых сыров. *Сыроделие и маслоделие*, 4, 44–45.
- Исупова, Д. Д. (2019). Анализ рынка бананов в России. В *Цифровая парадигма развития общества: взгляд из будущего: Сборник научных трудов по итогам студенческой научно-практической конференции* (с. 19–21). Саратов: Саратовский социально-экономический институт.
- Курбанова, М. Г., & Ермолаев, В. А. (2011). Исследование гигроскопических свойств и активности воды молочно-белковых концентратов. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*, 8, 233–236.
- Летяго, Ю. А., & Панкова, А. В. (2017). Разработка рецептур хлебобулочных изделий с использованием фруктового сырья. *Мир Инноваций*, (3–4), 128–130.
- Ошнянская, С. А. (2019). Мировой рынок бананов. В *Теория и практика приоритетных научных исследований: Сборник научных трудов по материалам VIII Международной научно-практической конференции* (с. 55–57). Смоленск: Наукосфера.
- Павлюк, Р. Ю., Погарская, В. В., & Берестовая, А. А. (2015). Инновационные криогенные технологии мелкодисперсных замороженных пюре из фруктов. *Вестник Алматинского технологического университета*, 1, 28–34.
- Просеков, А. Ю., & Ермолаев, В. А. (2010). Подбор остаточного давления для вакуумного концентрирования жидких молочных продуктов. *Достижение науки и техники АПК*, 6, 69–70.

## ВЫВОДЫ

Целью настоящей работы являлась апробация результатов исследований в области влияния способа хранения бананов на их качественные характеристики и показатели безопасности, а также исследование процессов хранения бананов в сушеном виде. Она нашла свое отражение в следующих результатах: доказано, что применение регулируемой газовой среды позволяет повысить сроки хранения свежих бананов, что отражается на улучшении их органолептических показателей. Для продления сроков хранения бананов до 1 года целесообразно обезвоживать бананы при температуре не выше 40 °С для сохранения биологически ценных компонентов. Ограничения исследования состояли в фиксированном составе регулируемой газовой среды и фиксированном способе сушки бананов. Полученные результаты исследований могут использоваться работниками пищевой промышленности и научными сотрудниками в области консервирования пищевого сырья. Дальнейшим направлением исследований может являться анализ сублимационной сушки на сохранность бананов.

- Студенникова, С. Г. (2020). Динамическая модель конвективной сушки бананов с максимальной энергоэффективностью. *Вестник молодёжной науки России*, 2, 19.
- Флоринская, Е. Э., & Старостенко, И. Э. (2014). Качество и безопасность свежих бананов, импортируемых в Россию. *Ученые записки Санкт-Петербургского имени В. Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии*, 1, 69–74.
- Черкасова, А. В. (2016). Получение обогащенного молочного напитка и оптимизация его рецептурного состава. *Актуальная биотехнология*, 4, 13–16.
- Янчик, М. В., Драненко, О. В., & Немирич, А. В. (2016). Технология производства кондитерских полуфабрикатов с порошками из банана и моркови. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*, 18(2), 130–133.
- Ahmad, S., Perviez, M. A., Thompson, A. K., & Ullah, H. (2006). Effects of storage of banana in controlled atmosphere before ethylene treatments on its ripening and quality. *Journal of Agricultural Research*, 44(3), 219–229.
- Ahmad, S., Thompson, A. K., Asi, A. A., Khan, M., Chatha, G. A., & Shahid, M. A. (2001). Effect of Reduced O<sub>2</sub> and Increased CO<sub>2</sub> (Controlled Atmosphere Storage) on the Ripening and Quality of Ethylene Treated Banana Fruit. *International Journal of Agriculture & Biology*, 3(4), 491–493.
- Ali Nawaz Ranjha, M. M., Irfan, S., Nadeem, M., & Mahmood, S. (2020). A Comprehensive Review on Nutritional Value, Medicinal Uses, and Processing of Banana. *Food Reviews International*, 38(2), 199–255. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1725890>
- Bezerra, C. V., Da Cruz Rodrigues, A. M., Amante, E. R., & Meller Da Silva, L. H. (2013). Nutritional potential of green banana flour obtained by drying in spouted bed. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35(4), 1140–1146. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000400025>
- Erawan, T. S., Hidayat, R. A., & Iskandar, J. (2019). Etnobotanical study on banana in Karangwangi Village, Cianjur District, West Java. *Jurnal Biodjati*, 4(1), 112–125. <https://doi.org/10.15575/BIODJATI.V4I1.2954>
- Hapsari, L., & Lestari, D. A. (2016). Fruit characteristic and nutrient values of four indonesian banana cultivars (musa spp.) at different genomic groups. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 38(3), 303–311. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v38i3.696>
- Madan, A., Jain, R. K., & Nandane, A. (2014). Development of Active Modified Atmosphere Lab Scale Setup to Study the Effect on Shelf-life of Banana (var. ‘Robusta’). *Journal of Food Science & Technology*, 3, 1–10.
- Marrero, A., González, M., Báez, O., & Lobo, M. G. (2003). Control of artificial ripening of bananas through atmosphere modification and refrigeration. *Acta Horticulturae*, 600, 393–399. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.600.57>
- Siji, S., & Nandini, P. V. (2017). Chemical and nutrient composition of selected banana varieties of Kerala. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science*, 3(4), 401–404. <https://doi.org/10.24001/ijaems.3.4.21>
- Thinh, B. B., Trong, L. V., Lam, L. T., & Hien, V. T. T. (2021). Nutritional value of persimmon, banana, lemon and longan cultivated in Northern Vietnam. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 640, Article 022030. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/2/022030>

