

Егор Валерьевич Казанцев^{1✉}, Николай Борисович Кондратьев²,
Максим Владимирович Осипов³

^{1,2,3}Всероссийский НИИ кондитерской промышленности – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Москва, Россия

¹conditerprom_lab@mail.ru

²conditerpromnbk@mail.ru

³maxvosipov@yandex.ru

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СОХРАННОСТЬ КОНФЕТ СО СБИВНЫМИ КОРПУСАМИ

Цель исследований – изучить закономерности изменения качественных характеристик глазированных конфет в результате воздействия основных факторов сохранности. Исследования проведены в лабораторных условиях ВНИИКП – филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. Задачи: исследовать влияние факторов – вид используемых упаковочных материалов, температуру хранения; определить изменения физико-химических показателей качества конфет при хранении, характеризующих процесс влагопереноса; выявить изменения пластической прочности конфет; оценить процесс «поседения» глазури при хранении; провести органолептическую оценку образцов до и после хранения, согласно требованиям ГОСТ 4570-2014 «Конфеты. Общие технические условия». Объекты исследований – изготовленные образцы конфет, упакованные в различные полимерные пленки: партия № 1 – F-TST-M (двуосноориентированный полиэтилентерефталат с металлизированным покрытием) и партия № 2 – BOPP (двуосноориентированный полипропилен) с шириной 20 мкм. Толщину пленок определяли микрометром рычажным типа МР (РФ). Показатели качества образцов определяли стандартными аналитическими методами, принятыми в исследовательской практике. Изменения цветового градиента поверхности конфет оценивали инструментально по шкале цветового пространства CIELab до и после процесса хранения. Математическая обработка экспериментальных данных проведена с помощью программы MS Excel. Повышение температуры хранения с 18 на 10 °С увеличивало миграцию влаги образцов в 1,3 раза за исследованный период хранения. Цвет поверхности образцов, хранившихся при 28 °С, характеризовали индексом белизны поверхности WI. Исследована пластическая прочность образцов по их усилию нагружения. Значения усилий нагружения находились в диапазоне 340–423 г, при этом прочность образцов, хранившихся при 28 °С, после 6 мес. хранения снизилась в 1,6 раза. Предложены математические зависимости, позволяющие прогнозировать хранимоспособность и срок годности образцов конфет. Результаты исследований могут быть полезны исследовательским центрам при изучении сохранности и установлении срока годности готовой продукции.

Ключевые слова: кондитерские изделия, глазированные конфеты, массовая доля влаги, факторы сохранности конфет, срок годности конфет

Для цитирования: Казанцев Е.В., Кондратьев Н.Б., Осипов М.В. Факторы, определяющие сохранность конфет со сбивными корпусами // Вестник КрасГАУ. 2025. № 9. С. 305–314. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-9-305-314.

Финансирование: исследование выполнено в рамках госзадания, тема № 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».

Egor Valerievich Kazantsev^{1✉}, Nikolai Borisovich Kondratiev², Maxim Vladimirovich Osipov³

^{1,2,3}All-Russian Research Institute of Confectionery Industry – branch of V.M. Gorbатов FSC of Food Systems of the RAS, Moscow, Russia

¹conditerprom_lab@mail.ru

²conditerpromnbk@mail.ru

³maxvosipov@yandex.ru

FACTORS DETERMINING THE PRESERVATION OF CANDIES WITH WHIPPED CASES

The aim of research is to study the patterns of changes in the quality characteristics of glazed candies as a result of the impact of the main preservation factors. The studies were conducted in laboratory conditions of the All-Russian Research Institute of Candies and Chocolate Processing, a branch of the Gorbатов FSC of Food Systems of RAS. Objectives: to study the influence of the factors – the type of packaging materials used, storage temperature; to determine changes in the physicochemical quality indicators of candies during storage, characterizing the moisture transfer process; to identify changes in the plastic strength of candies; to evaluate the process of glaze "blooming" during storage; to conduct an organoleptic evaluation of samples before and after storage, according to the requirements of GOST 4570-2014 Sweets. General specifications. The objects of the study are manufactured candy samples packed in various polymer films: batch № 1 – F-TST-M (biaxially oriented polyethylene terephthalate with a metallized coating) and batch № 2 – BOPP (biaxially oriented polypropylene) with a width of 20 μm. The film thickness was determined using a lever micrometer type MP (RF). The quality indicators of the samples were determined using standard analytical methods adopted in research practice. Changes in the color gradient of the candy surface were assessed instrumentally using the CIELab color space scale before and after the storage process. Mathematical processing of the experimental data was carried out using the MS Excel program. An increase in the storage temperature from 18 °C to 10 °C increased the moisture migration of the samples by 1.3 times over the studied storage period. The surface color of the samples stored at 28 °C was characterized by the surface whiteness index WI. The plastic strength of the samples was studied by their loading force. The values of the loading forces were in the range of 340–423 g, while the strength of the samples stored at 28 °C decreased by 1.6 times after 6 months of storage. Mathematical dependencies are proposed that allow predicting the storage ability and shelf life of candy samples. The results of the study can be useful for research centers in studying the preservation and establishing the shelf life of finished products.

