

Краткое сообщение / Short communication

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-6-202-207>
УДК: 635.24-021.66:664.143

М.В. Осипов¹, С.Л. Белецкий¹, Е.В. Казанцев^{1*},
А.Е. Баженова¹, Ф.Б. Мусаев²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научно-го учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
107023, Россия, г. Москва, ул. Электровзаводская, 20

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства»
143080, Россия, Московская обл., Одинцовский городской округ, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, 14

*Автор для переписки: conditerprom_lab@mail.ru

Вклад авторов: Белецкий С.Л.: руководство исследованием. Казанцев Е.В.: проведение исследования. Осипов М.В.: администрирование данных. Баженова А.Е.: создание рукописи и её редактирование. Мусаев Ф.Б.: формальный анализ, методология.

Конфликт интересов. Мусаев Ф.Б. является членом редакционной коллегии журнала «Овощи России» с 2019 года, но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляют.

Для цитирования: Осипов М.В., Белецкий С.Л., Казанцев Е.В., Баженова А.Е., Мусаев Ф.Б. Влияние различного содержания продукции топинамбура на процессы влагопереноса кондитерских изделий. *Овощи России*. 2025;(6):202-207.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-6-202-207>

Поступила в редакцию: 27.10.2025

Принята к печати: 05.12.2025

Опубликована: 18.12.2025

Maxim V. Osipov¹, Sergey L. Beletsky¹,
Egor V. Kazantsev^{1*}, Alla E. Bazhenova¹,
Farkhad B. Musaev²

¹All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry –
Branch of V.M. Gorbakov Federal Research Center for Food Systems of RAS
20, Elektrovzavodskaya st., Moscow, 107023, Russia

²Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Vegetable Center»
14, Selskionnaya st., Odintsovskiy gorodskoy okrug, VNIISOK, Moscow region, 143080, Russia

* Corresponding Author: conditerprom_lab@mail.ru

Authors' Contribution: Beletsky S.L.: supervision. Osipov M.V.: data curation. E.V. Kazantsev: investigation. Bazhenova A.E.: writing – original draft, writing – review & editing. Musaev F.B.: formal analysis, methodology.

Conflict of interest. Musaev F.B. has been a member of the editorial board of the Journal "Vegetable crops of Russia" since 2019, but had nothing to do with the decision to publish this manuscript. The manuscript passed the journal's peer review procedure. The authors declare no other conflicts of interest.

For citation: Osipov M.V., Beletsky S.L., Kazantsev E.V., Bazhenova A.E., Musaev F.B. The influence of different Jerusalem artichoke content on the moisture transfer processes in confectionery products. *Vegetable crops of Russia*. 2025;(6):202-207. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-6-202-207>

Received: 27.10.2025

Accepted for publication: 05.12.2025

Published: 18.12.2025

Влияние различного содержания продукции топинамбура на процессы влагопереноса кондитерских изделий

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Овощи являются незаменимыми продуктами для здорового питания человека и являются основными поставщиками углеводов, витаминов, антиоксидантов, минеральных солей и др. компонентов. Важнейшим свойством овощей является их способность повышать усвояемость белков, жиров и углеводов, поэтому одним из перспективных направлений в питании является обогащение различных продуктов овощными и фруктовыми порошками. В последнее время в кондитерские изделия часто добавляют овощное сырье или овощные порошки. Авторами показано влияние порошка топинамбура сорта Омский белый на процессы влагопереноса кондитерских изделий пенообразной структуры.

Материал и методика. Исследовали различное содержание клубней топинамбура на изучение процессов влагопереноса кондитерских изделий пенообразной структуры. Изготовлены модельные образцы пастилы с различным добавлением измельченного порошка топинамбура сорта Омский белый и контрольный образец без порошка топинамбура. В работе применяли физико-химические, структурно-механические методы исследования. Органолептические характеристики пастилы оценивали по ГОСТ 6441-2014, массовая доля влаги определена по ГОСТ 5900 – 2014, активность воды определена по ГОСТ ISO 21807-2015. Прочность образцов определена использованием прибора «Структурометр СТ-2» (Россия) с индентором «Валента», согласно инструкции к прибору.

