

Е.В. Казанцев ✉

Н.Б. Кондратьев

М.В. Осипов

А.Е. Баженова

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

✉ conditerprom_lab@mail.ru

Поступила в редакцию: 27.05.2025

Одобрена после рецензирования: 13.07.2025

Принята к публикации: 28.07.2025

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

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-397-08-144-149

Egor V. Kazantsev ✉

Nikolay B. Kondratiev

Maxim V. Osipov

Alla E. Bazhenova

All-Russian Research Institute of Confectionery Industry – branch of the Gorbato Research Center for Food Systems, Moscow, Russia

✉ conditerprom_lab@mail.ru

Received by the editorial office: 27.05.2025

Accepted in revised: 13.07.2025

Accepted for publication: 28.07.2025

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

Влияние сухого яичного белка на качество сбивных конфетных масс

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Цель исследований — изучить влияние свойств сухого яичного белка (СЯБ) с повышенной пенообразующей способностью и гелеобразованием на качественные характеристики сбивных конфетных масс, используемых для получения конфет типа суфле.

Задачи исследования: провести качественный анализ образцов белков методом ИК-спектроскопии; определить пенообразующую способность и стойкость пены образцов; изготовить модельные образцы конфет на основе сбивной конфетной массы; оценить структурно-механические характеристики конфет; провести сравнительный анализ органолептических показателей качества образцов.

Объекты исследования — образцы СЯБ различных стран производителей и изготовленные на их основе образцы конфет. Показатели качества образцов, включая пенообразующую способность и стойкость пены, определяли аналитическими и физико-химическими методами. Проведена сравнительная оценка полученных ИК-спектров СЯБ в ИК-области 1700–1600 см⁻¹, характеризующая вторичную структуру белка. Установлена взаимосвязь между pH СЯБ и их пенообразующей способностью. Определены структурно-механические характеристики конфет на основе сбивных конфетных масс, содержащих СЯБ. Цвет поверхности конфет определяли с помощью шкалы CIELab непосредственно после структурообразования массы. Математическая обработка результатов проведена с помощью программы Excel. Комплекс аналитических, физико-химических и структурно-механических методов оценки качества СЯБ и конфет на их основе может быть использован для научного обоснования выбора СЯБ для изготовления кондитерских изделий пенообразной консистенции и повышения их конкурентоспособности.

Результаты работы могут быть использованы в аналитических лабораториях и на предприятиях кондитерской отрасли для повышения качества продукции.

Ключевые слова: сухой яичный белок, качественный анализ, сбивные конфетные массы, структура, прочность, органолептические показатели

Для цитирования: Казанцев Е.В., Кондратьев Н.Б., Осипов М.В., Баженова А.Е. Влияние сухого яичного белка на качество сбивных конфетных масс. *Аграрная наука*. 2025; 397(08): 144–149.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-397-08-144-149>

The influence of dry egg white on the quality of whipped candy masses

ABSTRACT

Relevance. The purpose of the research is to study the effect of the properties of dry egg white (SNB) with increased foaming ability and gelation on the qualitative characteristics of whipped candy masses used to produce sweets of the soufflé type.

Research objectives: to conduct a qualitative analysis of protein samples using IR spectroscopy; to determine the foaming capacity and foam stability of the samples; to make model candy samples based on whipped candy mass; to evaluate the structural and mechanical characteristics of the candies; to conduct a comparative analysis of the organoleptic quality indicators of the samples.

The objects of the study are EWP samples from different manufacturing countries and candy samples made on their basis. The quality indicators of the samples, including foaming capacity and foam stability, were determined by analytical and physicochemical methods. A comparative evaluation of the obtained IR spectra of EWP in the IR region of 1700–1600 cm⁻¹, which characterizes the secondary structure of the protein, was carried out. A relationship was established between the pH of EWP and their foaming capacity. Structural and mechanical characteristics of sweets based on whipped candy masses containing EWP were determined. The color of the candy surface was determined using the CIELab scale immediately after the mass structure formation. Mathematical processing of the results was carried out using the Excel program. A set of analytical, physicochemical and structural-mechanical methods for assessing the quality of СЯБ and sweets based on them can be used for scientific substantiation of the choice of EWP for the manufacture of confectionery products of foamy consistency and increasing their competitiveness.