Keywords: confectionery, glazed candies, mass fraction of moisture, candy preservation factors, candy shelf life

For citation: Kazantsev EV, Kondratiev NB, Osipov MV. Factors determining the preservation of candies with whipped cases. *Bulletin of KSAU*. 2025;(9):305-314. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-9-305-314.

Funding: the study was carried out within the framework of the state assignment, topic № FGUS-2022-0007 "Scientific foundations for the formation of confectionery products with a given nutrient composition as multiphase heterogeneous dispersed systems, including the use of cavitation effects, and substantiation of the principles of ensuring their safety."

Введение. Сахаристые кондитерские изделия с пенообразной структурой, включая пастилу, зефир, маршмеллоу, конфеты со сбивными корпусами «Суфле», пользуются высоким спросом и представлены широким ассортиментом на российском рынке [1].

Производители и торговые сети заинтересованы в увеличении хранимоспособности и повышении срока годности кондитерских изделий, при этом в хранении такие изделия подвержены

значительным изменениям качественных характеристик: физико-химических, структурно-механических, органолептических, которые могут приводить к различным видам порчи изделий. Эти изменения обусловлены процессами миграции влаги, жировой фазы и различными факторами, определяющими сохранность и срок годности готовой продукции [2]. К основным факторам, определяющим сохранность конфет со сбивными корпусами, относятся химический

состав используемых рецептурных компонентов, технологические особенности изготовления, свойства упаковочных материалов, условия хранения и реализации продукции [3–6].

Поэтому проведение исследований, направленных на выявление закономерностей изменения качественных характеристик кондитерских изделий с пенообразной структурой на примере конфет со сбивными корпусами в результате влияния различных факторов при хранении, актуальны.

Управление рецептурным составом суфле позволяет повысить его органолептические характеристики. Показана целесообразность использования яблочного пюре из свежих яблок, агара и меда в технологии суфле относительно образца контроля, полученного на основе яблочного пюре определенной торговой марки. Изготовленные образцы с модифицированным составом обладали равномерным по всей массе молочного-белым цветом, кисло-сладким вкусом и запахом, свойственным яблочному пюре, а также нежной, пористой, пенообразной структурой. Изменение цвета образцов оценивали по цветовой шкале CIE Lab. Установлено, что светлота суфле L^* и красные компоненты цвета ($+a^*$) снизились относительно контрольного образца на 20,6 и 62,8 %, соответственно. Явление синерезиса в образцах суфле с внесением в рецептуру меда натурального и агара не установлено, на основании чего авторами сделан вывод, что такие изделия обладают повышенной сохранностью [7].

Ранее исследовано аэрированное кондитерское изделие – маршмеллоу, в состав которого входит желатин, глюкозный сироп и пенообразователь яичный альбумин. С целью замены желирующего агента желатина из-за его ограничений потребления в состав маршмеллоу включали гидроколлоиды ксантановую (К) и гуаровую камеди (Г) в соотношениях: 100 : 0, 25 : 75, 50 : 50 и 75 : 25 и далее сравнивали модельные образцы с контрольным, содержащим только желатин. Определяли физико-химические показатели качества образцов: $^{\circ}\text{Brix}$, массовую долю влаги, pH, активности воды (a_w), плотность, степень взбиваемости, консистенцию, термические, реологические и сенсорные характеристики. Термические свойства изделий определяли методом дифференциальной сканирующей калориметрии. Температуры плавления образцов находились в диапазоне 51,95–60,85 °С в зависи-

мости от соотношения гидроколлоидов. Согласно результатам, плотность, a_w и содержание влаги образца с К25/Г75 не выявили существенных отличий с образцом, содержащим желатин ($p > 0,05$). Исследование консистенции показало, что образец К25/Г75 обладал твердостью, аналогичной контрольному образцу. Термические характеристики образцов, содержащих К25/Г75, которые «таяли во рту», были близки к контрольному, при этом прочность студня и функциональные свойства модельного образца были аналогичны контрольному. Показатели образцов с К25/Г75: твердость, температура плавления студня и энтальпия – положительно коррелировали с образцом сравнения. Исследование вязкоупругих свойств при 25 °С показало, что значения модуля Юнга (G') и модуля потерь (G''), характеризующие вязкую составляющую, зависели от частоты, и G' всегда был выше, чем G'' во всех образцах. Кроме этого, учитывая желаемые сенсорные свойства образцов с К25/Г75, такое соотношение может использоваться при производстве зефира без желатина. Анализ и сравнение данных проведено с использованием критерия Дункана при уровне значимости $\alpha = 5\%$. Эксперименты проводились в трех повторностях [8].

