

Научная статья/Research Article

УДК 664.64.03

DOI: 10.36718/1819-4036-2024-8-157-165

Егор Валерьевич Казанцев<sup>1✉</sup>, Николай Борисович Кондратьев<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Всероссийский НИИ кондитерской промышленности – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Москва, Россия

<sup>1</sup>охана0910@mail.ru

<sup>2</sup>conditerprom@mail.ru

## УМЕНЬШЕНИЕ ПОТЕРЬ ВЛАГИ В ШОКОЛАДНЫХ КОНФЕТАХ С ФРУКТОВЫМИ НАЧИНКАМИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ УПАКОВКИ

*Шоколадные конфеты относятся к дорогостоящим кондитерским изделиям с высокими органолептическими показателями. Ассортимент конфет расширяется благодаря использованию начинок на основе фруктового сырья. В процессе хранения такие изделия подвержены процессам влагопереноса, которые обусловлены составом начинки, условиями хранения и упаковочных материалов. Цель исследований – выявление закономерностей процессов влагопереноса шоколадных конфет с фруктовой начинкой. Достижение поставленной цели возможно при обосновании математического описания процессов влагопереноса, что позволяет прогнозировать сохранность изделий. Объекты исследования – образцы шоколадных конфет с фруктовыми начинками на основе пюре из яблок, содержащие модифицированные крахмалы. Конфеты были упакованы в биаксиально-ориентированные полимерные пленки (BOPP) различной толщины и помещались на хранение при температуре 18 и 28 °С. Обоснованы математические уравнения изменения массовой доли влаги образцов шоколадных конфет с фруктовой начинкой от продолжительности хранения при различных температурах. Такие пленки наиболее часто используются для упаковки образцов шоколадных конфет с фруктовой начинкой, изготовленной с использованием этерифицированного картофельного крахмала E1412, упакованных в BOPP пленку толщиной 40 мкм. После 14 недель хранения при температуре 28 °С установлено наименьшее снижение массовой доли влаги. Это обусловлено наибольшей влагоудерживающей способностью данного крахмала в составе фруктовых начинок относительно других модификаций. Наибольшие потери влаги выявлены для образцов конфет, упакованных в BOPP пленку толщиной 20 мкм. Обоснованные математические зависимости позволяют прогнозировать потери влаги конфет в процессе хранения при различных температурах для обоснования срока годности.*

**Ключевые слова:** упаковочные материалы, полипропилен, шоколадные изделия, фруктовые начинки, модифицированные крахмалы, процессы влагопереноса, хранение

**Для цитирования:** Казанцев Е.В., Кондратьев Н.Б. Уменьшение потерь влаги в шоколадных конфетах с фруктовыми начинками при использовании полипропиленовой упаковки // Вестник КрасГАУ. 2024. № 8. С. 157–165. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-8-157-165.

Егор Валерьевич Казанцев<sup>1✉</sup>, Nikolay Borisovich Kondratiev<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>All-Russian Research Institute of Confectionery Industry – branch of the FSC of Food Systems named after V.M. Gorbатов of the RAS, Moscow, Russia

<sup>1</sup>охана0910@mail.ru

<sup>2</sup>conditerprom@mail.ru

## REDUCING MOISTURE LOSS IN CHOCOLATE PRODUCTS WITH FRUIT FILLINGS WHEN USING POLYPROPYLENE PACKAGING

*Chocolate candies are expensive confectionery products with high organoleptic properties. The range of candies is expanded due to the use of fillings based on fruit raw materials. During storage, such products are subject to moisture transfer processes, which are due to the composition of the filling, storage conditions and packaging materials. The purpose of research is to identify patterns of moisture transfer processes in chocolate candies with fruit filling. Achieving this goal is possible with the substantiation of the mathematical description of moisture transfer processes, which allows predicting the safety of products. The objects of the study are samples of chocolate candies with fruit fillings based on apple puree containing modified starches. The candies were packed in biaxially oriented polymer films (BOPP) of various thicknesses and stored at a temperature of 18 and 28 °C. Mathematical equations for changes in the mass fraction of moisture in samples of chocolate candies with fruit filling depending on the duration of storage at different temperatures are substantiated. Such films are most often used for packaging samples of chocolates with fruit filling, made using esterified potato starch E1412, packed in BOPP film with a thickness of 40 μm. After 14 weeks of storage at a temperature of 28 °C, the smallest decrease in the mass fraction of moisture was found. This is due to the highest moisture-holding capacity of this starch in fruit fillings compared to other modifications. The highest moisture losses were found for candy samples packed in BOPP film 20 μm thick. Substantiated mathematical dependencies allow predicting moisture losses of candies during storage at different temperatures to substantiate the shelf life.*