The results of the work can be used in analytical laboratories and confectionery industry enterprises to improve product quality.

Key words: dry egg white, qualitative analysis, whipped candy masses, structure, strength, organoleptic properties

For citation: Kazantsev E.V., Kondratiev N.B., Osipov M.V., Bazhenova A.E. The influence of dry egg white on the quality of whipped candy masses. *Agrarian science*. 2025; 397(08): 144–149 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-397-08-144-149>

Введение/Introduction

Спрос на кондитерскую продукцию с высокими качественными характеристиками со стороны отечественного потребителя постоянно растет. Кондитерские изделия, такие как зефир, нуга, шоколадные батончики с начинкой из сбивной конфетной массы и конфеты, обладают мягкой консистенцией, пенообразной структурой и приятным вкусом [1].

Изготовление сбивной конфетной массы для получения конфет на их основе требует использования различных видов дорогостоящего сырья, такого как какао тертое, какао масло, орехи, молочный жир, яичный белок, с заданными показателями качества. Важнейшим рецептурным компонентом при получении сбивных конфетных масс является СЯБ, ценный химический состав и свойства которого формируют качественные характеристики полуфабрикатов и готовых кондитерских изделий [2–4]. Так, объем взбитой массы, ее плотность и структурно-механические свойства значительно зависят от химического состава и пенообразующей способности СЯБ [5, 6]. При большом многообразии предлагаемых иностранными производителями СЯБ существует проблема обоснования выбора этого сырьевого компонента для обеспечения заданных потребительских характеристик кондитерских изделий на их основе [7, 8]. Поэтому исследования, направленные на обоснование выбора СЯБ для обеспечения качества сбивных полуфабрикатов, включая конфетные массы для кондитерских изделий, особенно актуальны.

Исследования структуры и химического строения СЯБ проводят с использованием современных аналитических методов, таких как масс-спектрометрия, спектроскопия ядерного магнитного резонанса, инфракрасная спектроскопия и др. [9, 10].

Метод ИК-спектроскопии используют для оценки вторичной структуры компонентов в белке путем измерения длины волны и интенсивности поглощения инфракрасного излучения образцом белка. Эффективность метода заключается в высоком разрешении, чувствительности, точности, простоте и скорости работы. При исследовании структуры СЯБ диапазон поглощения ИК-спектра белка при $1700\text{--}1600\text{ см}^{-1}$ (амид I) наиболее чувствителен к прочности образованных водородных связей, поэтому представляет интерес для изучения вторичной структуры белка [11].

В исследовании T. Tang и др. описано моделирование химического состава белков с целью повысить их функциональные и технологические свойства. Пенообразующая способность СЯБ и стабильность пены улучшены с помощью добавления 9% и 12% соевых пептидов, что привело к повышению эластичности пенной пленки [12].

В работе S. Sultana и др. показано влияние температуры агаро-сахаро-паточного сиропа, вносимого при взбивании пенообразной массы на ее структурно-механические характеристики. Массы получали сбиванием СЯБ с агаро-сахаро-паточным сиропом при температуре $60\text{--}80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Установлено, что повышение температуры сиропа позволило увеличить срок годности конфет [13].

Цель работы — изучить влияние свойств СЯБ с повышенной пенообразующей способностью и гелеобразованием на качественные характеристики сбивных конфетных масс, используемых для получения конфет типа суфле.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проведены в лаборатории ВНИИ КП — филиале ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН в 2025 году.