Исследовано влияние рецептурного состава маршмеллоу с пенообразной структурой и высоким содержанием влаги (17–21 %) на его качественные характеристики. Все 18 рецептур имели одинаковое содержание желатина и различались по количеству сахарозы, глюкозного сиропа и содержанию массовой доли влаги. Технология получения образцов включала изготовление и охлаждение сиропа, добавление водного раствора желатина и взбивание смеси в течение 5 мин до достижения пенообразной структуры, разливку массы в формы, охлаждение, резку на цилиндрические изделия и упаковку. В процессе хранения маршмеллоу было более восприимчиво к изменениям, снижающим его качество: кристаллизация сахара; затвердевание или размягчение корпусов. Эти изменения снижали хранимоспособность и срок годности маршмеллоу. Авторами изучен процесс влагопереноса между образцами и окружающей средой – наиболее важный фактор, определяющий срок годности изделий. Для наблюдения возможных изменений в сухой и влажной среде активность воды и содержание влаги в образцах измерялись сразу после производства

и через 1 месяц выдержки в пластиковых упаковках, хранившихся в климатической камере при 35 °С и относительной влажности среды 63 %. В процессе хранения процесс влагопереноса в маршмеллоу оценивали графическими зависимостями в виде изотерм сорбции влаги. Эти данные обобщали и описывали уравнениями для изотерм БЭТ при $R^2 > 0,99$. Измерения температуры стеклования T_g методом дифференциальной сканирующей калориметрии проводились на исходных образцах. Температурная программа состояла из режимов нагрева-охлаждения-нагрева в диапазоне температур от 50 до 0 °С со скоростью нагрева 5 °С мин⁻¹. T_g определяли как среднюю точку диапазона температур, где происходит ступенчатое изменение удельной теплоемкости. Для сравнения средних значений измерений использовался дисперсионный анализ ANOVA с ранговым тестом Тьюки. Различия считали значимыми при $p < 0,05$. Измерения проводились в двух повторностях. Авторами установлено, что составы с более высоким содержанием глюкозного сиропа интенсивно поглощали влагу во время старения, что приводило к неприемлемому внешнему виду и кашецеобразной консистенции, потере эластичности и липкой, зернистой поверхности [9].

Ранее изучено влияние комбинированных белковых и гидроколлоидных систем на формирование структурных свойств сбивных конфетных масс типа «мягких нугатинов» с повышенной агрегативной устойчивостью. Исследовано влияние технологических факторов на изменение структурно-механических свойств аэрированных конфетных масс на основе сывороточных белков. Авторами установлено, что использование композиции структурообразователей «желатин – гуммиарабик» способствует улучшению стабильности конфетных масс на основе сывороточных белков при механическом воздействии и получении затяжных масс с глянцево-поверхностью. Научно обоснованы рациональные технологии сбивных затяжных конфетных масс с повышенной агрегативной стойкостью с применением белково-полисахаридных комплексов. Добавление сахарно-глюкозного сиропа с массовой долей сухих веществ 93 % и температурой 100–105 °С к белковым пенам способствует образованию мягкой, пластичной, тянущейся, конфетной массы с плотностью 950–960 кг/м³ и прочностью 1,98 кПа. Кроме того, положительное влияние сахаров объясня-

лось увеличением вязкости объемной фазы, что снижало темпы потерь жидкости системой и повышало ее стойкость. Авторами установлено, что взаимодействие белковой пены сывороточного белка с комплексной смесью гидроколлоидов «желатин – гуммиарабик» способствует стабилизации конфетной массы и препятствует разрушению пенообразной структуры при формировании конфет методом экструзии [10].

Исследовано влияние факторов температуры и плотности рецептурного количества патоки, вносимого в взбитую зефирную массу, на стабильность и формоустойчивость массы. Авторами установлено, что использование патоки с температурой 75 °С обеспечивает оптимальную структуру и консистенцию зефирной массы благодаря коагуляции белковых молекул при температуре 70 °С. Показано, что зефирная масса обладает оптимальными пластичностью и формоустойчивостью при использовании патоки с плотностью 0,9 г/см³ [11].

Показано влияние рецептурного состава и технологической обработки шоколадных масс на органолептические и структурно-механические свойства шоколада на их основе при различных условиях хранения. Образцы получали предварительным темперированием шоколадных масс при температурах 25 °С, 27 и 29 °С с последующим добавлением 3 %, 5 и 7 % эквивалентов масла какао (ЭМК) с температурой плавления 33–37 °С. Тестирование включало циклическую и термическую обработку, позволяющую достигнуть быстрого «поседения» поверхности шоколада. Показана динамика изменения цвета и блеска образцов в зависимости от концентрации ЭМК и условий предварительного темперирования. Установлено, что насыщенность цвета поверхности шоколада увеличивалась в зависимости от концентрации ЭМК. Показано, что шоколад, полученный из предварительно темперированной шоколадной массы при температуре 27 °С и содержащий 7 % эквивалентов масла какао, сохранял блеск поверхности после 30 циклов обработки, в то время как образцы, выработанные из предварительно темперированной шоколадной массы при 25 °С и особенно при 29 °С утрачивали блеск поверхности шоколада уже после 15 и 5 циклов соответственно [12, 13].