**Keywords:** packaging materials, polypropylene, chocolate products, fruit fillings, modified starches, moisture transfer processes, storage

**For citation:** Kazantsev E.V., Kondratiev N.B. Reducing moisture loss in chocolate products with fruit fillings when using polypropylene packaging // Bulliten KrasSAU. 2024;(8): 157–165 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-8-157-165.

**Введение.** Пищевая упаковка является важнейшей составляющей современной кондитерской промышленности, обеспечивающей сохранение высоких органолептических показателей качества шоколадных кондитерских изделий, включая конфеты с фруктовыми начинками, и гарантирует их безопасность в течение всего срока годности [1].

Влияние свойств упаковочных материалов на качество пищевой продукции при хранении отражено в исследованиях российских ученых [2–4].

Упаковочные материалы для шоколадных кондитерских изделий выполняют четыре основные задачи: защиту и сохранение, обеспечение формы, удобство использования, а также визуальную коммуникацию и маркетинг [5]. Так, барьерные свойства упаковочных материалов позволяют оградить конфеты с фруктовыми начинками от паров влаги, микробиологической порчи, источников прямого света, избыточного тепла, прямого воздействия кислорода воздуха, посторонних запахов, пыли и т. д. [6, 7].

С целью повышения эффективности использования и оптимизации логистики упаковочным материалам придают заданные форму и размеры для обеспечения упаковывания и дальней-

шего хранения конфет в торговой сети [8]. Производители кондитерской продукции могут получать обратную реакцию от потребителей с помощью вынесенной информации о перечне ингредиентов, пищевой ценности изделий, инструкции по сочетанию с другими продуктами и логотипа бренда.

Особенности современной упаковочных материалов адаптированы к образу жизни потребителя; экономят время, облегчают многоразовое использование (легкое открывание, повторное закрывание) [9–11].

Определяющими факторами использования упаковочных материалов являются барьерные свойства, механическая прочность на боковой разрыв, способность к термосварке. Например, применение фольги из алюминия толщиной от 2 до 100 мкм ограничено вследствие высокого риска процесса диффузии молекул воды, газа и других летучих веществ в корпус и начинку конфет через области перекрытия и зазоры [12]. Производители также применяют упаковочные материалы на основе целлюлозы [13].

В настоящее время востребованы следующие виды полимерных пленок: высокобарьерные, с низкими адгезионными свойствами, тер-

моусадочные и др. Достоинства полипропиленовых пленок – в экономичности, функциональ-

ности, универсальности, малом весе, пластичности, гибкости (табл.) [14, 15].

**Свойства упаковочных полимерных материалов, используемых для упаковки шоколадных кондитерских изделий**

Наименование, химическая формула	Барьерная защита			Физико-химические свойства	Применение
	Кислород	Влага	Свет		
Полипропилен (BOPP, CPP, SF) / $(C_3H_6)_n$	Низкая	Высокая	Низкая	Прочен, устойчив к жирам и химическим веществам, средней жесткости, стоек от $-0$ до $+120$ °C	Коррексы, подложки, пакеты, пленки
Полиэтилен низкой плотности (LDPE) / $(C_2H_4)_n$	Очень низкая	Высокая	Низкая	Прочен, гибок, устойчив к жирам и химическим веществам, стоек от $-50$ до $+80$ °C	Подложки, пакеты, пленки
Линейный полиэтилен низкой плотности (LLDPE) / $(C_2H_4)_n$	Очень низкая	Высокая	Низкая	Прочен, обладает растяжимостью, устойчив к жирам и химическим веществам, средней жесткости, стоек от $-30$ до $+100$ °C	Подложки, пакеты, пленки
Полиэтилен высокой плотности (HDPE) / $(C_2H_4)_n$	Очень низкая	Очень высокая	Низкая	Прочен, высокой жесткости, устойчив к жирам и химическим веществам, прост в обработке и формовке от $-40$ до $+120$ °C	Коррексы, подложки, пакеты, пленки
Полиэтилентерефталат (PET) / $(C_{10}H_8O_4)_n$	Высокая	Высокая	Низкая	Прочен, высокой жесткости, устойчив к жирам и химическим веществам от $-60$ до $+200$ °C	Коррексы, блистеры, пленки, пакеты и обертка