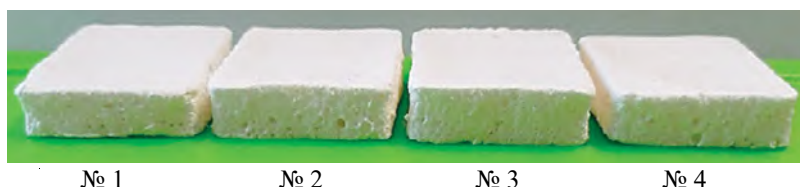
Образцы СЯБ № 1 (Индия), № 2 (Индия) с высокой взбиваемостью, № 3 (Индия) с высокой гелеобразующей способностью и № 4 (РФ) с высокой взбиваемостью. На основе образцов СЯБ, полученных из различных источников с документами, подтверждающими их надлежащее качество, в лабораторных условиях провели моделирование технологического процесса изготовления конфет с корпусами на основе сбивной конфетной массы с максимально возможным соответствием условиям промышленного производства, изготовлены сбивные конфетные массы¹ № 1–4, содержащие сахар белый кристаллический, патоку крахмальную, СЯБ № 1–4, молоко сгущенное, заменитель молочного жира, агар, кислоту лимонную. Образцы конфет, изготовленные на основе сбивных конфетных масс, содержащих различные СЯБ (№ 1–4), представлены на рисунке 1.

Конфетные массы получают сбиванием растворов СЯБ с агаро-сахаро-паточным сиропом в сбивальной машине с планетарным движением венчика.

СЯБ предварительно замачивают в воде с температурой $35\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (на одну часть СЯБ добавляют 5,5 части воды) и дают выстояться 1,5–2 ч. Раствор белка загружают в сбивальную машину и сбивают в течение 15–20 мин. при скорости вращения венчика 300–350 об/мин, вносят агаро-сахаро-паточный сироп с температурой $65\text{--}70\text{ }^{\circ}\text{C}$

Рис. 1. Модельные образцы конфет № 1–4 на основе сбивной конфетной массы, содержащей различные СЯБ

Fig. 1. Model samples No. 1–4 (from left to right) of candies based on whipped candy mass containing various EWP



¹ ГОСТ 53041-2008 Изделия кондитерские и полуфабрикаты кондитерского производства. Термины и определения.

и сбивают до образования однородной массы с массовой долей влаги от 18 до 22%.

Формование конфетных пластов проводят размазкой в прямоугольную форму. Выстаивание проводят в помещении при температуре 20–25 °С в течение 12–16 ч. Происходит процесс желирования массы, на поверхности образуется кристаллическая корочка сахарозы, предохраняющая от прилипания к ножам при резке.

Образцы конфет, изготовленные на основе сбивных конфетных масс, соответствовали требованиям ГОСТ 53041-2008 по органолептическим и физико-химическим показателям.

Показатель pH СЯБ измеряли с использованием ионометрического преобразователя «Аквилон» И-500 (Россия). ИК-спектры водных растворов образцов СЯБ получены с использованием ИК-спектрофотометра IR-Affinity (Shimadzu, Япония).

Пенообразующую способность образцов СЯБ в % рассчитывали по формуле:

$$П = \frac{H_{п2}}{H_{п1}} \times 100\%, \quad (1)$$

где: $H_{п2}$ — высота столба пены (в мм) после 4 мин. сбивания при 150 об/мин миксером Polaris 700 Вт (Китай) и 5 сек выстаивания; $H_{п1}$ — высота столба пены (в мм) после 4 мин. сбивания при 150 об/мин.

Стабильность пены определяли по формуле:

$$C = \frac{H_{п15}}{H_{п2}} \times 100\%, \quad (2)$$

где $H_{п15}$ — высота столба пены (в мм) после 15 мин. выстаивания.

Массовая доля влаги W образцов на основе сбивной массы определена по ГОСТ 5900², активность воды a_w — по ГОСТ ISO 21807³.