Исследованы закономерности изменения структурно-механических свойств глазури глазированных конфет в результате процесса миг-

рации жировой фазы из неглазированной части конфет по показателю усилие нагружения при хранении в течение 8 недель и температуре 18 °С. Образцы глазировали двумя видами кондитерской глазури: № 1 на основе жиров лауринового типа и № 2 кондитерской глазури с высоким содержанием трансизомеризованных жирных кислот. Установлено, что использование глазури с высоким содержанием элаидиновой кислоты позволяет уменьшить скорость изменения пластической прочности глазури на 23–29 % относительно глазури на основе жиров лауринового типа [14].

Изучены изменения физико-химических и органолептических показателей качества пастильных кондитерских изделий, упакованных в различные виды упаковочных материалов: № 1 – целлофановый пакет и прозрачная подложка 220 × 105 мм; № 2 – целлофановый пакет и коррекс 240 × 70 мм; № 3 – целлофановый пакет и коррекс 200 × 140 мм; № 4 – целлофановый пакет и коррекс 225 × 145 мм; образец № 5 – картонная коробка, целлофановый пакет и коррекс 260 × 175 мм. Изменение массовой доли влаги и плотности образцов определяли с периодичностью в 1 мес. Установлено, что за 3 мес. хранения массовая доля влаги образцов снизилась на 4 % и составляла 15–16 %, а плотность – 0,57–0,58 г/см³. Авторами сделан вывод,

что исследованные упаковочные материалы позволяют обеспечить качественные характеристики зефира, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 6441-2014 «Изделия кондитерские пастильные. Общие технические условия» и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Цель исследования – изучить закономерности изменения качественных характеристик глазированных конфет в результате воздействия основных факторов сохранности, определяющих эти изменения.

Задачи: исследовать влияние факторов: вид используемого упаковочного материала, температура хранения; определить изменения физико-химических показателей качества конфет при хранении, характеризующих процесс влагопереноса, таких как массовая доля влаги, активность воды; выявить изменения структурно-механических свойств конфет по показателю пластическая прочность. оценить процесс «поседения» глазури в процессе хранения провести органолептическую оценку образцов до и после хранения, согласно требованиям ГОСТ 4570-2014 «Конфеты. Общие технические условия».

Объекты и методы. Рецептный состав глазированных конфет «Суфле» включал 26,0 % сахара белого, 11,3 патоки карамельной, 6,5 жира, 4 агара, 2,0 белка яичного сухого, 40,8 % шоколадной глазури (рис. 1).



*Рис. 1. Образец глазированной конфеты со сбивным корпусом «Суфле»
A sample of glazed candy with a whipped body "Souffle"*

Изготовленные образцы конфет упаковывали в различные полимерные пленки: партия № 1 – F-TST-M (двуосноориентированный полиэтилен-терефталат с металлизированным покрытием) и партия № 2 – BOPP (двуосно-ориентированный полипропилен) с шириной 20 мкм. Толщину пленок определяли микрометром рычажного типа МР (РФ).

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 согласно ГОСТ 5900–2014 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли влаги и сухих веществ».

Активность воды определена по ГОСТ ISO 21807-2015 «Микробиология пищевой продукции и кормов. Определение активности воды».

Пластическая прочность образцов определена с использованием прибора «Структурометр СТ-2» (РФ), согласно инструкции к прибору.

Органолептическая оценка образцов определена по ГОСТ 5897-90 «Изделия кондитер-

ские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей» и ГОСТ 4570 – 2014 «Конфеты. Общие технические условия».

Оценка процесса «поседения» глазури проведена с использованием калориметра модели LS173 (КНР) по цветовой шкале CIEL*a*b* и показателя индекс белизны WI по формуле

$$W = \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}},$$

где L* – яркость; a* – градиент зеленого цвета к красному; b* – градиент синего цвета к желтому.

Математическая обработка экспериментальных данных проведена с помощью программы MS Excel.

Результаты и их обсуждение. Повышение температуры хранения позволило ускорить про-

цессы изменения качественных характеристик изделий. Температура 28 °С – это максимально возможная температура, при которой глазированные изделия сохраняют свои потребительские характеристики, такие как форму, поверхность, структуру и др. Относительная влажность 40 % близка к среднему уровню при хранении кондитерской продукции.

Измерены показатели, характеризующие процессы влагопереноса в образцах конфет в результате миграции влаги при различных температурах хранения (рис. 2, 3). Активность воды образцов за исследованный период хранения находилась в диапазоне 0,750–0,70, что прогнозирует микробиологическую стабильность конфет при хранении.