Результаты. Установлено, что добавление порошка топинамбура оказывает существенное влияние на скорость процессов влагопереноса при хранении пастилы. Наибольшие потери влаги по истечении 3 месяцев хранения установлены для контрольного образца, наименьшие потери влаги – у образца с 2% порошка топинамбура. Добавление порошка топинамбура позволяет уменьшить скорость влагопереноса в 1,5-2,0 раза, что влияет на срок годности пастильных изделий. Активность воды образцов кондитерских изделий пенообразной структуры с добавлением порошка топинамбура составляет 0,762-0,720, что указывает на удержание влаги порошком топинамбура и сохраняет мягкую, нежную консистенцию образцов с 2% порошка топинамбура, но требует дополнительного контроля микробиологических показателей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

кондитерские изделия, пастила, сорт топинамбура, качественные характеристики, влагоперенос

Check for updates



The influence of different Jerusalem artichoke content on the moisture transfer processes in confectionery products

ABSTRACT

Relevance. Vegetables are essential for a healthy human diet and are the main sources of carbohydrates, vitamins, antioxidants, minerals, and other components. A key property of vegetables is their ability to enhance the digestibility of proteins, fats, and carbohydrates, making enriching various products with vegetable and fruit powders a promising approach in nutrition. Vegetable raw materials or vegetable powders are often added to confectionery products recently. The authors demonstrated the effect of Omsky belyy Jerusalem artichoke powder on the moisture transfer processes in foam-like confectionery products.

Materials and Methods. We studied various Jerusalem artichoke tuber contents to investigate moisture transfer processes in foam-like confectionery products. Model pastille samples were prepared with varying amounts of ground Jerusalem artichoke powder Omsky belyy and a control sample without Jerusalem artichoke powder. Physicochemical and structural-mechanical methods were used. The organoleptic characteristics of the pastille were assessed according to GOST 6441-2014, moisture content was determined according to GOST 5900-2014, and water activity was determined according to GOST ISO 21807-2015. The strength of the samples was determined using a Structurometer ST-2 (Russia) with a Valenta indenter, according to the device instructions.

Results. It was found that the addition of Jerusalem artichoke powder significantly affects the rate of moisture transfer processes during pastille storage. The highest moisture loss after 3 months of storage was observed for the control sample, while the lowest moisture loss was observed for the sample containing 2% Jerusalem artichoke powder. Adding Jerusalem artichoke powder reduces the rate of moisture transfer by 1.5 to 2 times, which affects the shelf life of pastille products. The water activity of foam-like confectionery samples containing Jerusalem artichoke powder ranged from 0.762 to 0.720, indicating that Jerusalem artichoke powder retains moisture and maintains the soft, delicate consistency of the samples containing 2% Jerusalem artichoke powder. However, additional microbiological monitoring is required.

KEYWORDS:

confectionery products, pastille, jerusalem artichoke variety, quality characteristics, and moisture transfer

Введение

Пастильное изделие – сахаристое кондитерское изделие пенообразной структуры с подсушенной поверхностью, полученное из сбивной массы с добавлением фруктово-ягодного сырья, пищевых добавок, ароматизаторов, с массовой долей фруктового сырья не менее 11%, массовой долей влаги не более 25%, плотностью не более 900 кг/м³ ^{1,2}.

Пастильные кондитерские изделия, такие как зефир и пастила, обладают пенообразной структурой и пользуются высоким спросом у потребителей. Обеспечение длительных сроков хранения пастильных изделий с сохранением их структуры и свежести, а также без изменения вкусовых свойств является актуальной задачей для производителей. В процессе хранения такие продукты подвержены физическим трансформациям в результате дегидратации или синерезиса, увлажнения поверхности, изменения показателей пищевой ценности [1].

В последнее время существует много способов приготовления пастильных изделий. Добавление порошка из клубней топинамбура в рецептуру зефира, обогащенного пищевыми волокнами, способствуют сохранению мягкой консистенции продукта и микробиологической стабильности, улучшают потребительские качества [2].

Для предотвращения процессов кристаллизации сахара и миграции влаги в зефире разработан способ получения зефира на основе крахмальной высокоосахаренной патоки, что увеличило срок хранения в два раза. Образцы маршмеллоу с натуральными антоциановыми красителями обладали в 2-2,5 раза большими антиоксидантными свойствами по сравнению с контрольным образцом. Герметичная упаковка в полиэтиленовую пленку и картон обеспечила сохранность изделий [3].

В процессе хранения зефира в течение 3-6 месяцев выявлено, что влажность снижалась в среднем на 4%, плотность увеличивалась до 11%, однако не превышала допустимого значения 0,6 г/см³. Показатели микробиологической безопасности к концу срока годности находились в соответствии с требованиями нормативной документации. Выявлены изменения органолептических показателей исследуемых изделий [4].

Для уменьшения калорийности и обогащения витаминно-минерального состава фруктово-овощной пастилы разработана рецептура и технология производства изделий на основе яблочного пюре с использованием моркови, свеклы, тыквы, абрикосов, кураги и хурмы. Добавление зостерина не влияет на вкус, цвет и запах пастильных изделий после 6 месяцев хранения, однако способствует обогащению пастилы витаминами и минералами, улучшает пластичность изделий [5].