## REFERENCES

- Aitova, A. E., & Gryazina, F. I. (2018). Ispol'zovanie natural'nykh dobavok pri proizvodstve keksov [The use of natural additives in the production of cupcakes]. *Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktov sel'skogo khozyaistva* [Topical Issues of Improving the Technology of Production and Processing of Agricultural Products], 20, 147–150.
- Bronnikova, V. V., & Moshkov, V. I. (2017). Plody bananov v kukhnyakh narodov mira [Banana fruits in the cuisines of the peoples of the world]. *Uspekhi sovremennoi nauki i obrazovaniya* [Successes of Modern Science and Education], 1(1), 64–68.
- Burmistrova, O. M., Naumova, N. L., Burmistrov, E. A., & Bets, Yu. A. (2017). O vliyani raznykh temperaturnykh rezhimov dozarivaniya na potrebitel'skie svoystva bananov [On the influence of different temperature regimes of ripening on the consumer properties of bananas]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University], 10, 184–189.
- Ermolaev, V. A. (2008). *Razrabotka tekhnologii vakuumnoi su-shki obezzhirennogo tvoroga* [Development of technology for vacuum drying low-fat cottage cheese] [Candidate Dissertation, Kemerovskii tekhnologicheskii institut pishchevoi promyshlennosti]. Kemerovo, Russia.
- Ermolaev, V. A., & Rasshchepkin, A. N. (2009). Opreделение temperatur vakuumnoi sushki tverdykh syrov [Determination of vacuum drying temperatures for hard cheeses]. *Syrodelle i maslodelie* [Cheese-Making and Butter-Making], 4, 44–45.
- Isupova, D. D. (2019). Analiz rynka bananov v Rossii [Analysis of the banana market in Russia]. In *Tsifrovaya paradigma razvitiya obshchestva: vzglyad iz budushchego: Sbornik nauchnykh trudov po itogam studencheskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Digital paradigm of society development: a view from the future: Collection of scientific papers based on the results of a student scientific and practical conference] (pp. 19–21). Saratov: Saratovskii sotsial'no-ekonomicheskii institut.
- Kurbanova, M. G., & Ermolaev, V. A. (2011). Issledovanie gigroskopicheskikh svoystv i aktivnosti vody molochno-belkovykh kontsentratsiy [Study of hygroscopic properties and water activity of milk protein concentrates]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo uni-*