Структурно-механические характеристики образцов определяли по усилиям нагружения образцов сбивной массы, характеризующих пластическую прочность конфет при деформации поверхности 3 мм с использованием прибора «Структурометр СТ-2» (Россия) с индентором «Валента» согласно инструкции к прибору.

Плотность образцов сбивной массы ρ (кг/м³) рассчитывали по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (3)$$

где: m — масса образца, кг; V — объем образца, м³.

Оценка цветового градиента поверхности

конфет проведена по цветовой шкале CIEL*a*b* с использованием колориметра LS173 (Китай). Определение органолептических показателей проводили группой из 7 аттестованных экспертов в соответствии с ГОСТ 5897⁴ и ГОСТ 4570⁵.

Математическая обработка экспериментальных данных проведена с помощью программы Excel 2019 (США). Результаты представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения ($X_{cp} \pm \Delta$) при доверительной вероятности $p = 0,95$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Вторичная структура белка оказывает существенное влияние на пенообразную структуру сбивных масс, используемых для изготовления конфет типа суфле.

Для сравнения физико-химических свойств различных партий СЯБ исследованы ИК-спектры 5%-ных водных растворов в средней инфракрасной области (рис. 2).

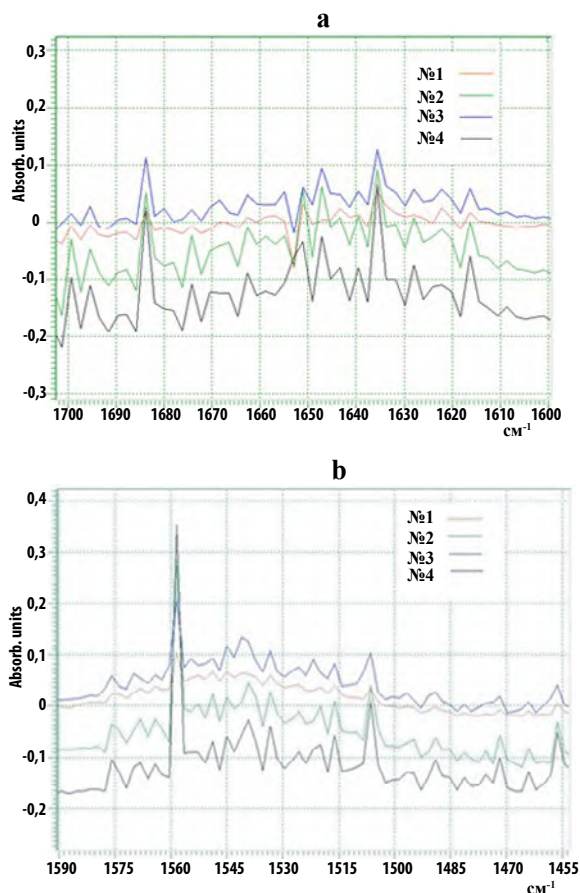
Площади пиков образцов № 4 и № 1 значительно

Рис. 2. Диапазоны ИК-спектров растворов СЯБ:

а — 1700–1600 см⁻¹ (амид I); б — 1590–1455 см⁻¹ (амид II)

Fig. 2. IR spectral ranges EWP solutions:

а — 1700–1600 cm⁻¹ (amide I); б — 1590–1455 cm⁻¹ (amide II)



² ГОСТ 5900-2014 Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли влаги и сухих веществ.

³ ГОСТ ISO 21807-2015 Микробиология пищевой продукции и кормов. Определение активности воды.

⁴ ГОСТ 5897-90 Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей.

⁵ ГОСТ 4570-2014 Конфеты. Общие технические условия.

различались между собой, в то время как интенсивность пиков образцов № 2 и № 3 была сопоставимой в диапазоне 1700–1600 см⁻¹, характерном для поглощения валентных групп атомов –C = O. В этом диапазоне оценивают вторичную структуру белка, включающую конформации α -спиралей, β -складчатого слоя, β -изгибов цепи при 180° и случайных завитков аминокислот [14].