Использование полипропиленовых пленок с различной проницаемостью паров воды позволило заменить другие традиционные упаковочные материалы, такие как стекло, алюминий, жель, которые составляли более 35 % упаковочных материалов для пищевых продуктов. Экономическая эффективность использования полимерной упаковки повысилась благодаря развитию технологий переработки для повторного и многоразового использования. Так, для PET, HDPE, LDPE/LLDPE, полипропилена индекс переработки (количество раз переработки) равен 1, 2, 4, 5 соответственно [15].

Шоколадные конфеты с фруктовой начинкой относятся к сложным кондитерским изделиям, состоящим из двух полуфабрикатов; шоколадного корпуса и начинки на основе структурообразователя и продуктов переработки фруктов. Фруктовые начинки перед использованием подвергают пастеризации при температуре менее  $100$  °C [16]. Шоколадный корпус содержит более 30 % жира и менее подвержен процессам поглощения или потери влаги по сравнению с фруктовой начинкой. При этом в хранении поверхность конфет может изменять цвет от бледновато-серого до серого в результате пе-

репадов влажности окружающей среды, ускорения процессов миграции влаги, ее конденсации на поверхности, что может приводить к появлению браковочного признака [17, 18].

Ранее исследовано влияние температуры и длительности хранения на текстуру и органолептические характеристики плиток темного и молочного шоколада с начинкой. Установлено, что температуры 6 и 12 °С наиболее целесообразны для стабильного хранения шоколада. Выдерживание образцов шоколада при 24 °С в течение 24 ч сразу после его производства позволило повысить устойчивость образцов к жировому поседению, несмотря на снижение органолептических характеристик в начале периода хранения [19].

Таким образом, исследования сохранности шоколадных конфет с начинками, упакованных

в полимерные пленки (BOPP) различной толщины, являются актуальными.

**Цель исследования** – выявление закономерностей процессов влагопереноса шоколадных конфет с фруктовой начинкой.

**Объекты и методы.** Объектами исследования являлись образцы шоколадных конфет с фруктовыми начинками, выработанными в условиях лаборатории на основе пюре из яблок с использованием модифицированных крахмалов, полученных методом «сшивания» молекул нативного крахмала с последующей этерификацией: E1412 (дикрохмалфосфат этерифицированный триметафосфатом натрия) кукурузного и картофельного; E1442 (гидроксипропилдикрохмалфосфат этерифицированный пропиленоксидом) кукурузного и контрольного образца без крахмала (рис. 1).



Рис. 1. Выработанные шоколадные конфеты с фруктовыми начинками

Соотношение шоколада и начинки по массе составило 46 : 54. Массовая доля сухого остатка какао в шоколадной массе составила 19,7 %, масла какао – 34,4 %. В качестве упаковочных материалов исследовали образцы биаксиально-ориентированной полипропиленовой пленки (BOPP) плотностью 0,91 г/см<sup>3</sup> с толщиной 20, 30, 40 мкм, проницаемостью паров воды 340 см<sup>3</sup>·см/м<sup>2</sup>·сут·атм и энергией активации проницаемости 41–42 кДж/моль, в которые были упакованы образцы шоколадных конфет с фруктовой начинкой.

Образцы помещали на хранение в климатическую камеру Climacell 404 (Чехия) при температурах 18 и 28 °С и относительной влажности воздуха 40 %.

Массовая доля влаги определена по ГОСТ 5900-2014 «Изделия кондитерские. Методы оп-

ределения массовой доли влаги и сухих веществ».

Математическая обработка экспериментальных данных проведена с помощью программы MS Excel.

**Результаты и их обсуждение.** Достижение поставленной цели возможно при обосновании математического описания процессов влагопереноса, что позволяет прогнозировать сохранность изделий. Для этого проведены исследования содержания массовой доли влаги контрольных образцов шоколадных конфет с фруктовой начинкой, изготовленных на основе яблочного пюре, упакованных в полипропиленовую пленку толщиной 20, 30 и 40 мкм, в процессе хранения при температуре 18 °С (рис. 2).