Предложен способ получения азрированных кондитерских изделий типа маршмеллоу, содержащих «азрированную желатиновую сетку» и стабилизатор указанной «сетки», в частности пектин, отличающихся тем, что указанное кондитерское изделие имеет pH от 2,2 до 3,5. «Азрированная желатиновая сетка» состоит из желатина с воздухом. В качестве стабилизаторов использованы гидроколлоиды агар, альгинат или каррагинан [6].

Многие исследования посвящены влиянию различных видов пищевых добавок на технологию приготовления пастильных изделий. Так для стабилизации влажности маршмеллоу используют полиолы (глицерин, полиэтиленгликоль, мальтит, ксилит и сорбит). Предложена технология приготовления сбивных изделий, в т.ч. зефира с пониженным углеводным содержанием, повышенной термостабильностью, что позволяет расширить диапазоны температуры хранения и увеличить сроки годности до 6-9 месяцев [7].

Органолептические и физико-химические свойства маршмеллоу, такие как взбиваемость, эластичность, способность сохранять форму, наличие развитой синергии в парах: агар – низкоэтерифицированный пектин, гуаровая камедь – ксантановая камедь – рожковое дерево позволили обеспечить высокое качество маршмеллоу [8].

Для повышения качества, питательной и биологической ценности сбивных конфет, а также для расширения ассортимента, разработан способ производства включающий предварительно подготовленные полуфабрикаты на основе топинамбура (мезгу и сок). Сок фильтруют, смешивают, порошок топинамбура, патоку крахмально-кукурузную, крахмал, фруктовую эссенцию, лимонную кислоту и уваривают [9].

Предложен способ производства сбивных конфет типа «суфле» глазированных шоколадной глазурью. Конфетную массу получают сбиванием сахаро-паточных сиропов, содержащих студнеобразователь, яичный белок с последующим смешиванием пенообразной массы с вкусовыми компонентами. При увеличении давления воздуха при сбивании от 0 до 0,3 МПа наблюдается ускорение процесса сбивания в 3-8 раз и уменьшение дисперсности воздушной фазы. При увеличении количества вводимого в массу белка в 1,2 раза повышалась устойчивость структуры пены, а изделия сохраняли форму [10].

Предложена технология зефира с пониженной калорийностью, обладающего диетическими свойствами, включающая смешивание фруктозы, изомальта и сорбита и фруктовые и овощные порошки. Овощные порошки с заданной влагоудерживающей способностью придали маршмеллоу эластичную пенообразную структуру, сохраняющуюся на протяжении 3-3,5 месяцев. Маршмеллоу с овощными порошками сочетается с мучными кондитерскими изделиями различных групп, что позволяет расширить ассортимент [11,12].

Для уменьшения себестоимости зефира, упрощения и сокращения продолжительности технологического процесса и придания зефиру детского и диабетического назначения разработан новый способ производства зефира, предусматривающий предварительную подготовку студнеобразователя, в качестве которого используют водно-фруктозно-пектиновую смесь [13].

Перспективным направлением является использование в хлебобулочном и кондитерском производстве нетрадиционных источников сырья, которые являются ценным продуктом здорового питания. Наблюдается тенденция к применению нетрадиционного растительного сырья, например, клубней топинамбура, которые способны придать диетические свойства готовым изделиям, рекомендуемым для больных сахарным диабетом, улучшить их качество, снизить энергетическую ценность и

1 ГОСТ Р 53041-2008 «Изделия кондитерские и полуфабрикаты кондитерского производства. Термины и определения». Москва: Стандартинформ, 2019. 16 с.

2 ГОСТ 6441-2014 Изделия кондитерские пастильные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2015. 7 с

интенсифицировать биотехнологические процессы при их производстве. Топинамбур — многолетнее травянистое растение из семейства астровых, родственно подсолнечнику, также называется земляной грушей или иерусалимским артишоком. Продукты переработки топинамбура как в форме биологически активной добавки, так и в качестве сырья удобно использовать для производства хлебобулочных изделий [14].

Результаты исследований и их обсуждение

Во ВНИИКП – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН были проведены исследования влияния порошка топинамбура на скорость изменения процесса влагопереноса пастилы.

Предложена технологическая схема приготовления пастилы с добавлением порошка из топинамбура (рис. 1).



Рис. 1. Технологическая схема производства пастилы с использованием порошка из топинамбура
Fig. 1. Technological scheme of pastila production using Jerusalem artichoke powder

Для повышения качества, питательной и биологической ценности изделия, разработан способ производства кондитерской продукции на основе топинамбура, что позволило расширить ассортимент [15].

Однако исследования по влиянию различного содержания порошка топинамбура сорта Омский белый на сохранность кондитерских изделий пенообразной структуры, на примере пастилы, не достаточно изучены, поэтому такая работа актуальна.

