

Н.Б. Кондратьев**Е.В. Казанцев** ✉**М.В. Осипов****А.Е. Баженова**

Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности — филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия

✉ conditerprom_lab@mail.ru

Поступила в редакцию: 07.11.2025

Одобрена после рецензирования: 13.01.2026

Принята к публикации: 28.01.2026

© Кондратьев Н.Б., Казанцев Е.В., Осипов М.В., Баженова А.Е.

Закономерности процессов влагопереноса в процессе хранения глазированных конфет со сбивными корпусами при различных температурах

РЕЗЮМЕ

Цель исследований — установить закономерности влияния свойств камедей на скорость миграции влаги в процессе хранения глазированных конфет с корпусами из кондитерских масс «Суфле» при различных температурах. Изготовить модельные образцы конфет различного химического состава, обосновать температурные режимы хранения конфет, определить физико-химические, структурно-механические и органолептические показатели качества, характеризующие процессы миграции влаги в образцах конфет, предложить математическое описание потерь влаги образцами при хранении для прогнозирования срока годности.

Объекты исследования — глазированные конфеты на основе сбивных масс «Суфле» с добавлением 0,25% камедей: ксантановой Е415, гуаровой Е412 и конжаковой Е425. Контрольный образец изготовлен без добавления камедей. Показатели качества конфет определяли стандартными физико-химическими, структурно-механическими методами, принятыми в исследовательской практике кондитерских пищевых систем. Хранение образцов проведено при температурах 18 °С и 28 °С. Показано, что при повышении температуры хранения на 10 °С скорость процессов влагопереноса увеличивается в 1,2–2 раза, а потеря влаги в значительной степени зависит от химического состава сбивной массы, использованной для изготовления конфет.

Ключевые слова: кондитерские изделия, температура хранения, массовая доля влаги, активность воды, камеди, срок годности

Для цитирования: Кондратьев Н.Б., Казанцев Е.В., Осипов М.В., Баженова А.Е. Закономерности процессов влагопереноса в процессе хранения глазированных конфет со сбивными корпусами при различных температурах. *Аграрная наука*. 2026; 403(02): 128–134.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-403-02-128-134>

Nikolay B. Kondratiev**Egor V. Kazantsev** ✉**Maxim V. Osipov****Alla E. Bazhenova**

All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry — Branch of V.M. Gorbатов Federal Scientific Center of Food Systems of the RAS, Moscow, Russia

✉ conditerprom_lab@mail.ru

Received by the editorial office: 07.11.2025

Accepted in revised: 13.01.2026

Accepted for publication: 28.01.2026

© Kondratiev N.B., Kazantsev E.V., Osipov M.V., Bazhenova A.E.

Patterns of moisture transfer processes during storage of glazed sweets with whipped bodies at different temperatures

ABSTRACT

The objective of the research was to establish patterns of influence of gum properties on the rate of moisture migration during storage of glazed sweets with bodies made of “Souffle” candy masses at different temperatures. To make model samples of sweets with different chemical composition, to justify temperature conditions for storing sweets, to determine physicochemical, structural-mechanical and organoleptic quality indicators characterizing the processes of moisture migration in sweets samples, to propose a mathematical description of moisture loss by samples during storage to predict the shelf life. The objects of the study are glazed sweets based on “Souffle” whipped masses with the addition of 0.25% gums: xanthan E415, guar E412 and konjac E425. The control sample was made without the addition of gums. The quality indicators of the sweets were determined by standard physicochemical, structural-mechanical methods accepted in the research practice of confectionery food systems. The samples were stored at temperatures of 18 °C and 28 °C. It was shown that with an increase by 10 °C, the rate of moisture transfer processes increases by 1.2–2 times, and moisture losses largely depend on the chemical composition of the aerated mass used to make the candies.

Key words: confectionery, storage temperature, moisture content, water activity, gums, shelf life

For citation: Kondratiev N.B., Kazantsev E.V., Osipov M.V., Bazhenova A.E. Patterns of moisture transfer processes during storage of glazed sweets with whipped bodies at different temperatures. *Agrarian science*. 2026; 403(02): 128–134 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-403-02-128-134>

Введение/Introduction

Глазированные конфеты со сбивными корпусами представляют собой сложные сахаристые кондитерские изделия, состоящие из нескольких полуфабрикатов. Конфеты обладают пенообразной структурой, мягкой слегка затяжистой консистенцией, приятными вкусом, ароматом и относятся к группе изделий с промежуточной влажностью [1, 2].

Качество глазированных конфет при хранении определяется такими факторами, как химический состав, условиями технологической обработки рецептурных компонентов, свойствами упаковочных материалов, условиями логистики, хранения и реализации [3, 4]. При этом одним из наиболее значимых факторов является температура хранения, определяющая срок годности различных кондитерских полуфабрикатов и изделий. При температурных колебаниях исходные высокие качественные характеристики конфет значительно снижаются, что приводит к утрате хранимостпособности и уменьшению срока годности, а также жалобам потребителей [5, 6].