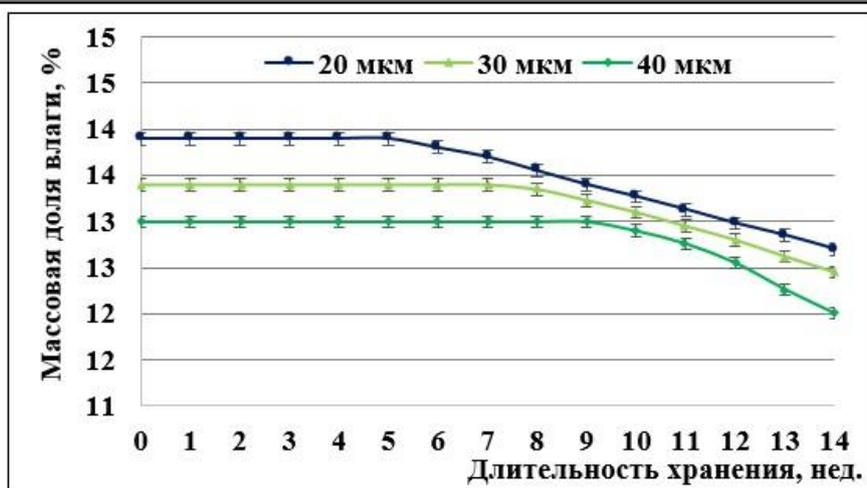


Рис. 2. Потери массовой доли влаги шоколадными конфетами с фруктовой начинкой, не содержащей крахмал, в процессе хранения

Установлено, что использование ВОРР пленки толщиной 30 мкм позволяет удерживать 91,4 % общей влаги в исследуемых образцах на протяжении 14 недель хранения.

Обоснованы математические уравнения изменения массовой доли влаги, %, контрольных образцов шоколадных конфет с фруктовой начинкой от продолжительности хранения ( $t$ , нед.): 20 мкм –  $W = -0,09 t^2 + 14,2$ ; 30 мкм –  $W = -0,06 t^2 + 13,6$ ; 40 мкм –  $W = -0,05 t^2 + 13,2$ .

Показано, что оптимальные потери массовой доли влаги шоколадных конфет на протяжении всего исследованного периода хранения обеспечивались применением ВОРР пленки толщиной 30 мкм и температурой хранения 18 °С.

При повышении температуры скорость процессов влагопереноса увеличивается, что при-

водит к уменьшению срока годности изделий. Для уменьшения скорости процессов влагопереноса используют различные пищевые влагоудерживающие добавки, в том числе модифицированные крахмалы.

Нами изучено влияние таких крахмалов в составе фруктовых начинок на сохранность шоколадных конфет, упакованных в ВОРР пленку с различной толщиной. Ранее показан процесс влагопереноса в образцах конфет с начинками, содержащими модифицированные крахмалы, в процессе хранения при температуре 18 °С [20]. Поэтому следующим этапом исследований была оценка качества конфет с начинками, содержащими модифицированные крахмалы и упакованных в ВОРР пленку с различной толщиной, при температуре 28 °С (рис. 3–5).

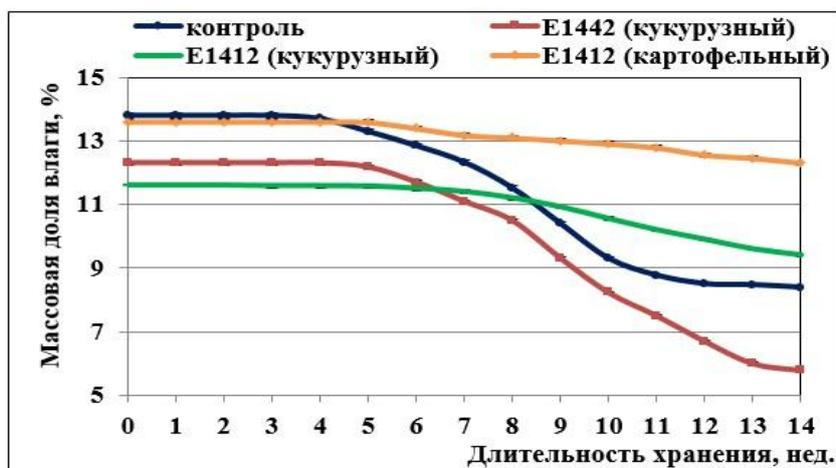


Рис. 3. Потери массовой доли влаги шоколадными конфетами с фруктовой начинкой, упакованных в ВОРР пленку толщиной 20 мкм