Материал и методика проведения исследований

Исследован сорт топинамбура Омский белый, г. Кострома, урожая 2024 года, размер порошка 100 мкр. Объектом для исследований являлись модельные образцы пастилы, изготовленные в лабораторных условиях с добавлением порошка топинамбура: 0% (контроль), 2% и 4%.

Состав образцов пастилы включал: сорбит – 70,4%, пюре яблочное – 13,0%, агар – 1,6%, крахмальную патоку – 13,14%, белок яичный сухой – 0,9%, 50%-й раствор лимонной кислоты – 0,96%.

Определяли следующие показатели качества: массовую долю влаги – ГОСТ 5900 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ», активность воды – ГОСТ Р ИСО 21807 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Определение активности воды», структурно-механические свойства образцов характеризовали показателем прочности по полученным усилиям нагружения образцов с помощью структуроанализатора «СТ-2» (РФ). Органолептические характеристики пастилы оценивали по ГОСТ 6441-2014 «2014 Изделия кондитерские пастильные. Общие технические условия». Образцы упаковывали в полипропиленовую плёнку с толщиной 30 мкм. Хранение образцов пастилы проведено в климатической камере «Climacell 404» (Чехия), термостате «Sanyo Mir 262» (Япония) при температурах 18°C, относительной влажности окружающего воздуха 40%. Статистический анализ полученных экспериментальных данных проведен с помощью программного обеспечения Excel 2019.

Образцы пастилы с добавлением порошка топинамбура изготавливались следующим образом. На первом этапе порошок топинамбура в виде гидратированной суспензии смешивали с сухим яичным белком и яблочным пюре, массу перемешивали и получали фруктовый полуфабрикат. Далее готовили агаро-сорбито-паточный сироп, содержащий агар, сорбит, патоку крахмальную. Сироп уваривали до содержания сухих веществ $70 \pm 0,5$ %. На втором этапе во фруктовый полуфабрикат добавляли агаро-сорбито-паточный сироп, охлажденный до температуры 78°C и взбивали миксером 15 мин. В взбитую массу добавляли 50%-раствор лимонной кислоты и взбивали 2 мин. Готовую пастильную массу разливали в формы для процесса структурообразования, для чего ее выдерживали при температуре 20-22°C в течение двух часов. Готовую пастильную массу резали на отдельные изделия с последующей упаковкой. При разработке технологии пастилы максимально допустимое количество порошка топинамбура не превышало 4%, так как дальнейшее увеличение количества порошка в рецептурной смеси приводило к значительному повышению её вязкости.

Образцы изготовленной пастилы с использованием порошка топинамбура представлены на рисунке 2.



Рис. 2. Модельные образцы пастилы с использованием порошка топинамбура
Fig. 2. Model samples of pastila using Jerusalem artichoke powder

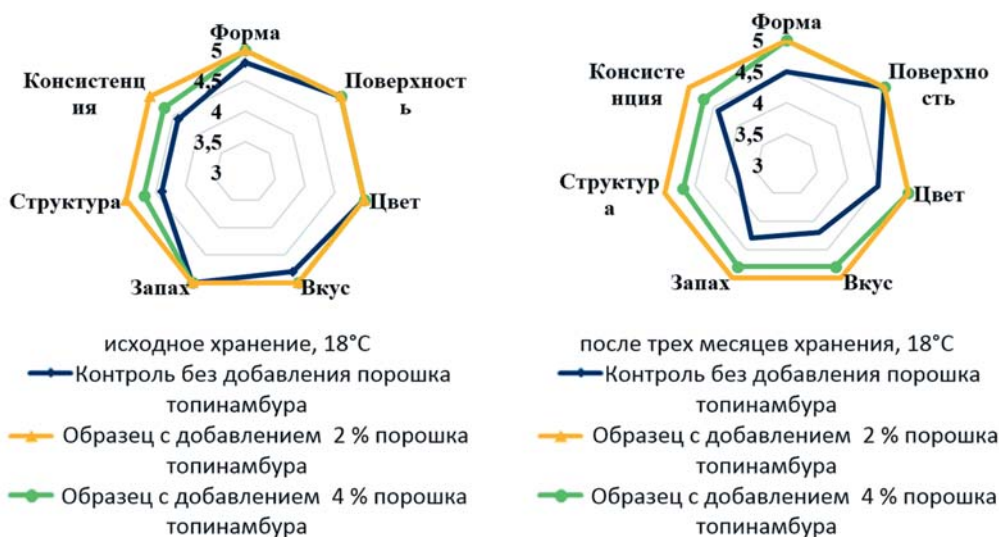


Рис. 3. Профилограмма образцов пастилы с добавлением топинамбура до и после трех месяцев хранения
Fig. 3. Profiling of pastille samples with the addition of Jerusalem artichoke before and after three months of storage