Сроки годности и условия хранения кондитерских изделий устанавливаются изготовителем, который несет ответственность за качество выпускаемой им продукции. Обоснованные условия хранения должны обеспечивать соответствие изделий требованиям технических регламентов в течение всего срока годности. Поэтому исследование закономерностей процессов миграции влаги в глазированных конфетах со сбивными корпусами при различных температурах хранения актуальны.

Для установления срока годности кондитерских изделий в Российской Федерации используются Методические указания МУК 4.2.1847-04¹, регламентирующие исследования микробиологических, санитарно-химических и органолептических показателей пищевых продуктов в условиях хранения, предусмотренных технической документацией. Для установления срока годности в условиях «ускоренного старения» разработан ГОСТ Р 70412-2022².

Глазированные конфеты со сбивными корпусами при хранении в значительной степени подвержены процессам влагопереноса. Во многих научных публикациях показаны результаты исследований влияния температуры на направление и скорость таких процессов. Метод Аррениуса использован для оценки скорости химических изменений в процессе хранения ядер орехов при температурах 20 °С, 30 °С и 40 °С. Установлено влияние температуры на органолептические характеристики. Предложенная математическая модель может применяться для прогнозирования качества исследованных образцов глазированных конфет [7, 8].

Метод Аррениуса был применен для ускоренного прогнозирования срока годности пирожных, жевательных конфет при температурах 25 °С, 35 °С и 45 °С. В качестве маркеров степени порчи таких изделий применялись содержание свободных жирных кислот, массовая доля влаги и активность воды, органолептические и микробиологические характеристики [9, 10].

Для изделий с пенообразной структурой, в том числе с добавлением влагоудерживающих добавок (загустителей), показано, что при увеличении температуры хранения на 10 °С скорость миграции влаги увеличивается в 2,1 раза, что позволяет управлять сроком годности [11, 12]. Для повышения устойчивости пищевых систем, повышения их вязкости, влагоудерживающей, жироудерживающей, жироземмулирующей и стабилизирующей способностей использованы гуаровая и ксантановая камеди [13].

Увеличение сроков годности мучных кондитерских изделий на примере кексов, пряников достигнуто добавлением ксантановой камеди. При добавлении влагоудерживающих пищевых добавок происходит улучшение микробиологических показателей в процессе их хранения, что связано с уменьшением активности воды и доступности влаги [14, 15]. Применение йотта-каррагинанов предотвращает синерезис и уменьшает потери влаги при хранении пищевых продуктов [16].

Суммируя вышесказанное, можно заключить, что при изменении температуры хранения кондитерских изделий риски физико-химических изменений, развития микроорганизмов увеличиваются, в том числе из-за изменения активности воды в различных частях изделия. Поэтому контроль массовой доли влаги и активности воды является актуальным [17].

Данная работа посвящена закономерностям процессов влагопереноса в процессе хранения глазированных конфет со сбивными корпусами при различных температурах. Ранее авторами работы [18] показано улучшение стабильности конфетных масс при добавлении композиции «желатин — гуммиарабик». Для зефира использование крахмальной патоки позволяет обеспечить заданную структуру и консистенцию массы благодаря ассоциации молекул сухого яичного белка, а повышение температуры до 60 °С способствовало увеличению объема пены на 9% [19, 20].

Применение пюре ягод в качестве пребиотиков позволяет повысить срок годности зефира, что можно объяснить водосвязывающими свойствами пектинов в составе такого пюре [21].

Таким образом, результаты проведенных ранее исследований показывают, что исследования процессов миграции влаги при хранении глазированных конфет со сбивными корпусами являются актуальными.

¹ МУК 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России.

² ГОСТ Р 70412-2022 Изделия кондитерские. Руководящие указания по установлению и подтверждению срока годности.

Цель работы — установить закономерности влияния свойств камедей на скорость миграции влаги в процессе хранения глазированных конфет с корпусами из конфетных масс «Суфле» при различных температурах.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: изготовить модельные образцы конфет различного химического состава, обосновать температурные режимы хранения конфет, определить физико-химические, структурно-механические и органолептические показатели качества, характеризующие процессы миграции влаги в образцах конфет, предложить математическое описание потерь влаги образцами при хранении для прогнозирования срока годности.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Работа проведена в лаборатории ВНИИ КП — филиале ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (г. Москва, Россия) в 2025 году.

Объектами исследования являлись глазированные конфеты на основе сбивных масс «Суфле» с добавлением 0,25% камедей: ксантановой E415, гуаровой E412 и конжаковой E425.

Контрольный образец изготовлен без добавления камедей.

Конфеты, глазированные кондитерской глазурью на основе жиров заменителей масла какао нетемпературируемых лауринового типа, представлены на рисунке 1.

Состав конфет со сбивными корпусами «Суфле» представлен в таблице 1.