Обоснованы математические уравнения изменения массовой доли влаги, %, образцов шоколадных конфет с фруктовой начинкой от продолжительности хранения (т, нед.):

- Контроль:  $W = -0,49 t + 14,9$ ;
- E1412 (кукурузный):  $W = -0,99 t + 13,8$ ;
- E1442 (кукурузный):  $W = -0,53 t + 13,8$ ;
- E1412 (картофельный):  $W = -0,16 t + 12,1$ .

Выявленные закономерности согласуются с ранее полученными результатами [21]. Таким образом, возможен прогноз массовой доли влаги изделий при хранении.

Исследованы свойства крахмалов на скорость процессов влагопереноса в условиях хранения конфет, упакованных в пленку 30 мкм (рис. 4).

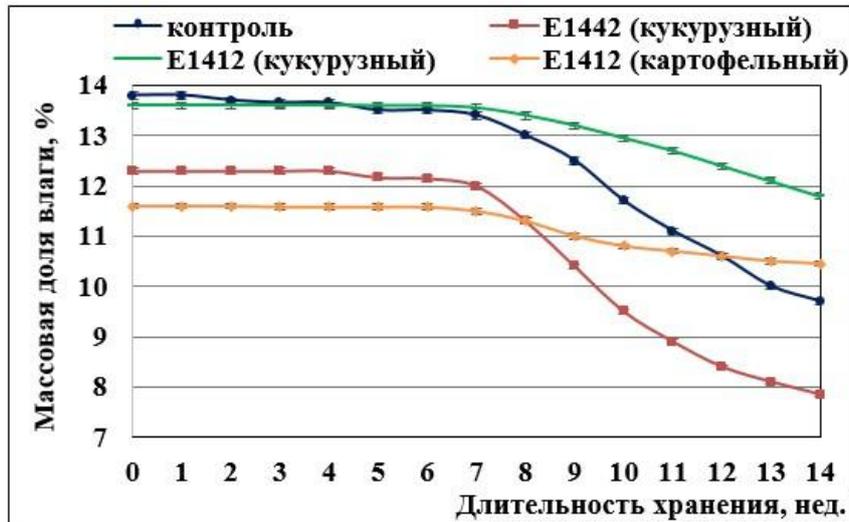


Рис. 4. Потери массовой доли влаги шоколадными конфетами с фруктовой начинкой

Обоснованы математические уравнения изменения массовой доли влаги (%) образцов шоколадных конфет с фруктовой начинкой от продолжительности хранения (т, нед.):

- Контроль:  $W = -0,30 t + 14,6$ ;
- E1412 (кукурузный):  $W = -0,12 t + 14,0$ ;

- E1442 (кукурузный):  $W = -0,36 t + 13,4$ ;
- E1412 (картофельный):  $W = -0,09 t + 11,9$ .

При увеличении толщины упаковочной пленки до 40 мкм скорость процессов влагопереноса существенно уменьшается (рис. 5).