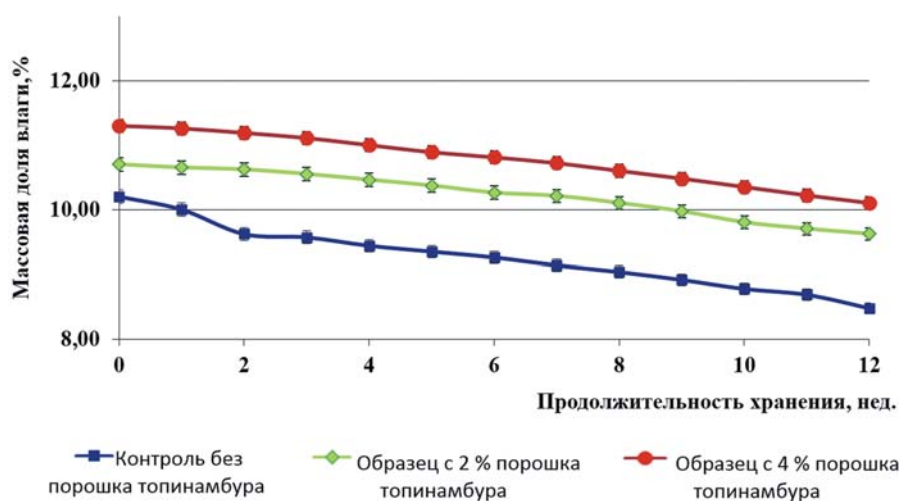


Рис. 4. Изменения массовой доли влаги образцов пастилы в процессе хранения
Fig. 4. Changes in the moisture content of pastille samples during storage

Проведены исследования органолептических показателей качества образцов пастилы в процессе хранения (рис. 3). Оценка органолептических показателей проведена по балловой системе, единица измерения – баллы.

Образцы, изготовленные на основе порошка топинамбура, обладали пенообразной структурой; вкус и запах, свойственные пастильным изделиям и удовлетворяли требованиям ГОСТ 6441-2014.

Консистенция образцов однородная, пастила правильной формы с упругой консистенцией. У образцов пастилы с добавлением порошка топинамбура присутствовал слегка сероватый оттенок в отличие от контрольного образца. После трёх месяцев хранения отмечено, что наилучшими органолептическими показателями обладали образцы пастилы, изготовленные на основе порошка топинамбура в количестве 2% по сравнению с образцами с 4% порошка топинамбура и контрольным образцом.

Для установления влияния порошка топинамбура на скорость процессов влагопереноса проведены исследования изменения массовой доли влаги в процессе хранения образцов пастилы, содержащих различное количество порошка топинамбура, при температуре 18°C и относительной влажности воздуха 40 %, результаты которых представлены на рисунке 4.

Установлено, что массовая доля влаги снизилась у контрольного образца от 10,2% до 8,5%, у образца с 2% порошка топинамбура от 10,8 % до 9,5%, у образца с 4% порошка топинамбура от 11,3% до 10,2%. Наибольшие потери влаги по истечении 3 месяцев хранения установлены для контрольного образца, наименьшие потери влаги – у образца с 2% порошка топинамбура. Увеличение потерь свободной влаги образцами пастилы с 4% порошка топинамбура возможно связано с деформацией пенообразной структуры образцов в процессе хранения.

Получены математические зависимости массовой доли влаги (W, %) образцов пастилы с использованием порошка топинамбура от длительности хранения (t, нед.):

$$\begin{aligned} \text{Контрольный:} & W = -0,13t + 10,0 \quad (R^2=0,97); \\ \text{с 2\% порошка топинамбура:} & W = -0,09t + 10,8 \quad (R^2=0,98); \\ \text{с 4\% порошка топинамбура} & W = -0,10t + 11,4 \quad (R^2=0,99). \end{aligned}$$

Уравнения позволяют рассчитать массовую долю влаги изделий (W) в заданный момент хранения (t).

Проведены исследования влияния порошка топинамбура на показатель активности воды изготовленных образцов пастилы (рис. 5).

Активность воды у образцов пастилы с использованием различного содержания порошка топинамбура находилась