Физико-химические свойства конфет определяли по следующим методикам: массовая доля влаги — ГОСТ 5900-2014³, активность воды — ГОСТ ISO 21807-2015⁴ — с использованием анализатора AquaLab 4TE (Decagon Devices, США). Органолептические показатели — по ГОСТ 4570-2014⁵ и ГОСТ 5897-90⁶ — с использованием метода построения профилограмм⁷ (вкус, запах, структура, форма, поверхность, цвет, вид в изломе). Для каждого показателя использована 5-балльная шкала: 5 — отлично, 4 — хорошо, 3 — удовлетворительно, 2 — плохо, 1 — очень плохо (несоответствие всем показателям). Числовые значения выражены как среднее значение ($n = 5$); $SD \pm 0,5\%$ при достоверном различии значений на уровне 95% ($p < 0,05$).

Жирнокислотный состав жировой фракции глазури — по ГОСТ Р 54686-2011 Изделия кондитерские. Метод определения массовой доли насыщенных жирных кислот. Образцы конфет упаковывали в полипропиленовую пленку (БOPP) с коэффициентом паропроницаемости $340 \text{ см}^3 \cdot \text{см} / \text{м}^2 \cdot \text{сут} \cdot \text{атм}$.

Рис. 1. Модельные образцы глазированных конфет со сбивными корпусами «Суфле»

Fig. 1. Model samples of glazed sweets with whipped bodies “Soufflé”



Таблица 1. Рецептура конфет со сбивными корпусами «Суфле», изготовленных с использованием камедей
Table 1. Recipe for candies with whipped bodies “Soufflé” made using gums

Наименование сырья и полуфабрикатов	Содержание сухих веществ, %	Расход сырья на 1 т готовой продукции, кг	
		в натуре	в сухих веществах
Рецептура конфет			
Корпус	80,0	653,35	522,68
Глазурь	99,1	351,85	348,68
Итого	–	1005,20	871,36
Выход	86,7	1000,00	867,00
Рецептура корпуса			
Сахаро-паточно-агаровый сироп	85,0	463,87	394,29
Молоко сгущенное	74,0	81,58	60,37
Заменитель молочного жира	99,9	72,37	72,30
Раствор сухого яичного белка	12,0	47,58	5,71
Кислота молочная	98,0	1,66	1,63
Итого	–	667,06	534,30
Выход	80,0	657,86	526,29
Рецептура сахаро-паточно-агарового сиропа			
Сахар белый	99,85	279,36	278,94
Камедь	89,0	1,66	1,48
Патока	78,0	140,49	109,58
Агар	85,0	7,38	6,27
Итого	–	428,89	396,27
Выход	85,0	463,87	394,29
Раствор сухого яичного белка			
Сухой яичный белок	85,4	6,72	5,74
Итого	–	6,72	5,74
Выход	12,0	47,58	5,71

и с толщиной 20 мкм, помещали на хранение в климатическую камеру Climacell 404 (Чехия) и термостат Sanyo Mir 262 (Япония) при температурах 18 °C и 28 °C и относительной влажности воздуха 40%.

Температура хранения более 28 °C для конфет не позволяла сохранить форму изделий, поэтому выбрана максимальная возможная температура, обеспечивающая наибольшую скорость массопереноса.

³ ГОСТ 5900-2014 Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли влаги и сухих веществ.

⁴ ГОСТ ISO 21807-2015 Микробиология пищевой продукции и кормов. Определение активности воды.

⁵ ГОСТ 4570-2014 Конфеты. Общие технические условия.

⁶ ГОСТ 5897-90 Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей.

⁷ Покровский А.В. Краткий обзор современных международных методов органолептического анализа. Москва. 1999; 27.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Конфеты глазированные со сбивными корпусами «Суфле» в процессе хранения подвержены преимущественно физическим изменениям, таким как черствение, изменение формы, «поседение» поверхности, которые обусловлены процессами влагопереноса. Пищевые загустители могут быть использованы для уменьшения скорости таких процессов.

Использованные загустители различаются физико-химическими характеристиками, которые оказывают влияние на органолептические показатели конфет и скорость процессов влагопереноса.

Для оценки качества использованных загустителей проведены исследования показателя растекаемости изготовленных модельных масс, содержащих 20% сахара белого, 0,5% камедей и 18% технологической воды при температуре 18 °С. Результаты представлены в таблице 2.

Значения растекаемости модельных масс находились в узком диапазоне — 2,4–4,6 см. Различная растекаемость связана с отличиями молекулярной структуры этих загустителей. Исследованные загустители применяли для изготовления сбивных корпусов конфет, которые после этапа структурирования покрывали глазурью, изготовленной на основе заменителей масла какао нетемпературе лауринового типа.

Для оценки риска изменения органолептических показателей проведены исследования жирнокислотного состава ее жировой фракции (табл. 3).