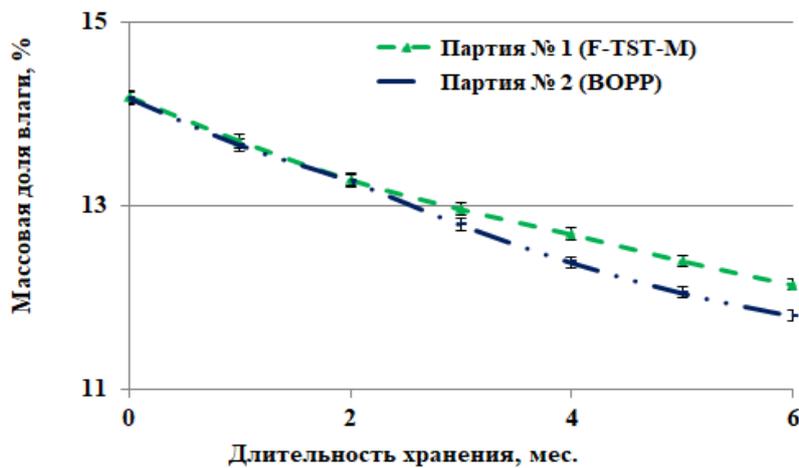


Рис. 2. Массовая доля влаги конфет «Суфле» при температуре 18 °С
Mass fraction of moisture of "Souffle" candies at a temperature of 18 °С

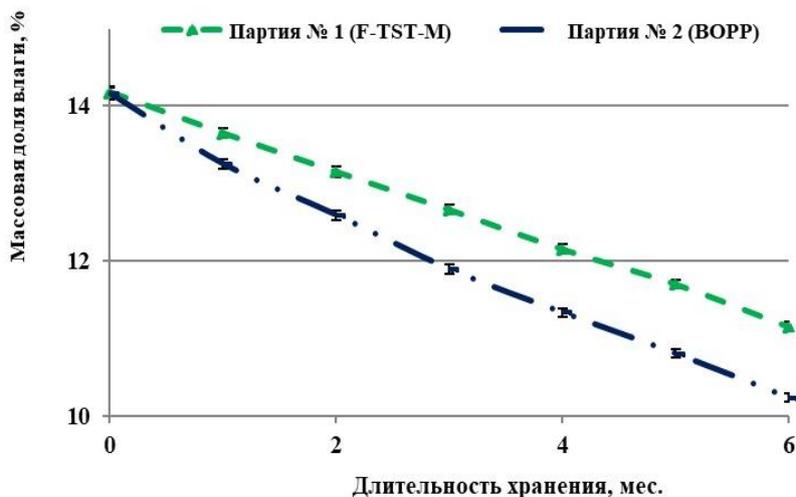


Рис. 3. Массовая доля влаги конфет «Суфле» при температуре 28 °С
Mass fraction of moisture of "Souffle" candies at a temperature of 28 °С

Массовая доля влаги исследованных образцов за 6 месяцев хранения находилась в диапазоне от 14,1 до 10,5 %. Показано, что потери массовой доли влаги конфет, хранившихся при температуре 18 °С, составили 2,0 и 2,5 % для партий № 1 и № 2 соответственно. При повышении температуры хранения на 10 °С потери массовой доли влаги для партий № 1 и № 2 составили 3,0 % и 3,9 %

На основании полученных данных сделан вывод, что при исследованных условиях хранения использование упаковочного материала F-TST-M позволяет снизить потери влаги образцов в 1,2–1,3 раза относительно образцов, упакованных в BOPP пленку, что позволяет повысить сохранность и срок годности конфет.

Процесс миграции влаги при хранении образцов описан математически уравнениями регрессии:

$$\text{№ 1 (18 °С): } y = -0,33x + 14,0 \text{ (R}^2 = 0,986\text{);}$$

$$\text{№ 2 (18 °С): } y = -0,40x + 14,1 \text{ (R}^2 = 0,991\text{);}$$

$$\text{№ 1 (28 °С): } y = -0,50x + 14,2 \text{ (R}^2 = 0,991\text{);}$$

$$\text{№ 2 (28 °С): } y = -0,64x + 14,0 \text{ (R}^2 = 0,992\text{).}$$

Для оценки изменения структурно-механических свойств конфет в процессе хранения исследована пластическая прочность образцов по их усилию нагружения (рис. 4).

Установлено, что значения усилий нагружения находились в широких диапазонах – 340–423 г. При этом прочность конфет партии № 2 в 1,2 раза выше образцов партии № 1 за исследованный период хранения.