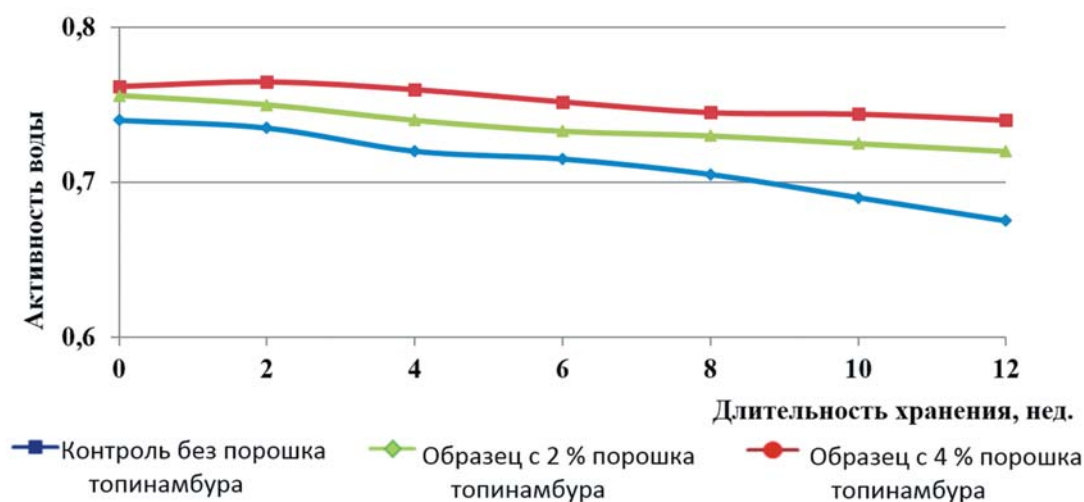


Рис. 5. Изменение показателя активности воды образцов пастилы в процессе хранения
Fig. 5. Changes in the water activity index of pastille samples during storage

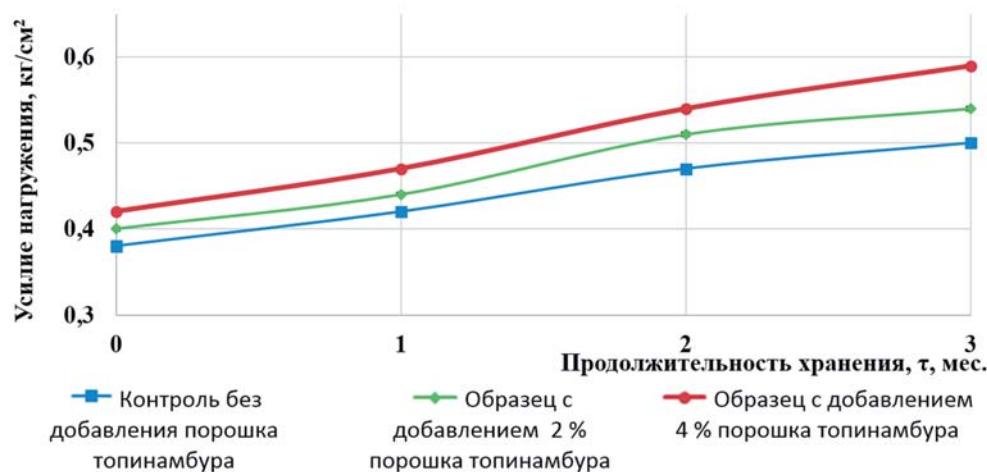


Рис. 6. Изменения усилия нагружения образцов пастилы в процессе хранения
Fig. 6. Changes in the loading force of pastille samples during storage

в диапазоне для образца с содержанием 2% порошка топинамбура от 0,756 до 0,720, для образца с содержанием 4% порошка топинамбура от 0,762 до 0,740, что указывает на удержание влаги порошком топинамбура и сохраняет мягкую, нежную консистенцию образцов с 2% порошка топинамбура, но при этом требуется дополнительный контроль микробиологических показателей, так как изделие содержит больше влаги, чем в контрольном образце.

Определены усилия нагружения, характеризующие пластическую прочность образцов пастилы до и после процесса хранения (рис. 6).

Пластическая прочность образцов пастилы после трёх месяцев хранения находилась в диапазоне 0,38-0,59 кг/см², что обеспечивает высокую формоустойчивость и сохранность пастилы. Добавление порошка топинамбура по истечении 3 мес. хранения повысило прочность образца с 2% порошка топинамбура от 0,40 до 0,54 кг/см² и образца с 4% порошка топинамбура от 0,42 до 0,59 кг/см² в отличие от контрольного образца пастилы, прочность которого находилась в диапазоне 0,38-0,50 кг/см². Такие изменения усилий нагружения в образцах пастилы с добавлением порошка топинамбура связаны со свойствами пищевых волокон порошка топинамбура, что и оказывает непосредственное влияние на прочностные характеристики образцов в процессе хранения. При этом консистенция образцов

пастилы с порошком топинамбура в количестве 2% оставалась не слишком твёрдой и приемлемой для употребления.

Заключение

Использование порошка топинамбура сорта «Омский» в рецептурном составе пастилы позволило повысить питательные и вкусовые характеристики продукции.

Наибольшие потери влаги по истечении 3 месяцев хранения выявлены были у контрольного образца пастилы, наименьшие потери – у образца с добавлением 2% порошка топинамбура. Отмечено, что добавление порошка топинамбура влияет на скорость процесса влагопереноса образцов пастилы, что связано со свойствами пищевых волокон, которые обеспечивают наибольшие влагоудерживающие свойства, и следовательно, повышают сохранность и срок годности пастилы.