Наличие средномолекулярных жирных кислот в жировой фракции глазури, таких как лауриновая и миристиновая, повышает риск ухудшения органолептических показателей конфет при хранении изделий. Такая глазурь подвержена риску появления так называемого «мыльного» привкуса в процессе хранения, обусловленного образованием свободных средномолекулярных жирных кислот в результате гидролитических реакций молекул жиров. Такие кислоты в свободном виде обладают неприятным привкусом и обуславливают органолептическую порчу глазированных изделий.

Свободная влага, которая может образоваться из сбивных масс при хранении, приведет к порче кондитерских изделий. Поэтому для уменьшения скорости влагопереноса при изготовлении сбивных масс были использованы загустители с влагоудерживающими свойствами.

Результаты исследования массовой доли влаги и активности воды глазированных конфет для прогнозирования развития микробиологической порчи глазированных конфет при хранении представлены в таблице 4.

Таблица 2. Показатель растекаемости модельных масс, содержащих камеди

Table 2. Spreadability index of modeling masses containing gums

Наименование камеди	Растекаемость по Боствику, см
Ксантановая	4,5 ± 0,2
Гуаровая	4,6 ± 0,2
Конжаковая	2,4 ± 0,2

Таблица 3. Жирнокислотный состав жировой фракции глазури

Table 3. Fatty acid composition of the fat fraction of the glaze

Наименование жирной кислоты	Условное обозначение	Содержание жирной кислоты, %
Каприловая	8:0	3,0 ± 0,1
Каприновая	10:0	2,7 ± 0,1
Лауриновая	12:0	48,5 ± 0,1
Миристиновая	14:0	15,7 ± 0,1
Пальмитиновая	16:0	10,3 ± 0,1
Стеариновая	18:0	3,1 ± 0,1
Олеиновая	18:1	13,3 ± 0,1
Линолевая	18:2	1,2 ± 0,1

Таблица 4. Массовая доля влаги и активность воды глазированных конфет со сбивными корпусами «Суфле»

Table 4. Mass fraction of moisture and water activity of glazed sweets with whipped bodies “Souffle”

Образец конфет	Массовая доля влаги, %	Активность воды
Контроль без камеди	12,8 ± 0,5	0,760 ± 0,01
0,25% конжаковой	13,0 ± 0,5	0,727 ± 0,01
0,25% ксантановой	15,3 ± 0,5	0,740 ± 0,01
0,25% гуаровой	13,4 ± 0,5	0,742 ± 0,01

Таблица 5. Микробиологические показатели глазированных конфет

Table 5. Microbiological indicators of glazed sweets

Наименование образца	Содержание микроорганизмов (КОЕ/г) в процессе хранения при температуре 18 °С, недели								
	КМАФАнМ			плесень			дрожжи		
	0	4	8	0	4	8	0	4	8
Контроль	6,0×10 ²	2,0×10 ²	4,5×10 ²	10 ± 1	10 ± 1	120 ± 10	0	0	0
Ксантановая камедь	5,0×10 ²	1,3×10 ²	4,0×10 ²	10 ± 1	20 ± 1	120 ± 10	0	0	0
Гуаровая камедь	7,0×10 ²	1,6×10 ²	4,2×10 ²	10 ± 1	20 ± 1	130 ± 10	0	0	0
Конжаковая камедь	5,0×10 ²	1,0×10 ²	2,0×10 ²	10 ± 1	20 ± 1	120 ± 10	0	0	0
При температуре 28 °С, недели									
	0	4	8	0	4	8	0	4	8
Контроль	6,0×10 ²	2,5×10 ²	6,0×10 ²	10 ± 1	120 ± 10	130 ± 10	0	0	0
Ксантановая камедь	5,0×10 ²	1,7×10 ²	5,7×10 ²	10 ± 1	120 ± 10	120 ± 10	0	0	0
Гуаровая камедь	7,0×10 ²	3,6×10 ²	8,2×10 ²	10 ± 1	130 ± 10	140 ± 10	0	0	0
Конжаковая камедь	5,0×10 ²	2,2×10 ²	4,3×10 ²	10 ± 1	110 ± 10	120 ± 10	0	0	0

Поэтому были проведены исследования микробиологических показателей глазированных конфет со сбивными корпусами «Суфле». Результаты исследований приведены в таблице 5.

После 8 недель хранения при температуре 18 °С количество КМАФАнМ в конфетах с конжаковой камедью увеличилось приблизительно в 4 раза, а количество плесени — в 2 раза. В контрольном образце количество КМАФАнМ увеличилось за этот период в 7,5 раз.

Понижение микробиологических показателей изделий с камедями обусловлено понижением доступности влаги.

Миграция связанной влаги из капилляров сбивной массы приводит к увеличению активности воды, что способствует увеличению риска микробиологической порчи изделий.