В области 1575–1480 см⁻¹ установлены различия площадей пиков поглощения при 1560 см⁻¹, обусловленные деформационными колебаниями групп –NH и валентными –N–C = O, что подтверждает различия в конформациях молекул исследованных образцов СЯБ и, следовательно, их физико-химических свойствах при получении сбивных конфетных масс.

Полученные данные хорошо коррелируют с результатами работы [15]. Научное обоснование выбора СЯБ на основе метода ИК-спектроскопии требует составления библиотек спектров с предварительной деконволюцией пиков поглощения [16].

Таким образом, использованный в работе метод ИК-спектроскопии позволяет осуществлять выбор образцов СЯБ на стадии входного контроля сырья для формирования заданной пенообразной структуры в процессе изготовления конфет со сбивными корпусами.

Определены физико-химические показатели качества исследованных образцов СЯБ (табл. 1).

Наибольшая пенообразующая способность и стойкость пены образцов СЯБ № 1о и № 2о обусловлены слабокислой средой растворов этих образцов. Низкая пенообразующая способность образца № 3 может быть объяснена высоким рН и увеличенным (на 3,5%) количеством углеводов относительно других образцов.

Проведены исследования физико-химических и структурно-механических показателей качества конфет на основе сбивных масс, содержащих образцы СЯБ, результаты которых представлены в таблице 2.

Массовая доля влаги и активность воды образцов соответствовали требованиям ГОСТ 4570. Наибольшие плотность 1170 кг/м³ и прочность 205 г установлены для образца конфет № 3. Это может быть объяснено не только повышенным количеством углеводов в химическом составе СЯБ, но и значительным изменением его конформации с дальнейшей денатурацией белковых молекул в результате ионизации частично «заглубленных» карбоксильных, фенольных и сульфгидрильных групп, а также гидролиза пептидных связей при щелочных значениях рН.

Исследованы органолептические показатели качества конфет на основе сбивных масс (рис. 3).

Все образцы имели правильную форму с сухой, гладкой, нелипкой, глянцевой поверхностью корпуса. Проведены исследования цвета сбивных конфет в координатах шкалы CIElab. Цвет конфет визуально отличался незначительно, при этом

Таблица 1. Показатели качества образцов СЯБ

Table 1. Quality indicators of EWP samples

Образец	Исследованные показатели			
	рН	массовая доля белка, %	пенообразующая способность, %	стойкость пены, %
№ 1о	5,80 ± 0,01	86,4 ± 4,3	380 ± 9	86 ± 2
№ 2о	6,00 ± 0,01	86,4 ± 4,3	372 ± 9	86 ± 2
№ 3о	7,40 ± 0,01	81,5 ± 4,1	356 ± 8	84 ± 2
№ 4о	6,50 ± 0,01	82,4 ± 4,1	365 ± 8	85 ± 2

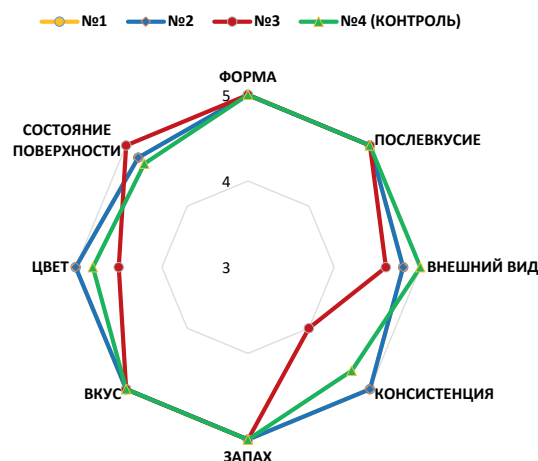
Таблица 2. Показатели качества образцов конфет на основе сбивных масс