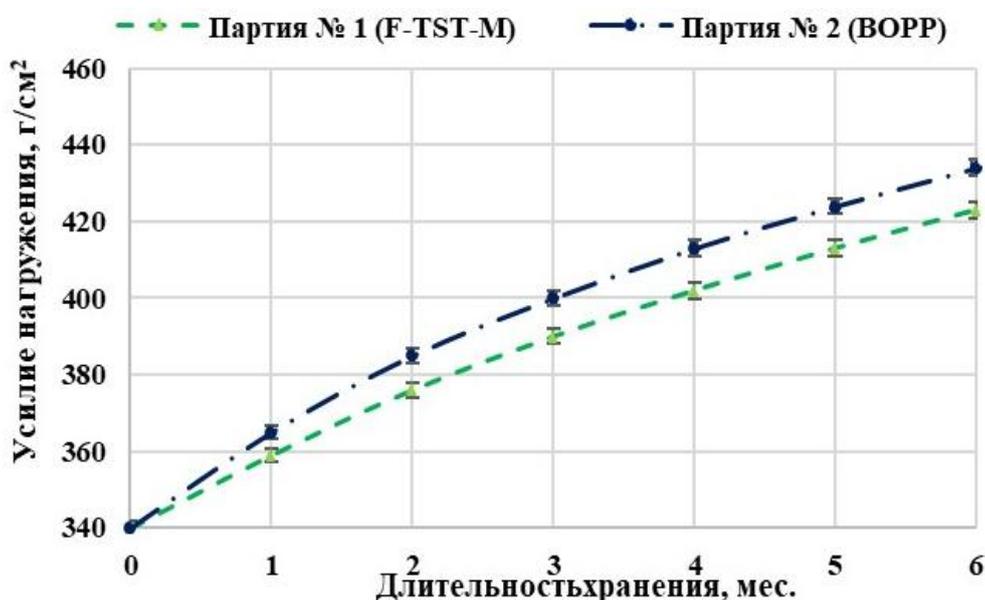


Рис. 4. Прочность конфет «Суфле» при температуре 18 °С в процессе хранения
Strength of "Souffle" candies at a temperature of 18 °С during storage

Повышение температуры на 10 °С приводит к уменьшению прочности конфет в 1,6 раза после 6 мес. хранения, при этом пластическая прочность образцов партии № 2 была выше относительно партии № 1.

Сделан вывод, что относительное увеличение пластической прочности образцов конфет, упакованных в BOPP пленку, обусловлено наибольшей миграцией влаги и жировой фракции конфетной массы при исследованных условиях хранения.

Изменение цвета шоколадной глазури в результате миграции жировой фракции конфетной массы к глазированной поверхности и после-

дующее образование кристаллов жира на поверхности при хранении – процесс «поседения» оценены индексом белизны WI.

Установлено, что WI поверхности конфет партий № 1 и № 2, хранившихся при температуре 28 °С, после 6 мес. хранения составил 72 и 75 ед. белизны соответственно. Сделан вывод, что образцы, упакованные в пленку F-TST-M, более стабильны в хранении и устойчивы к процессу «поседения», что связано с меньшей скоростью процессов миграции жира.

Проведена органолептическая оценка исследованных образцов до и после 6 мес. хранения (рис. 5).

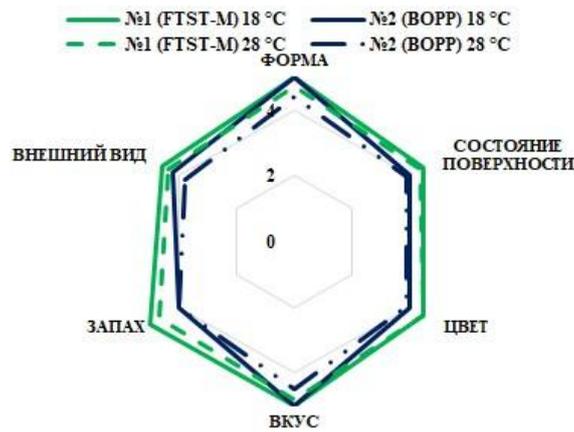


Рис. 5. Профилограмма органолептического профиля конфет «Суфле» при температуре 18 °C в процессе хранения

Profilogram of the organoleptic profile of "Souffle" candies at a temperature of 18 °C during storage

Образцы перед помещением на хранение обладали недеформированной формой, глянцево-коричневой поверхностью без следов «поседения» с равномерным светло-коричневым шоколадным цветом. После 6 мес. хранения конфет при температуре 18 °C значимых изменений формы и вкуса не установлено. Однако запах конфет был слабо выражен, а цвет менее насыщенным. Поверхность конфет утратила блеск, при этом следов «поседения» не обнаружено.

Увеличение температуры хранения на 10 °C позволило ускорить изменение органолептических характеристик конфет. Так, запах конфет был невыраженным для всех образцов, а цвет образцов № 2 стал более светлым, чем у образцов № 1, что подтверждено значениями индекса белизны.

На основании полученных результатов органолептической оценки образцов сделан вывод, что применение пленки F-TST-M позволяет повысить сохранность и срок годности конфет.

Исследование основных факторов, определяющих сохранность глазированных конфет со сбивными корпусами, позволило более полно показать последовательность изменений качественных характеристик изделий в процессе хранения.

Авторами показано, что упаковочные материалы, температура хранения, процессы миграции влаги являются первоочередными факторами, обуславливающими сохранность и срок годности сахаристых кондитерских изделий. При этом второстепенные факторы сохранности, например освещенность, условия транспортировки, не являлись предметом проведенного исследования, однако их также необходимо учитывать.