При повышении температуры до 28 °С интенсивность микробиологических процессов возрастает. При уменьшении массовой доли влаги в процессе хранения изделий часть микроорганизмов переходит в споровое состояние, что увеличивает риск кондитерских изделий при дальнейшем хранении. Поэтому было исследовано количество спорообразующих микроорганизмов глазированных конфет с корпусами из конфетной массы «Суфле».

Количество спорообразующих микроорганизмов в образцах сбивной массы после 8 недель хранения при температуре 18 °С увеличилось в 4 раза. Результаты исследований представлены в таблице 6.

Содержание спорообразующих микроорганизмов в глазури после 8 недель хранения конфет увеличилось в 17 раз. В процессе жизнедеятельности микроорганизмов в окружающую среду выделяются различные ферменты, в том числе липолитические. После двух месяцев хранения конфет появился «мыльный» привкус глазури, обусловленный гидролитическим расщеплением жиров глазури. В процессе хранения (т, нед.) происходит уменьшение массовой доли влаги с различной скоростью для конфет с добавлением камедей в массу «Суфле» (рис. 2).

Получены математические зависимости массовой доли влаги W от длительности хранения конфет при температуре 18 °С:

Таблица 6. Содержание спорообразующих микроорганизмов частей глазированных конфет с корпусами из сбивной массы «Суфле»

Table 6. Content of spore-forming microorganisms in parts of glazed sweets with bodies made of whipped mass «Souffle»

Наименование	Содержание спорообразующих микроорганизмов (КОЕ/г) в процессе хранения конфет при температуре 18 °С		
	0 нед.	4 нед.	8 нед.
Сбивная масса	10 ± 1	20 ± 1	40 ± 1
Глазурь	10 ± 1	70 ± 1	$1,7 \times 10^2 \pm 1$

• для контрольного образца: $W = -0,09t + 11,07$ ($R_i = 0,94$);

• с использованием ксантановой камеди: $W = -0,08t + 13,9$ ($R_i = 0,99$);

• с использованием гуаровой камеди: $W = -0,06t + 11,7$ ($R_i = 0,98$);

• с использованием конжаковой камеди: $W = -0,03t + 11,1$ ($R_i = 0,96$);

На основе полученных зависимостей установлено, что использование конжаковой камеди приводит к уменьшению скорости влагопереноса в 3 раза, при этом ксантановая и гуаровая камеди обладали меньшим эффектом удерживания влаги при хранении изделий.

Математические зависимости при температуре 28 °С:

• для контрольного образца: $W = -0,11t + 11,1$ ($R_i = 0,97$);

• с использованием ксантановой камеди: $W = -0,11t + 13,8$ ($R_i = 0,99$);

• с использованием гуаровой камеди: $W = -0,12t + 11,7$ ($R_i = 0,99$);

• с использованием конжаковой камеди: $W = -0,05t + 11,2$ ($R_i = 0,98$).

При увеличении температуры хранения до 28 °С скорость влагопереноса контрольного образца возросла в 1,2 раза. Наименьшая скорость влагопереноса выявлена у образца, изготовленного с использованием конжаковой камеди, которая увеличилась приблизительно в 2 раза по сравнению с конфетами, хранившимися при температуре 28 °С.

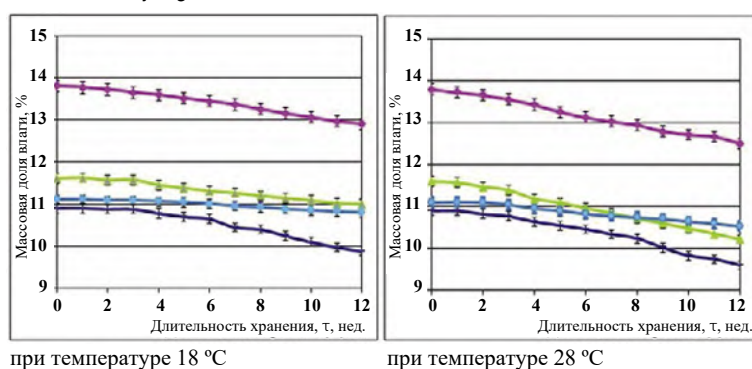
Полученные математические зависимости позволяют прогнозировать массовую долю влаги при хранении глазированных конфет со сбивными корпусами «Суфле».

Используя полученные закономерности, можно установить момент времени с минимально возможной массовой долей влаги, характеризующей их срок годности для каждой группы изделий. Изменение массовой доли влаги при хранении обусловило ухудшение органолептических показателей формы и поверхности конфет, изготовленных с использованием камедей.

Использование конжаковой камеди способствует лучшему сохранению

Рис. 2. Изменение массовой доли влаги конфет глазированных со сбивными корпусами «Суфле»: — контроль, — ксантановая камедь, — гуаровая камедь, — конжаковая камедь

Fig. 2. Change in the mass fraction of moisture in glazed sweets with whipped bodies «Souffle»: — control, — xanthan gum, — guar gum, — konjac gum



структуры корпусов глазированных конфет со сбивными массами (рис. 3).