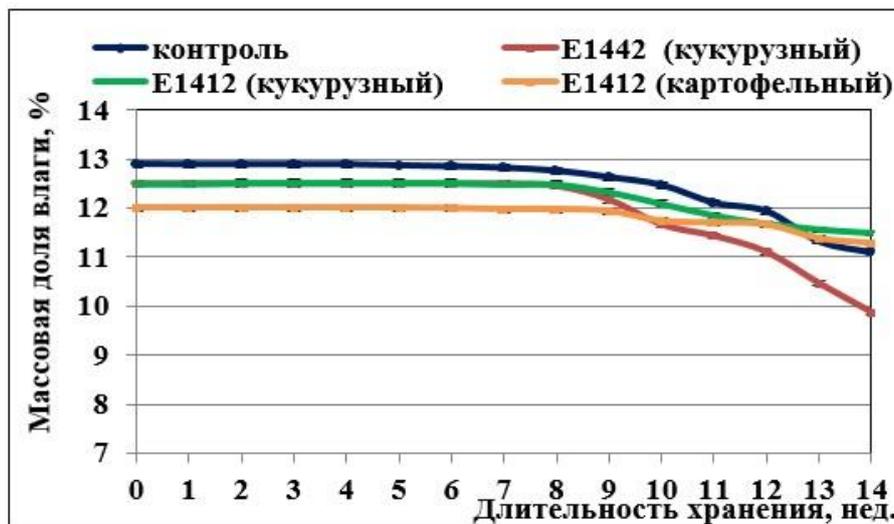


Рис. 5. Потери массовой доли влаги шоколадными конфетами с фруктовой начинкой на основе модифицированных крахмалов, упакованных в РР пленку 40 мкм

Обоснованы математические уравнения зависимости массовой доли влаги образцов шоколадных конфет с фруктовой начинкой от длительности хранения ( $t$ , нед.):

Контроль:  $W = -0,11 t + 13,3$ ;

E1412 (кукурузный):  $W = -0,07 t + 12,8$ ;

E1442 (кукурузный):  $W = -0,16 t + 13,1$ ;

E1412 (картофельный):  $W = -0,01 t + 12,1$ .

Для образцов шоколадных конфет с фруктовой начинкой, изготовленных с использованием модифицированного картофельного крахмала E1412 и упакованных в PP пленку толщиной 40 мкм, установлено наименьшее снижение массовой доли влаги – 5,8 %. Коэффициенты уравнений характеризуют угол наклона графиков.

Наименьший угол наклона на рисунке 5 выявлен для конфет с фруктовой начинкой с E1412 (картофельный), что обусловлено наибольшей влагоудерживающей способностью среди исследованных образцов. Для образцов, упакованных в пленку толщиной 20 и 30 мкм, потери влаги составили 9,6 и 9,9 % соответственно.

**Заключение.** Показано, что использование модифицированных крахмалов в составе шоколадных конфет с фруктовыми начинками, а также увеличение толщины упаковочных BOPP пленок от 20 до 40 мкм позволяют существенно уменьшить скорость процессов влагопереноса при хранении, в том числе в условиях повышенной температуры, в результате чего срок годности таких изделий увеличивается в 2–3 раза.

Обоснованные математические зависимости позволяют прогнозировать потери влаги в процессе хранения изделий при повышенных температурах для установления их срока годности.

#### Список источников

1. An overview of the intelligent packaging technologies in the food sector / *M. Ghaani* [et al.] // *Trends Food Sci. Technol.* 2016. Vol. 51. P. 1–11. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.02.008.
2. *Давыдов И.Б.* Особенности упаковки различных видов штучных пищевых продуктов // *Известия ТулГУ. Технические науки.* 2018. № 9. С. 438–446.
3. *Васькина В.А., Бабарыкина С.В., Панченко Ю.Ю.* Увеличение срока годности и качества конфет с фруктово-грильяжным корпусом // *Кондитерское и хлебопекарное производство.* 2018. № 3–4. С. 19–22.
4. *Мяленко Д.М.* Современные биоразлагаемые материалы с ускоренной деградацией для молочной и пищевой продукции (предметный обзор) // *Пищевые системы.* 2023. № 6 (1). С. 11–21. DOI: 10.21323/2618-9771-2023-6-1-11-21.
5. Smart packaging systems for food applications: a review / *K.B. Biji* [et al.] // *J. Food Sci. Technol.* 2015. Vol. 52. P. 6125–6135. DOI: 10.1007/s13197-015-1766-7.
6. Intelligent food packaging: the next generation / *M. Vanderroost* [et al.] // *Trends Food Sci. Technol.* 2014. Vol. 39. P. 47–62. DOI: 10.1016/j.tifs.2014.06.009.
7. *Gaikwad K.K., Singh S., Aji A.* Moisture absorbers for food packaging applications // *Environ. Chem. Lett.* 2019. Vol. 17. P. 609–628. DOI: 10.1007/s10311-018-0810-z.
8. *Yam K.L., Lee D.S.* *Emerging Food Packaging Technologies: Principles and Practice.* Cambridge: Elsevier, 2012. 482 p.
9. Intelligent packaging systems: sensors and nanosensors to monitor food quality and safety / *G. Fuertes* [et al.] // *Journal of Sensors.* 2016. P. 1–8. DOI: 10.1155/2016/4046061.
10. Current topics in active and intelligent food packaging for preservation of fresh foods / *S.Y. Lee* [et al.] // *J. Sci. Food Agric.* 2015. Vol. 95. P. 2799–2810. DOI: 10.1002/jsfa.72188.
11. *Lee S.J., Rahman A.T.M.* “Intelligent packaging for food products”, in *Innovations in Food Packaging.* London: Elsevier, 2014. P. 171–209.
12. *Robertson G.L.* *Food Packaging: Principles and Practice,* 3rd ed. Florida, CRC Press: Boca Raton, 2013. 736 p.
13. *Soroka W.* *Fundamentals of Packaging Technology,* 5th ed.; Institute of Packaging Professional. Herndon, WV: 2014. 600 p.
14. Recyclability and Redesign Challenges in Multilayer Flexible Food Packaging – A Review / *A.S. Bauer* [et al.] // *Foods.* 2021. Vol. 10. P. 2702. DOI: 10.3390/foods10112702.
15. Improvement of Water Vapor Permeability in Polypropylene Composite Films by the Synergy of Carbon Nanotubes and  $\beta$ -Nucleating Agents / *G.A. Visvini* [et al.] // *Polymers.* 2023.