- versiteta [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University], 8, 233–236.
- Letyago, Yu. A., & Pankova, A. V. (2017). Razrabotka retseptur khlebobulochnykh izdelii s ispol'zovaniem fruktovego syr'ya [Development of recipes for bakery products using fruit raw materials]. *Mir Innovatsii* [World of Innovation], 3–4, 128–130.
- Oshnyanskaya, S. A. (2019). Mirovoi rynek bananov [World banana market]. In *Teoriya i praktika prioritetnykh nauchnykh issledovaniy: Sbornik nauchnykh trudov po materialam VIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Theory and practice of priority scientific research: Collection of scientific papers based on the materials of the 8th International Scientific and Practical Conference] (pp. 55–57). Smolensk: Naukosfera.
- Pavlyuk, R. Yu., Pogarskaya, V. V., & Berestovaya, A. A. (2015). Innovatsionnye kriogennye tekhnologii melkodispersnykh zamorozhennykh pyure iz fruktov [Innovative cryogenic technology for fine frozen fruit purees]. *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Almaty Technological University], 1, 28–34.
- Prosekov, A. Yu., & Ermolaev, V. A. (2010). Podbor ostatchnogo davleniya dlya vakuumnogo kontsentrirvaniya zhidkikh molochnykh produktov [Selection of residual pressure for vacuum concentration of liquid dairy products]. *Dostizhenie nauki i tekhniki APK* [Achievement of science and technology of the agro-industrial complex], 6, 69–70.
- Studennikova, S. G. (2020). Dinamicheskaya model' konvektivnoi sushki bananov s maksimal'noi energoeffektivnost'yu [Dynamic model of convective drying of bananas with maximum energy efficiency]. *Vestnik molodezhnoi nauki Rossii* [Bulletin of Youth Science of Russia], 2, 19.
- Florinskaya, E. E., & Starostenko, I. E. (2014). Kachestvo i bezopasnost' svezhikh bananov, importiruemyykh v Rossiyu [Quality and safety of fresh bananas imported to Russia]. *Uchenye zapiski Sankt-Peterburgskogo imeni V. B. Bobkova filiala Rossiiskoi tamozhennoi akademii* [Scientific notes of the St. Petersburg named after V. B. Bobkov branch of the Russian Customs Academy], 1, 69–74.
- Cherkasova, A. V. (2016). Poluchenie obogashchennogo molochnogo napitka i optimizatsiya ego retsepturnogo sostava [Obtaining an enriched milk drink and optimizing its recipe composition]. *Aktual'naya biotekhnologiya* [Actual Biotechnology], 4, 13–16.
- Yanchik, M. V., Dranenko, O. V., & Nemirich, A. V. (2016). Tekhnologiya proizvodstva konditerskikh polufabrikatov s poroshkami iz banana i morkovi [Technology for the production of semi-finished confectionery products with banana and carrot powders]. *Naukovii visnik LNUVMBT imeni S. Z. Izhits'kogoyu* [Scientific Bulletin of the LNUVMBT named after S. Z. Gzhits'kogo], 18(2), 130–133.
- Ahmad, S., Perviez, M. A., Thompson, A. K., & Ullah, H. (2006). Effects of storage of banana in controlled atmosphere before ethylene treatments on its ripening and quality. *Journal of Agricultural Research*, 44(3), 219–229.
- Ahmad, S., Thompson, A. K., Asi, A. A., Khan, M., Chatha, G. A., & Shahid, M. A. (2001). Effect of Reduced O<sub>2</sub> and Increased CO<sub>2</sub> (Controlled Atmosphere Storage) on the Ripening and Quality of Ethylene Treated Banana Fruit. *International Journal of Agriculture & Biology*, 3(4), 491–493.
- Ali Nawaz Ranjha, M. M., Irfan, S., Nadeem, M., & Mahmood, S. (2020). A Comprehensive Review on Nutritional Value, Medicinal Uses, and Processing of Banana. *Food Reviews International*, 38(2), 199–255. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1725890>
- Bezerra, C. V., Da Cruz Rodrigues, A. M., Amante, E. R., & Meller Da Silva, L. H. (2013). Nutritional potential of green banana flour obtained by drying in spouted bed. *Revista Brasileira de Fruticultura* [Brazilian Fruit Growing Magazine], 35(4), 1140–1146. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000400025>
- Erawan, T. S., Hidayat, R. A., & Iskandar, J. (2019). Etnobotanical study on banana in Karangwangi Village, Cianjur District, West Java. *Jurnal Biodjati* [Biodjati Journal], 4(1), 112–125. <https://doi.org/10.15575/BIODJATI.V4I1.2954>
- Hapsari, L., & Lestari, D. A. (2016). Fruit characteristic and nutrient values of four indonesian banana cultivars (musa spp.) at different genomic groups. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 38(3), 303–311. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v38i3.696>
- Madan, A., Jain, R. K., & Nandane, A. (2014). Development of Active Modified Atmosphere Lab Scale Setup to Study the Effect on Shelf-life of Banana (var. 'Robusta'). *Journal of Food Science & Technology*, 3, 1–10.
- Marrero, A., González, M., Báez, O., & Lobo, M. G. (2003). Control of artificial ripening of bananas through atmosphere modification and refrigeration. *Acta Horticulturae*, 600, 393–399. <https://doi.org/10.17660/ActaHort.2003.600.57>
- Siji, S., & Nandini, P. V. (2017). Chemical and nutrient composition of selected banana varieties of Kerala. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science*, 3(4), 401–404. <https://doi.org/10.24001/ijaems.3.4.21>
- Thinh, B. B., Trong, L. V., Lam, L. T., & Hien, V. T. T. (2021). Nutritional value of persimmon, banana, lemon and longan cultivated in Northern Vietnam. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 640, Article 022030. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/2/022030>