Установлено, что наилучшие органолептические показатели в конце наблюдаемого периода хранения выявлены у глазированных конфет со сбивными корпусами, изготовленными с использованием конжаковой и гуаровой камедей. Вкус и запах практически не зависят от вида использованных камедей. Полученные результаты хорошо коррелируются с результатами работ [11, 15].

Уменьшение массовой доли влаги при хранении конфет, изготовленных с использованием сбивных масс без добавления камедей, обусловило ухудшение формы конфет, способствуя изменению рельефа поверхности сбивной массы, что может привести к нежелательному «отслоению» глазури.

Выводы/Conclusions

Проведены исследования влияния камедей на скорость миграции влаги в процессе хранения глазированных конфет с корпусами из конфетных масс «Суфле» при различных температурах.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

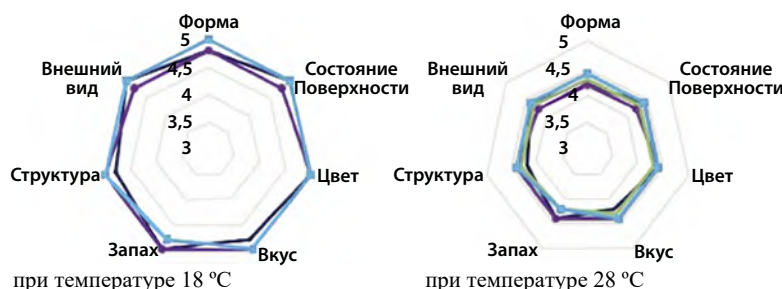
Работа выполнена в рамках госзадания № FGUS-2022-0007 «Научные основы формирования кондитерских изделий с заданным нутриентным составом как многофазных гетерогенных дисперсных систем, в том числе с использованием кавитационных воздействий, и обоснование принципов обеспечения их сохранности».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ungure E., Straumīte E., Muižniece-Brasava S., Dukalska L. Consumer attitude and sensory evaluation of marshmallow. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*. 2013; 67(4–5): 442–447. <https://doi.org/10.2478/prolas-2013-0077>
2. Казанцев Е.В., Кондратьев Н.Б., Руденко О.С., Петрова Н.А., Белова И.А. Формирование пенообразной структуры кондитерских изделий. *Пищевые системы*. 2022; 5(1): 64–69. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-1-64-69>
3. 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): 77–81. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2023.5-6.12>
4. Kumari S., Boora S. Comparison of the Optimum Barrier Properties of PET/PE and BOPP/PP Laminates Structures. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*. 2024; 12(22s): 1498–1503.
5. Mardani M. et al. Study on foaming, rheological and thermal properties of gelatin-free marshmallow. *Food Hydrocolloids*. 2019; 93: 335–341. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.02.033>
6. Abdul Halim H.S., Selamat J., Mirhosseini S.H., Hussain N. Sensory preference and bloom stability of chocolate containing cocoa butter substitute from coconut oil. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2019; 18(4): 443–448. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.02.005>
7. Prabhakar H., Bock C.H., Kerr W.L., Kong F. Pecan color change during storage: Kinetics and Modeling of the Processes. *Current Research in Food Science*. 2022; 5: 261–271. <https://doi.org/10.1016/j.crf.2022.01.015>

Рис. 3. Органолептические показатели конфет глазированных со сбивными корпусами «Суфле» после 8 недель хранения: — контроль, — ксантановая камедь, — гуаровая камедь, — конжаковая камедь

Fig. 3. Organoleptic characteristics of glazed sweets with whipped bodies «Souffle» after 8 weeks of storage: — control, — xanthan gum, — guar gum, — konjac gum



Установлено, что при повышении температуры хранения конфет от 18 до 28 °C скорость влагопереноса увеличивается в 1,2–2,0 раза. При этом камеди практически не оказывают влияния на изменение органолептических показателей вкуса и запаха конфет, изготовленных с использованием сбивных масс, в процессе их длительного хранения. Однако потери влаги при хранении конфет, изготовленных с использованием сбивных масс без добавления камедей, обусловили ухудшение формы конфет, способствуя «втягиванию» поверхности или «отслоению» глазури.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

The work was carried out within the framework of the state task No. FGUS-2022-0007 "Scientific foundations of the formation of confectionery products with a given nutrient composition as multiphase heterogeneous dispersed systems, including using cavitation effects, and substantiation of the principles of ensuring their safety."