Table 2. Quality indicators of candy samples based on whipped masses

Образец	Исследованные показатели			
	W, %	a _w	Плотность, кг/м ³	Прочность, г
№ 1	10,3 ± 0,4	0,760 ± 0,001	1040 ± 52	180,0 ± 3,6
№ 2	10,5 ± 0,4	0,780 ± 0,001	1060 ± 53	195,0 ± 3,9
№ 3	9,6 ± 0,4	0,770 ± 0,001	1170 ± 58	205,0 ± 4,1
№ 4	9,8 ± 0,4	0,760 ± 0,001	930 ± 46	175,0 ± 3,5

Рис. 3. Органолептический профиль образцов конфет на основе сбивных масс

Fig. 3. Organoleptic profile of candy samples based on whipped masses



значение L образца № 3 составило 96,7, что выше на 3 единицы относительно других образцов и, вероятно, обусловлено реакциями меланоидинообразования между молекулами углеводов и аминокислот. Вкус и запах образцов № 1, № 2, № 4 были ясно выражены, свойственны основному составу использованных компонентов и не имели салитого, прогорклого или иного неприятного привкуса и послевкусия.

Образцы конфет № 3 обладали мягкой, слегка затяжистой консистенцией и более плотной пенообразной структурой, обусловленной индивидуальной вторичной структурой белковых молекул используемого СЯБ № 3о, его химическим составом, условиями термической обработки и относительно низкой пенообразующей способностью, что может быть причиной снижения хранимостепости сбивных конфет на его основе. Наилучшая мелкопористая однородная пенообразная структура и мягкая разламывающаяся консистенция

установлены для образцов № 1 и № 4, что способствует более длительному сроку хранения конфет по причине устойчивости к процессам синерезиса и миграции влаги.

Выводы/Conclusions

Показано, что применение метода ИК-спектроскопии в диапазонах 1700–1600 см⁻¹ и 1575–1480 см⁻¹ средней ИК-области для сравнительного анализа вторичной структуры СЯБ позволяет выявить качественные различия, обуславливающие их индивидуальные физико-химические свойства, и может использоваться на стадии входного контроля рецептурных компонентов для формирования заданной пенообразной структуры в процессе изготовления конфет со сбивными корпусами.

Установлено влияние важнейших

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, № темы 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. Журавлев Р.А., Барашкина Е.В., Джум Т.А., Тамова М.Ю. Использование нетрадиционных рецептурных компонентов для расширения ассортимента пастильных изделий функционального назначения. *Новые технологии*. 2023; 19(4): 80–90. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-80-90>
2. Razi S.M., Fahim H., Amirabadi S., Rashidinejad A. An overview of the functional properties of egg white proteins and their application in the food industry. *Food Hydrocolloids*. 2023; 135: 108183. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108183>
3. Куликов Д.С., Королев А.А. Аспекты ферментативной модификации растительных белков. *Пищевые системы*. 2025; 8(1): 22–28. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-1-22-28>
4. Sari B.W., Hayuningtyas A., Jitphongsaiikul P., Chherti V., Hamad A. Effects of Emulsifier Type and Ingredient on the Foam Stability of Meringue. *Research in Chemical Engineering*. 2022; 1(2): 64–69. <https://doi.org/10.30595/rice.v1i2.23>
5. 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>
6. Artamonova M., Piliugina I., Aksonov O. Improvement of the technology of marshmallow with the addition of plant raw materials. *Acta Innovations*. 2023; 48: 38–47. <https://doi.org/10.32933/ActaInnovations.47.3>
7. Herrero-Galindo A., López-Monterrubio D.I., Lobato-Calleros C., Vernon-Carter E.J. Modifying huauzontle protein by heat, ultrasonication and pH shifting: Evaluation of structural/physicochemical/digestibility properties, and effect on emulsion and foam stability. *Applied Food Research*. 2025; 5: 100667. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100667>
8. Kubbutat P., Leitão L., Kulozik U. Stability of Foams in Vacuum Drying Processes. Effects of Interactions between Sugars, Proteins, and Surfactants on Foam Stability and Dried Foam Properties. *Foods*. 2021; 10(8): 1876. <https://doi.org/10.3390/foods10081876>
9. Lechevalier V., Romain J., bdellah Arhaliass A., Legrand J., Nau F. Egg white drying: Influence of industrial processing steps on protein structure and functionalities. *Journal of Food Engineering*. 2007; 83: 404–413. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.03.033>
10. Kai Sze W., Huda N., Dewi M., Hashim H. Physicochemical Properties of Egg White Powder from Eggs of Different Types of Bird. *International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology*. 2018; 8(2): 384–389. DOI: 10.18517/ijaseit.8.2.4087