- Vol. 15(22). P. 4432. DOI: 10.3390/polym15224432.
16. Pokudina G.P., Trishkaneva M.V., Volkova R.A. Development of pasteurization modes for high-sugar cans in continuous acting pasteurizers // Food systems. 2019. 2(4). P. 48–52. DOI: 10.21323/2618-9771-2019-2-4-48-52.
  17. Stability of milk chocolate with hygroscopic fibers during storage / A.B. Verde [et al.] // LWT. 2020. Vol. 137. P. 110477. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.110477.
  18. Subramaniam P., Wareing P. The Stability and Shelf Life of Confectionery Products. In Stability and Shelf Life of Food, 2nd ed. Cambridge: Elsevier Science & Technology, 2016. 612 p.
  19. Texture, color, and sensory changes occurring in chocolate bars with filling during storage / L. Hřivna [et al.] // Food Science & Nutrition. 2021. Vol. 9(9). P. 4863–4873. DOI: 10.1002/fsn3.2434.
  20. Кондратьев Н.Б., Казанцев Е.В. Сохранность шоколадных кондитерских изделий с фруктовой начинкой с модифицированными крахмалами // Пищевая промышленность. 2023. № 9. С. 34–38. DOI: 10.52653/PPI.2023.9.9.005.
  21. Кондратьев Н.Б., Казанцев Е.В. Изменение качества кондитерских изделий с фруктовой начинкой в процессе хранения // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2023. № 5-6 (394). С. 77–81. DOI: 10.26297/0579-3009.2023.5-6.12.
  - molochnoj i pischevoj produkcii (predmetnyj obzor) // Pischevye sistemy. 2023. № 6 (1). S. 11–21. DOI: 10.21323/2618-9771-2023-6-1-11-21.
  5. Smart packaging systems for food applications: a review / K.B. Biji [et al.] // J. Food Sci. Technol. 2015. Vol. 52. P. 6125–6135. DOI: 10.1007/s13197-015-1766-7.
  6. Intelligent food packaging: the next generation / M. Vanderroost [et al.] // Trends Food Sci. Technol. 2014. Vol. 39. P. 47–62. DOI: 10.1016/j.tifs.2014.06.009.
  7. Gaikwad K.K., Singh S., Aji A. Moisture absorbers for food packaging applications // Environ. Chem. Lett. 2019. Vol. 17. P. 609–628. DOI: 10.1007/s10311-018-0810-z.
  8. Yam K.L., Lee D.S. Emerging Food Packaging Technologies: Principles and Practice. Cambridge: Elsevier, 2012. 482 p.
  9. Intelligent packaging systems: sensors and nanosensors to monitor food quality and safety / G. Fuertes [et al.] // Journal of Sensors. 2016. P. 1–8. DOI: 10.1155/2016/4046061.
  10. Current topics in active and intelligent food packaging for preservation of fresh foods / S.Y. Lee [et al.] // J. Sci. Food Agric. 2015. Vol. 95. P. 2799–2810. DOI: 10.1002/jsfa.72188.
  11. Lee S.J., Rahman A.T.M. “Intelligent packaging for food products”, in Innovations in Food Packaging. London: Elsevier, 2014. P. 171–209.
  12. Robertson G.L. Food Packaging: Principles and Practice, 3rd ed. Florida, CRC Press: Boca Raton, 2013. 736 p.
  13. Soroka W. Fundamentals of Packaging Technology, 5th ed.; Institute of Packaging Professional. Herndon, WV: 2014. 600 p.
  14. Recyclability and Redesign Challenges in Multilayer Flexible Food Packaging – A Review / A.S. Bauer [et al.] // Foods. 2021. Vol. 10. P. 2702. DOI: 10.3390/foods10112702.
  15. Improvement of Water Vapor Permeability in Polypropylene Composite Films by the Synergy of Carbon Nanotubes and  $\beta$ -Nucleating Agents / G.A. Visvini [et al.] // Polymers. 2023. Vol. 15(22). P. 4432. DOI: 10.3390/polym15224432.
  16. Pokudina G.P., Trishkaneva M.V., Volkova R.A. Development of pasteurization modes for high-sugar cans in continuous acting pasteurizers //