REFERENCES

1. Ungure E., Straumīte E., Muižniece-Brasava S., Dukalska L. Consumer attitude and sensory evaluation of marshmallow. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*. 2013; 67(4–5): 442–447. <https://doi.org/10.2478/prolas-2013-0077>
2. Kazantsev E.V., Kondratiev N.B., Rudenko O.S., Petrova N.A., Belova I.A. Formation of a foamy structure of confectionery pastille products. *Food systems*. 2022; 5(1): 64–69 (in Russian). <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-1-64-69>
3. Kondratiev N.B., Kazantsev E.V. Changing the quality of confectionery with fruit filling during storage. *News of universities. Food Technology*. 2023; (5–6): 77–81 (in Russian). <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2023.5-6.12>
4. Kumari S., Boora S. Comparison of the Optimum Barrier Properties of PET/PE and BOPP/PP Laminates Structures. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*. 2024; 12(22s): 1498–1503.
5. Mardani M. et al. Study on foaming, rheological and thermal properties of gelatin-free marshmallow. *Food Hydrocolloids*. 2019; 93: 335–341. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.02.033>
6. Abdul Halim H.S., Selamat J., Mirhosseini S.H., Hussain N. Sensory preference and bloom stability of chocolate containing cocoa butter substitute from coconut oil. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2019; 18(4): 443–448. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.02.005>
7. Prabhakar H., Bock C.H., Kerr W.L., Kong F. Pecan color change during storage: Kinetics and Modeling of the Processes. *Current Research in Food Science*. 2022; 5: 261–271. <https://doi.org/10.1016/j.crf.2022.01.015>

8. Conte L., Milani A., Calligaris S., Rovellini P., Lucci P., Nicoli M.C. Temperature Dependence of Oxidation Kinetics of Extra Virgin Olive Oil (EVOO) and Shelf-Life Prediction. *Foods*. 2020; 9(3): 295. <https://doi.org/10.3390/foods9030295>
9. Choosuk N., Meesuk P., Renumarn P., Phungamngoen C., Jakkranuhwat N. Kinetic Modeling of Quality Changes and Shelf Life Prediction of Dried Coconut Chips. *Processes*. 2022; 10(7): 1392. <https://doi.org/10.3390/pr10071392>
10. Renumarn P., Choosuk N. Influence of Packaging and Storage Conditions on the Quality and Shelf-life of Chewy Santol (Kraton-Yee) Candies. *E3S Web of Conferences*. 2020; 141: 02002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014102002>
11. Казанцев Е.В., Кондратьев Н.Б., Осипов М.В., Петрова Н.А., Лаврухин М.А. Влияние упаковки и температуры на сохранность кондитерских изделий пенообразной структуры. *Пищевая промышленность*. 2022; (11): 62–66. <https://doi.org/10.52653/PPI.2022.11.11.015>
12. Неповинных Н.В., Петрова О.Н. Пищевые гидроколлоиды: классификация, функциональные свойства и применение. *Пищевые системы*. 2025; 8(1): 66–72. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-1-66-72>
13. Рензяева Т.В., Тубольцева А.С., Понкратова Е.К., Луговая А.В., Казанцева А.В. Функционально-технологические свойства порошкообразного сырья и пищевых добавок в производстве кондитерских изделий. *Техника и технология пищевых производств*. 2014; (4): 43–49. EDN TGSKUL
14. Сагдеева Г.С., Айсина Р.И. Исследование влияния ксантановой камеди на показатели качества мучных кондитерских изделий. *Хлебопродукты*. 2021; (5): 51–53. EDN JXPDDI
15. Баженова А.Е., Пестерев М.А., Руденко О.С. Влияние влагоудерживающих добавок на микробиологические показатели пряников при хранении. *Пищевая промышленность*. 2024; (7): 36–39. <https://doi.org/10.52653/PPI.2024.7.7.006>
16. Liao Y.-C., Chang C.-C., Nagarajan D., Chen C.-Y., Chang J.-S. Algae-derived hydrocolloids in foods: applications and health-related issues. *Bioengineered*. 2021; 12(1): 3787–3801. <https://doi.org/10.1080/21655979.2021.1946359>
17. Kirtil E., Aydogdu A., Oztop M.H. Investigation of physical properties and moisture sorption behaviour of different marshmallow formulations. *Acta Horticulturae*. 2017; 1152: 243–248. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2017.1152.33>
18. Калиновская Т.В., Омельчук В.И., Гаврилов А.В. Исследование влияния технологических факторов на изменение структурно-механических свойств затяжных аэрированных конфетных масс на основе сывороточных белков. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2022; 84(2): 128–134. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-2-128-134>
19. Долматова И.А., Зайцева Т.Н., Кузнецова Е.А., Исаева К.С. Результаты исследований влияния температуры и плотности на стабильность зефира. *Аграрная наука*. 2023; (5): 98–102 (на англ. яз.). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-370-5-98-102>
20. Delahaije R.J.B.M., Lech F.J., Wierenga P.A. Investigating the effect of temperature on the formation and stabilization of ovalbumin foams. *Food Hydrocolloids*. 2019; 91: 263–274. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.01.030>
21. Ivanova N.G., Nikitin I.A., Klokonos M.V., Berezina N.A., Bulavina T.A., Guseva D.A. Marshmallow technology of increased nutritional value. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 640: 052009. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/5/052009>