Результаты показали влияние наиболее востребованных полимерных пленок без и с ме-

таллизированным покрытием на сохранность глазированных конфет со сбивными корпусами.

Процесс влагопереноса исследованных образцов конфет описан математически.

Полученные результаты могут быть использованы в аналитических лабораториях оценки качества пищевой продукции при проведении мероприятий по подтверждению и установлению срока годности сахаристых кондитерских изделий. Для этого предложенная в работе последовательность исследований может быть изменена с учетом особенностей объекта и задач исследований. Результаты работы могут быть применены к другим видам сахаристых кондитерских изделий пенообразной структуры, таких как маршмеллоу, зефир, пастила, нуга, десерты, включая глазированные шоколадной глазурью.

Заключение. Исследованы основные факторы, определяющие изменения физико-химических, структурно-механических и органолептических характеристик глазированных конфет со сбивными корпусами в процессе хранения.

Показано влияние температуры хранения на процесс влагопереноса в образцах, упакованных в различные упаковочные материалы.

Используя полученные уравнения регрессии, можно прогнозировать сохранность и срок годности конфет.

Определены изменения структурно-механических свойств и органолептических показателей качества конфет, таких как цвет, запах, включая «поседение» поверхности образцов при хранении.

Установлено, что образцы конфет, упакованные в F-TST-M пленку, обладали большей сохранностью относительно образцов, упакованных в пленку на основе BOPP.

Результаты работы могут быть полезны при прогнозировании сохранности и срока годности других видов сахаристых кондитерских изделий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Маркетинговое исследование. Российский рынок пастилы и зефира за 2017–2024 гг. Прогноз до 2025 г. Доступно по: <https://tk-solutions.ru/russia-rynok-pastily-i-zefira>. Ссылка активна на 02.04.2025.
2. Кондратьев Н.Б., Руденко О.С., Казанцев Е.В., и др. Процессы миграции влаги и жира в кондитерских изделиях. М.: ДеЛи, 2023. 167 с.
3. Колпакова В.В., Бызов В.А. Функциональные характеристики и молекулярно-структурная модификация растительных белков. Обзор // Пищевые системы. 2024. Т. 7, № 3. С. 324–335. DOI: 10.17816/PTORS5350-57.
4. Зелке С., Кутлер Д., Хернандес Р. Пластиковая упаковка. М.: Профессия, 2011. 560 с.
5. Козлов А.А. Пастильное изделие. Патент на изобретение РФ № 2728210. 28.07.2020, Бюл. № 22. Доступно по: <https://patentimages.storage.googleapis.com/68/57/fb/4978a16ae31334/RU2728210C1.pdf>. Ссылка активна на 12 нояб. 2024.
6. Nepovinnykh N.V., Klyukina O.N., Kodatskiy Yu.A., et al. Study of the stability of foam and viscoelastic properties of marshmallow without gelatin // Foods and Raw Materials. 2018. Vol. 6, N 1. P. 90–98. DOI: 10.21603/2308-4057-2018-1-90-98.
7. Мухамбеткалиева Д.С., Абушаева А.Р., Садыгова М.К., и др. Влияние структурообразующих рецептурных ингредиентов и подсластителей на качество суфле из яблок // Вестник КамчатГТУ. 2024. № 69. С. 21–38. DOI: 10.17217/2079-0333-2024-69-21-38.
8. Mardani M., Yeganehzad S., Ptichkina N., et al. Study on foaming, rheological and thermal properties of gelatin-free Marshmallow // Food Hydrocolloids. 2019. N 93. P. 335–341. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2019.02.033.
9. Kirtil E., Aydogdu A., Oztop M.H. Investigation of physical properties and moisture sorption behaviour of different marshmallow formulations // Acta Horticulturae. 2017. N 1152. P. 243–248. DOI: 10.17660/actahortic.2017.1152.33.
10. 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 ВГУИТ. 2022. Т. 2, № 92. С. 128–134. DOI: 10.20914/2310-1202-2022-2-128-134.
11. Долматова И.А., Зайцева Т.Н., Кузнецова Е.А. и др. Результаты исследований влияния температуры и плотности на стабильность зефира // Аграрная наука. 2023. Т. 370, № 5. С. 98–102. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-370-5-98-102.
12. Torbica A., Pajin B., Omorjan R. Influence of Soft Cocoa Butter Equivalents on Color and Other Physical Attributes of Chocolate // Journal of the American Oil Chemists' Society. 2011. N 88. P. 937–947. DOI: 10.1007/s11746-011-1763-6.
13. Abdul Halim H.S., Selamat J., Mir-hosseini S.H., et al. Sensory preference and bloom stability of chocolate containing cocoa butter substitute from coconut oil // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2019. N 18. P. 443–448. DOI: 10.1016/j.jssas.2018.02.005.
14. Кондратьев Н.Б., Казанцев Е.В., Калинкина Е.С., и др. Изменение пластической прочности глазури на основе жиров нетемператуемых лауринового и нелауринового типов при хранении кондитерских изделий // Пищевая промышленность. 2021. № 11. С. 54–58. DOI: 10.52653/PPI.2021.11.11.008. EDN: VVWDYM.