физико-химических свойств СЯБ повышенной сбиваемости с различным химическим составом, включая пенообразующую способность, стойкость пены, массовую долю белка, pH, используемых при получении сбивных конфетных масс, на плотность, прочность и органолептические характеристики конфет со сбивными корпусами.

Совместное использование предложенных методов оценки СЯБ и конфет на их основе позволяет повысить качество выпускаемой продукции.

Результаты работы могут быть использованы при обосновании выбора СЯБ, применяемых в качестве пенообразователей для изготовления сбивных конфетных масс и кондитерских изделий пенообразной структуры.

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 research was carried out within the framework of a state assignment, topic No. FGUS-2022-0007 “Scientific foundations for 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. Zhuravlev R.A., Barashkina E.V., Dzhum T.A., Tamova M.Yu. The use of non-traditional prescription components to expand the range of functional pastille products. *New Technologies*. 2023; 19(4): 80–90 (in Russian). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-80-90>
2. Razi S.M., Fahim H., Amirabadi S., Rashidinejad A. An overview of the functional properties of egg white proteins and their application in the food industry. *Food Hydrocolloids*. 2023; 135: 108183. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108183>
3. Kulikov D.S., Korolev A.A. Aspects of enzymatic modification of plant proteins. *Food systems*. 2025; 8(1): 22–28 (in Russian). <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-1-22-28>
4. Sari B.W., Hayuningtyas A., Jitphongsaiikul P., Chherti V., Hamad A. Effects of Emulsifier Type and Ingredient on the Foam Stability of Meringue. *Research in Chemical Engineering*. 2022; 1(2): 64–69. <https://doi.org/10.30595/rice.v1i2.23>
5. 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>
6. Artamonova M., Piliugina I., Aksonov O. Improvement of the technology of marshmallow with the addition of plant raw materials. *Acta Innovations*. 2023; 48: 38–47. <https://doi.org/10.32933/ActaInnovations.47.3>
7. Herrero-Galindo A., López-Monterrubio D.I., Lobato-Calleros C., Vernon-Carter E.J. Modifying huauzontle protein by heat, ultrasonication and pH shifting: Evaluation of structural/physicochemical/digestibility properties, and effect on emulsion and foam stability. *Applied Food Research*. 2025; 5: 100667. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100667>
8. Kubbutat P., Leitão L., Kulozik U. Stability of Foams in Vacuum Drying Processes. Effects of Interactions between Sugars, Proteins, and Surfactants on Foam Stability and Dried Foam Properties. *Foods*. 2021; 10(8): 1876. <https://doi.org/10.3390/foods10081876>
9. Lechevalier V., Romain J., bdellah Arhaliass A., Legrand J., Nau F. Egg white drying: Influence of industrial processing steps on protein structure and functionalities. *Journal of Food Engineering*. 2007; 83: 404–413. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.03.033>
10. Kai Sze W., Huda N., Dewi M., Hashim H. Physicochemical Properties of Egg White Powder from Eggs of Different Types of Bird. *International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology*. 2018; 8(2): 384–389. DOI: 10.18517/ijaseit.8.2.4087