8. Conte L., Milani A., Calligaris S., Rovellini P., Lucci P., Nicoli M.C. Temperature Dependence of Oxidation Kinetics of Extra Virgin Olive Oil (EVOO) and Shelf-Life Prediction. *Foods*. 2020; 9(3): 295. <https://doi.org/10.3390/foods9030295>
9. Choosuk N., Meesuk P., Renumarn P., Phungamngoen C., Jakkranuhwat N. Kinetic Modeling of Quality Changes and Shelf Life Prediction of Dried Coconut Chips. *Processes*. 2022; 10(7): 1392. <https://doi.org/10.3390/pr10071392>
10. Renumarn P., Choosuk N. Influence of Packaging and Storage Conditions on the Quality and Shelf-life of Chewy Santol (Kraton-Yee) Candies. *E3S Web of Conferences*. 2020; 141: 02002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014102002>
11. Kazantsev E.V., Kondratiev N.B., Osipov M.V., Petrova N.A., Lavrukhin M.A. Influence of packaging and temperature on the safety of foamy confectionery products structure. *Food Industry*. 2022; (11): 62–66 (in Russian). <https://doi.org/10.52653/PPI.2022.11.11.015>
12. Nepovinnikh N.V., Petrova O.N. Food hydrocolloids: Classification, functional properties and applications. *Food systems*. 2025; 8(1): 66–72 (in Russian). <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-1-66-72>
13. Renzyaeva T.V., Tuboltseva A.S., Ponkratova E.K., Lugovaya A.V., Kazantseva A.V. Functional and technological properties of powdered raw materials and food additives for confectionary. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2014; (4): 43–49 (in Russian). EDN TGSKUL
14. Sagdeeva G.S., Aysina R.I. Study of the influence of xanthan gum on the quality indicators of flour confectionery products. *Khleboпродукты*. 2021; (5): 51–53 (in Russian). EDN JXPDDI
15. Bazhenova A.E., Pesterev M.A., Rudenko O.S. The effect of moisture-retaining additives on the microbiological parameters of gingerbread during storage. *Food Industry*. 2024; (7): 36–39 (in Russian). <https://doi.org/10.52653/PPI.2024.7.7.006>
16. Liao Y.-C., Chang C.-C., Nagarajan D., Chen C.-Y., Chang J.-S. Algae-derived hydrocolloids in foods: applications and health-related issues. *Bioengineered*. 2021; 12(1): 3787–3801. <https://doi.org/10.1080/21655979.2021.1946359>
17. Kirtil E., Aydogdu A., Oztot M.H. Investigation of physical properties and moisture sorption behaviour of different marshmallow formulations. *Acta Horticulturae*. 2017; 1152: 243–248. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2017.1152.33>
18. Kalinovskaya T.V., Omelchuk V.I., Gavrilov A.V. Study of the influence of technological factors on the change in the structural and mechanical properties of protracted aerated candy masses based on whey proteins. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2022; 84(2): 128–134 (in Russian). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-2-128-134>
19. Dolmatova I.A., Zaitseva T.N., Kuznetsova E.A., Isaeva K.S. The results of studies of the influence of temperature and density on the stability of marshmallow. *Agrarian science*. 2023; (5): 98–102. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-370-5-98-102>
20. Delahaije R.J.B.M., Lech F.J., Wierenga P.A. Investigating the effect of temperature on the formation and stabilization of ovalbumin foams. *Food Hydrocolloids*. 2019; 91: 263–274. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.01.030>
21. Ivanova N.G., Nikitin I.A., Klokonos M.V., Berezina N.A., Bulavina T.A., Guseva D.A. Marshmallow technology of increased nutritional value. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 640: 052009. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/5/052009>

ОБ АВТОРАХ

Николай Борисович Кондратьев

доктор технических наук, главный научный сотрудник
conditerprom_lab@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3322-9621>

Егор Валерьевич Казанцев

научный сотрудник
conditerprom_lab@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8923-0029>

Максим Владимирович Осипов

кандидат технических наук, заведующий отделом
conditerprom_lab@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1316-259X>

Алла Евгеньевна Баженова

научный сотрудник
a.bazhenova@fncps.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6994-8524>

Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности — филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, ул. Электрозаводская, 20, Москва, 107023, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Nikolay Borisovich Kondratiev

Doctor of Technical Sciences, Chief Scientific Officer
n.kondratiev@fncps.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3322-9621>

Egor Valerievich Kazantsev

Research Associate
conditerprom_lab@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8923-0029>

Maxim Vladimirovich Osipov

Candidate of Technical Sciences, Head of Department
m.osipov@fncps.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1316-259X>

Alla Evgenievna Bazhenova

Research Associate
a.bazhenova@fncps.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6994-8524>

All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry — Branch of Gorbатов Federal Research Center for Food Systems, 20 Elektroavodskaya St., Moscow, 107023, Russia