References

1. *Marketingovoye issledovaniye. Rossiyskiy ryok pastily i zefira za 2017–2024 gg. Prognoz do 2025 g.* Available at: <https://tk-solutions.ru/russia-rynok-pastily-i-zefira>. Accessed: 02.04.2025. (In Russ.).
2. Kondrat'yev NB, Rudenko OS, Kazantsev EV, et al. *Protsessy migratsii vlagi i zhira v konditerskikh izdeliyakh.* Moscow: DeLi; 2023. 167 p. (In Russ.).
3. Kolpakova VV, Byzov VA. Functional characteristics and molecular structural modification of plant proteins. Review. *Food Systems.* 2024;7(3):324-335. (In Russ.). DOI: 10.21323/2618-9771-2024-7-3-324-335.
4. Zelke S, Kutler D, Khernandes R. *Plastics Packaging.* Moscow: Professiya; 2011. 560 p. (In Russ.).

5. Kozlov A.A. Pastil'noe izdelie. Patent RUS № 2728210. 28.07.2020. Byul. № 22. Available at: <https://patentimages.storage.googleapis.com/68/57/fb/4978a16ae31334/RU2728210C1.pdf>. Accessed: 12 Nov 2024. (In Russ.).
6. Nepovinnykh NV, Klyukina ON, Kodatskiy YuA, et al. Study of the stability of foam and viscoelastic properties of marshmallow without gelatin. *Foods and Raw Materials*. 2018;6(1):90-98. DOI: 10.21603/2308-4057-2018-1-90-98.
7. Mukhambetkaliyeva DS, Abushayeva AR, Sadygova MK, et al. The effect of structure-forming ingredients and sweeteners on apple souffle quality. *Vestnik KamchatGTU*. 2024;69:21-38. (In Russ.). DOI: 10.17217/2079-0333-2024-69-21-38.
8. Mardani M, Yeganehzad S, Ptichkina N, et al. Study on foaming, rheological and thermal properties of gelatin-free Marshmallow. *Food Hydrocolloids*. 2019;93:335-341. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2019.02.033.
9. Kirtil E, Aydogdu A, Oztop MH. Investigation of physical properties and moisture sorption behaviour of different marshmallow formulations. *Acta Horticulturae*. 2017;1152:243-248. DOI: 10.17660/actahortic.2017.1152.33.
10. Kalinovskaya TV, Omel'chuk VI, Gavrilov AV. 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. *Vestnik VGUIT*. 2022;2(92):128-134. (In Russ.). DOI: 10.20914/2310-1202-2022-2-128-134.
11. Dolmatova IA, Zaytseva TN, Kuznetsova YeA, et al. The results of studies of the influence of temperature and density on the stability of marshmallow. *Agrarnaya nauka*. 2023;(5):98-102. (In Russ.). DOI: 10.32634/0869-8155-2023-370-5-98-102.
12. Torbica A, Pajin B, Omorjan R. Influence of Soft Cocoa Butter Equivalents on Color and Other Physical Attributes of Chocolate. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2011;88:937-947. DOI: 10.1007/s11746-011-1763-6.
13. Abdul Halim HS, Selamat J, Mir-hosseini SH, et al. Sensory preference and bloom stability of chocolate containing cocoa butter substitute from coconut oil. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2019;18:443-448. DOI: 10.1016/j.jssas.2018.02.005.
14. Kondrat'yev NB, Kazantsev YeV, Kalinkina YeS, et al. Change in the plastic strength of a glaze based on non-tempered lauric and non-lauric fats during storage of confectionery. *Food Industry*. 2021;11:54-58. (In Russ.). DOI: 10.52653/PPI.2021.11.11.008. EDN: VVWDYM.

Статья принята к публикации 23.06.2025 / The article accepted for publication 23.06.2025.

Информация об авторах:

Егор Валерьевич Казанцев¹, научный сотрудник отдела современных методов оценки качества кондитерских изделий

Николай Борисович Кондратьев², главный научный сотрудник отдела современных методов оценки качества кондитерских изделий, доктор технических наук

Максим Владимирович Осипов³, руководитель отдела современных методов оценки качества кондитерских изделий, кандидат технических наук

Information about the authors:

Egor Valerievich Kazantsev¹, Researcher, Department of Modern Methods for Assessing the Quality of Confectionery Products

Nikolai Borisovich Kondratiev², Chief Researcher at the Department of Modern Methods for Assessing the Quality of Confectionery Products, Doctor of Technical Sciences

Maxim Vladimirovich Osipov³, Head of the Department of Modern Methods for Assessing the Quality of Confectionery Products, Candidate of Technical Sciences