### References

1. An overview of the intelligent packaging technologies in the food sector / M. Ghaani [et al.] // Trends Food Sci. Technol. 2016. Vol. 51. P. 1–11. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.02.008.
2. Davydov I.B. Osobennosti upakovki razlichnyh vidov shtuchnyh pischevyh produktov // Izvestiya TulGU. Tehnicheskie nauki. 2018. № 9. S. 438–446.
3. Vas'kina V.A., Babarykina S.V., Panchenko Yu.Yu. Uvelichenie sroka godnosti i kachestva konfet s fruktovo-gril'yazhnym korpusom // Konditerskoe i hlebopekarnoe proizvodstvo. 2018. № 3-4. S. 19–22.
4. Myalenko D.M. Sovremennyye biorazlagaemye materialy s uskorennoj degradaciej dlya

- Food systems. 2019. 2(4). P. 48–52. DOI: 10.21323/2618-9771-2019-2-4-48-52.
17. Stability of milk chocolate with hygroscopic fibers during storage / A.B. Verde [et al.] // LWT. 2020. Vol. 137. P. 110477. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.110477.
18. Subramaniam P., Wareing P. The Stability and Shelf Life of Confectionery Products. In Stability and Shelf Life of Food, 2nd ed. Cambridge: Elsevier Science & Technology, 2016. 612 p.
19. Texture, color, and sensory changes occurring in chocolate bars with filling during storage / L. Hřivna [et al.] // Food Science & Nutrition. 2021. Vol. 9(9). P. 4863–4873. DOI: 10.1002/fsn3.2434.
20. Kondrat'ev N.B., Kazancev E.V. Sohrannost' shokoladnyh konditerskih izdelij s fruktovoj nachinkoj s modifitsirovannymi krahmalami // Pischevaya promyshlennost'. 2023. № 9. S. 34–38. DOI: 10.52653/PPI.2023.9.9.005.
21. Kondrat'ev N.B., Kazancev E.V. Izmenenie kachestva konditerskih izdelij s fruktovoj nachinkoj v processe hraneniya // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pischevaya tehnologiya. 2023. № 5-6 (394). S. 77–81. DOI: 10.26297/0579-3009.2023.5-6.12.

Статья принята к публикации 20.02.2024 / The article accepted for publication 20.02.2024.

Информация об авторах:

**Егор Валерьевич Казанцев**<sup>1</sup>, научный сотрудник отдела современных методов оценки качества кондитерских изделий

**Николай Борисович Кондратьев**<sup>2</sup>, главный научный сотрудник отдела современных методов оценки качества кондитерских изделий, доктор технических наук

Information about the authors:

**Egor Valerievich Kazantsev**<sup>1</sup>, Research at the Department of Modern Methods of Confectionery Quality Assessment

**Nikolay Borisovich Kondratiev**<sup>2</sup>, Chief Researcher of the Department of Modern Methods of Confectionery Quality Assessment, Doctor of Technical Sciences