11. Меликова А.Я. ИК-спектроскопические методы для определения протеинов. *Вестник Башкирского университета*. 2023; 28(1): 87–93.
<https://doi.org/10.33184/bulletin-bsu-2023.1.13>
12. Tang T. *et al.* Effects of soy peptides and pH on foaming and physicochemical properties of egg white powder. *LWT*. 2022; 153: 112503.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112503>
13. Sultana S. *et al.* Impacts of nutritive and bioactive compounds on cancer development and therapy. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023; 63(28): 9187–9216.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2062699>
14. Ткешелашвили М.Е., Бобохонова Г.А. Обоснование эффективности использования сухого яичного белка повышенной взбиваемости при производстве сбивных конфет. *Пищевая промышленность*. 2018; (3): 23–25.
<https://www.elibrary.ru/yrhsqc>
15. Li D., Zhu Z., Sun D. Visualization of the *in situ* distribution of contents and hydrogen bonding states of cellular level water in apple tissues by confocal Raman microscopy. *Analyst*. 2020; 145(3): 897–907.
<https://doi.org/10.1039/C9AN01743G>
16. Li L., Ren S., Yang H., Liu J., Zhang J. Study of the Molecular Structure of Proteins in Eggs under Different Storage Conditions. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2023; 2023: 4754074.
<https://doi.org/10.1155/2023/4754074>

ОБ АВТОРАХ

Егор Валерьевич Казанцев

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

Николай Борисович Кондратьев

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

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 государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» Российской академии наук, ул. Электрозаводская, 20, Москва, 107023, Россия

11. Melikova A.Ya. IR spectroscopic methods for the determination of proteins. *Vestnik Bashkirskogo universiteta*. 2023; 28(1): 87–93 (in Russian).
<https://doi.org/10.33184/bulletin-bsu-2023.1.13>

12. Tang T. *et al.* Effects of soy peptides and pH on foaming and physicochemical properties of egg white powder. *LWT*. 2022; 153: 112503.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112503>

13. Sultana S. *et al.* Impacts of nutritive and bioactive compounds on cancer development and therapy. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023; 63(28): 9187–9216.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2062699>

14. Tkeshelashvili M.E., Bobozhonova G.A. Substantiation of the efficiency of the use of high whip egg white powder during the production of whipped sweets. *Food processing industry*. 2018; (3): 23–25 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/yrhsqc>

15. Li D., Zhu Z., Sun D. Visualization of the *in situ* distribution of contents and hydrogen bonding states of cellular level water in apple tissues by confocal Raman microscopy. *Analyst*. 2020; 145(3): 897–907.
<https://doi.org/10.1039/C9AN01743G>

16. Li L., Ren S., Yang H., Liu J., Zhang J. Study of the Molecular Structure of Proteins in Eggs under Different Storage Conditions. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2023; 2023: 4754074.
<https://doi.org/10.1155/2023/4754074>

ABOUT THE AUTHORS

Egor Valerievich Kazantsev

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

Nikolay Borisovich Kondratiev

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

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 Research Institute of Confectionery Industry – branch of the Gorbатов Research Center for Food Systems,

20 Elektrozavodskaya Str., Moscow, 107023, Russia

Подпишитесь на печатные выпуски «АГРАРНОЙ НАУКИ» с любого месяца и на любой срок

» В РЕДАКЦИЮ по тел. +7 (495) 777-67-67, доб. 1453, по agrovetpress@inbox.ru

» В АГЕНТСТВЕ ПОДПИСКИ
ООО «Урал-Пресс Округ»
<https://www.ural-press.ru/catalog/>

» БЕСПЛАТНАЯ ПОДПИСКА
НА ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ
на отраслевом портале
<https://agrarnayanauka.ru/rassylka-zhurnala/>

» ПОДПИСКА НА АРХИВНЫЕ НОМЕРА
И ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ
на сайте Научной электронной библиотеки
www.elibrary.ru