Результаты исследований могут быть полезны при разработке составов кондитерских изделий с использованием овощного порошка топинамбура с целью обогащения пищевыми волокнами обладающих функциональными свойствами. Такие изделия будут перспективны для питания лиц с нарушением углеводного обмена при дополнительном клинико-диетологическом обосновании.

• Литература

1. Зверев С.В., Карпов В.И., Никитина М.А. Оптимизация пищевых композиций по профилю идеального белка. *Пищевые системы*. 2021;4(1):4–11. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-1-4-11> <https://www.elibrary.ru/oljiii>
2. Кондратова И.И., Томашевич С.Е., В.М. Кононович, Шостак Л.М. Изменение водной активности в процессе хранения зефира, обогащенного пищевыми волокнами. *Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук*. 2014;2:110-215.
3. Artamonova M.A., et al. Study of properties of marshmallow with natural anthocyanin dyes during storage. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017;3/11(87):23–30. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.103857>
4. Попова Д.Г., Резниченко И.Ю., Табаторович А.Н. Исследование влияния сроков хранения на показатели качества пастильных изделий. *АПК России*. 2020;27(5):853-859. <https://www.elibrary.ru/bvxxxy>
5. Зотова Л.В., Мякинникова Е.И., Савина А.М. Инновационная технология производства фруктово-овощной пастилы. *Известия вузов. Пищевая технология*. 2016;2:3:43-46. <https://www.elibrary.ru/wdhtqr>
6. Stevens P., Guedj S., Capdepon C., Giraud A.Pat. 20060101 USA Patent. Marshmallow-type aerated confectionery and method of preparation; assignee: Gent Mendonk (USA). № A23G 3/52; 13.08.2008; propr. 14.10.2010. 5 p.
7. Дюжина Т.В., Символокова С.А., Миронова А.Н., Тагиева Т.Р. Патент РФ № 2016121386, RU 2647130C2. Кондитерское изделие. Патентообладатель ОАО "Кондитерский концерн Бабаевский". Оpubл. 14.03.2018.
8. Nepovinnikh N.V. Study of the stability of foam and viscoelastic properties of Marshmallow without Gelatin. *Foods and Raw Materials*. 2018;6(1):90-98. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-1-90-98>
9. Воробьев С.Л. и др. Патент РФ № 2244436, A23G3/00. Способ производства сбивных конфет. заявитель и патентообладатель ООО Рuzanna. Оpubл. 20.01.2005.
10. Истомина М.М. и др. Конфеты. М.: *Пищевая Промышленность*, 1979. 293 с.
11. Магомедов Г.О., Плотникова И.В., Кривошеева А.В. Pat. RU2651288C1 Russian Patent. Marshmallow production method, assignee: ФГБОУ ВО "ВГУИТ" (RU). № RU2017114089A; 2018-04-19; propr. 2017-04-24. 9 с.
12. Pat. KR101602785B1 Korean Patent. Vegetable Marshmallow and Method for manufacturing the same and Confectionery containing Vegetable Marshmallow. assignee: Morinaga & Co Ltd (US). - № 101602785B1; 11.03.2016; propr. 2016.03.11. 7 p.
13. Жукова Л.П. Патент РФ № 2146473 МПК A23G3/00, A23L1/06. Способ производства зефира. Патентообладатель Орловский ГТУ. Оpubл. 20.03.2000.
14. Королев Д.Д., Симаков Е.А., Старовойтов В.И. Картофель и топинамбур — продукты будущего. Министерство сельского хозяйства РФ. М.: ФГНУ Росинформагротех, 2007. 292 с. <https://www.elibrary.ru/yrgtch>
15. Рябова В.Ф. и др. Пищевая добавка из топинамбура для производства хлебобулочных изделий с лечебно-профилактическими свойствами. *Молодой ученый*. 2015;23(103):217-219. <https://www.elibrary.ru/vddoxf>

• References

1. Zverev S.V., Karpov V.I., Nikitina M.A. Optimization of food compositions based on the ideal protein profile. *Food Systems*. 2021;4(1):4–11. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-1-4-11> <https://www.elibrary.ru/oljiii>. (In Russ.)
2. Kondratova I.I., Tomashevich S.E., V.M. Kononovich, Shostak L.M. Changes in water activity during storage of marshmallows enriched with dietary fiber. *Bulletin of the National Academy of Sciences of Belarus. Series of Agrarian Sciences*. 2014;2:110-215. (In Russ.)
3. Artamonova M.A., et al. Study of properties of marshmallow with natural anthocyanin dyes during storage. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017;3/11(87):23–30. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.103857>
4. Popova D.G., Reznichenko I.Yu., Tabatorovich A.N. Study of the influence of storage periods on the quality indicators of pastille products. *AIC of Russia*. 2020;27(5):853-859. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/bvxxxy>
5. Zotova L.V., Myakinnikova E.I., Savina A.M. Innovative technology for the production of fruit and vegetable pastilles. *News of universities. Food technology*. 2016;2-3:43-46. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/wdhtqr>
6. Stevens P., Guedj S., Capdepon C., Giraud A.Pat. 20060101 USA Patent. Marshmallow-type aerated confectionery and method of preparation; assignee: Gent Mendonk (USA). № A23G 3/52; 13.08.2008; propr. 14.10.2010. 5 p.
7. Dyuzhina T.V. et al. Russian Federation Patent No. 2016121386, RU 2647130C2. Confectionery product. Patent holder: Babaevsky Confectionery Concern OJSC. Published March 14. 2018. (In Russ.)
8. Nepovinnikh N.V. Study of the stability of foam and viscoelastic properties of Marshmallow without Gelatin. *Foods and Raw Materials*. 2018;6(1):90-98. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-1-90-98>
9. Vorobyov S.L. et al. Russian Federation Patent No. 2244436, A23G3/00. Method for producing whipped candies, applicant and patent holder - Ruzanna LLC. Published 20.01.2005. (In Russ.)
10. Istomina, M.M. et al. Candies. - M.: *Food Industry*. 1979. 293 p.
11. Magomedov G.O., Plotnikova I.V., Krivosheeva A.V. Pat. RU2651288C1 Russian Patent. Marshmallow production method; assignee: FGBOU VO "VSUET" (RU). No. RU2017114089A; 2018-04-19; propr. 2017-04-24. 9 p. (In Russ.)
12. Pat. KR101602785B1 Korean Patent. Vegetable Marshmallow and Method for manufacturing the same and Confectionery containing Vegetable Marshmallow. assignee: Morinaga & Co Ltd (US). - No. 101602785B1; 03/11/2016; propr. 2016.03.11. 7 p. (In Russ.)
13. Zhukova L.P. Russian Federation Patent No. 2146473 IPC A23G3/00, A23L1/06. Method for producing marshmallow Patent holder - Oryol State Technical University. Published 20.03.2000. (In Russ.)
14. Korolev D.D., Simakov E.A., Starovoytov V.I. Potatoes and Jerusalem artichoke — products of the future. Ministry of Agriculture of the Russian Federation. M.: FGNU Rosinformagrotekh, 2007. 292 p. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/yrgtch>
15. Ryabova V.F. et al. Food additive from Jerusalem artichoke for the production of bakery products with therapeutic and prophylactic properties. *Young scientist*. 2015;23(103):217-219. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/vddoxf>

Об авторах:

Максим Владимирович Осипов – кандидат техн. наук, зав. отделом современных методов оценки качества кондитерских изделий,

<https://orcid.org/0000-0002-1316-259X>, SPIN-код: 4693-0084

Сергей Леонидович Белецкий – кандидат техн. наук, директор, <https://orcid.org/0000-0003-4351-2674>,

SPIN-код: 4689-2733, grain-miller@yandex.ru

Егор Валерьевич Казанцев – научный сотрудник отдела современных методов оценки качества кондитерских изделий, <https://orcid.org/0000-0001-8923-0029>,

SPIN-код: 9106-4901, автор для переписки, conditerprom_lab@mail.ru

Алла Евгеньевна Баженова – научный сотрудник отдела современных методов оценки качества кондитерских изделий, <https://orcid.org/0000-0002-6994-8524>, SPIN-код: 6485-9760

Фархад Багадыр оглы Мусаев – доктор с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, <https://orcid.org/000-0001-9323-7741>, SPIN-код: 5918-0757

About the Authors:

Maxim V. Osipov – Cand. Sci. (Engineering), Head of the Department of Modern Methods for Assessing the Quality of Confectionery Products, <https://orcid.org/0000-0002-1316-259X>, SPIN-code: 4693-0084

Sergey L. Beletskiy – Cand. Sci. (Engineering), Director, <https://orcid.org/0000-0003-4351-2674>,

SPIN-code: 4689-2733, grain-miller@yandex.ru

Egor V. Kazantsev – Researcher of the Department of Modern Methods of Quality Assessment of Confectionery Products, <https://orcid.org/0000-0001-8923-0029>,

SPIN-code: 9106-4901, Corresponding Author, conditerprom_lab@mail.ru

Alla E. Bazhenova – Researcher, Department of Modern Methods for Assessing the Quality of Confectionery Products, <https://orcid.org/0000-0002-6994-8524>, SPIN-code: 6485-9760

Farkhad B. Musaev – Dr. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, <https://orcid.org/000-0001-9323-7741>, SPIN-code: 5918-0757