

Разработка рецептур кондитерских изделий на основе изолята подсолнечного белка

Надежда В. Широкова	¹	nadya.shirockowa@ya.ru	 0000-0002-5607-3044
Андрей В. Шкуров	²	shkurov.av@ahstep.ru	 0000-0002-5590-8628
Ирина Е. Зыкова	²	zykova.ie@ahstep.ru	

¹ Донской государственный технический университет, пл. Гагарина, 1, Ростов-на-Дону, 344000, Россия

² ООО «Степь-Инвестиции», пер. Соборный, 19, Ростов-на-Дону, 344002, Россия

Аннотация. Растущий спрос на кондитерские изделия, не содержащие яиц, обуславливает поиск растительных альтернатив яичному белку, способных обеспечить требуемую пенообразующую способность и термическую коагуляцию. Применяемые для этих целей изолят соевого белка и аквафаба имеют существенные ограничения: несоответствие сенсорных характеристик животным белкам, вопросы аллергенности, низкая термостабильность пены и посторонний привкус. Целью работы являлась оценка возможности использования изолята подсолнечного белка в производстве сахаристых кондитерских изделий на примере безе. Определены функционально-технологические свойства изолята: содержание белка 96,07 %, влагосвязывающая способность 465 %, жиросвязывающая способность 165 %, гелеобразующая способность 300 %, пенообразующая способность 96 % при устойчивости пены 81 % и растворимости 66 %. Выработаны экспериментальные образцы безе на основе изолята подсолнечного белка, в том числе с внесением кокосовой стружки; в качестве образцов сравнения использованы безе на яичном белке, приготовленное по классической рецептуре, и коммерческий образец на изоляте соевого белка. Установлено, что содержание белка в опытных образцах составило 8,54 и 9,44 % против 8,47 % в контроле и 5,99 % в коммерческом образце. По результатам органолептической оценки образцы на изоляте подсолнечного белка незначительно уступали контрольному образцу, при этом характерные запахи и вкус подсолнечника выявлены не были, а коммерческий образец получил наименьшие баллы по показателям «вкус» и «консистенция». Использование изолята подсолнечного белка позволило обеспечить консистенцию взбитой белковой массы, необходимую для формирования безе, сохранить содержание белка на уровне классической рецептуры и исключить ингредиенты животного происхождения.

Ключевые слова: изолят белка подсолнечника, безе, кондитерские изделия, функционально-технологические свойства, пенообразующая способность, влагосвязывающая способность.

Research and development of confectionery formulations based on sunflower protein isolate

Nadezhda V. Shirokova	¹	nadya.shirockowa@ya.ru	 0000-0002-5607-3044
Andrey V. Shkurov	²	shkurov.av@ahstep.ru	 0000-0002-5590-8628
Irina E. Zykova	²	zykova.ie@ahstep.ru	

¹ Don State Technical University, Gagarin Square 1, Rostov-on-Don, 344003, Russia

² Steppe Investments LLC, Soborniy Lane, 19, Rostov-on-Don, 344002, Russia

Abstract. The growing demand for egg-free confectionery products necessitates the search for plant-based alternatives to egg white that can provide the required foaming capacity and thermal coagulation. Soy protein isolate and aquafaba, currently used for these purposes, have considerable limitations: sensory characteristics that do not match those of animal proteins, unresolved allergenicity concerns, low foam thermostability and an extraneous aftertaste. The aim of this work was to assess the possibility of using sunflower protein isolate in the production of sugar confectionery, using meringue as an example. The functional and technological properties of the isolate were determined: protein content 96.07 %, water-holding capacity 465 %, fat-binding capacity 165 %, gelling capacity 300 %, foaming capacity 96 % with foam stability of 81 % and solubility of 66 %. Experimental meringue samples based on sunflower protein isolate were produced, including a sample with added coconut flakes; meringue prepared with egg white according to the classic formulation and a commercial sample based on soy protein isolate were used for comparison. The protein content of the experimental samples was 8.54 and 9.44 % against 8.47 % in the control and 5.99 % in the commercial sample. Sensory evaluation showed that the samples based on sunflower protein isolate were only slightly inferior to the control, with no characteristic sunflower odour or taste detected, whereas the commercial sample received the lowest scores for taste and texture. The use of sunflower protein isolate made it possible to achieve the whipped mass consistency required for meringue formation, to maintain the protein content at the level of the classic formulation and to exclude ingredients of animal origin.

Keywords: sunflower protein isolate, meringue, confectionery, functional and technological properties, foaming capacity, water-holding capacity.

Для цитирования

Широкова Н.В., Шкуров А.В., Зыкова И.Е. Разработка рецептур кондитерских изделий на основе изолята подсолнечного белка // Вестник ВГУИТ. 2026. Т. 88. № 3. С. 154–159. doi:10.20914/2310-1202-2026-3-154-159

For citation

Shirokova N.V., Shkurov A.V., Zykova I.E. Research and development of confectionery formulations based on sunflower protein isolate. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2026. vol. 88. no. 3. pp. 154–159. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2026-3-154-159

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Питание – ключевой фактор здоровья человека, поэтому в мире активно разрабатывают меры по профилактике заболеваний, связанных с несбалансированным питанием. Всемирная организация здравоохранения определяет приоритетные задачи по формированию стратегий, направленных на расширение ассортимента пищевых продуктов с пониженным содержанием насыщенных жиров, трансизомеров жирных кислот, сахара. Российская Федерация, следуя международным инициативам, реализует комплекс мероприятий для достижения обозначенных целей в сфере питания. Государственная политика России направлена на поддержку научных исследований в сфере разработки пищевых продуктов повышенной пищевой ценности, в том числе кондитерских изделий, специализированных для всех слоев населения [7, 9].

Кондитерские изделия занимают существенную роль в структуре современного пищевого потребления. На сегодняшний день отмечается высокий уровень потребления кондитерских изделий как среди взрослого, так и среди детского населения.

Статистические данные свидетельствуют, что потребление кондитерских изделий сопоставимо с базовыми продуктами питания. Важно отметить, что 47 % населения включают кондитерские изделия в ежедневный рацион питания, 28 % потребляют их регулярно.

Принимая во внимание рекомендации ВОЗ в области питания и медико-биологические рекомендации к продуктам для детерминированных групп населения, необходимо создание новых кондитерских изделий с измененным нутриентным составом. В сахаристых кондитерских изделиях, таких как зефир, суфле, безе, яичный белок также является главным ингредиентом, обеспечивающим получение воздушной структуры изделия.

Уникальная пенообразующая способность яичного белка обусловлена тем, что его белковые фракции проявляют превосходную гибкость и способность к быстрому конформационному изменению при взаимодействии друг с другом при адсорбции на границе раздела фаз воздух / вода во время сбивания [16, 22]. При этом несмотря на универсальные свойства яичных белков, ежегодно растёт спрос на хлебобулочные и сахаристые кондитерские изделия, не содержащие яиц. Одновременно увеличивается интерес потребителей к гипоаллергенным продуктам, а также к товарам с увеличенным сроком годности и более доступной ценой.

Однако замена яичных белков в хлебобулочных и сахаристых кондитерских изделиях является сложной задачей из-за различных свойств растительных и яичных белков во время сбивания и термической обработки. Термическая коагуляция имеет решающее значение для производства безе, тортов и хлеба, поскольку текстура и сенсорные свойства зависят от этого процесса [14, 21, 25].

Изолят соевого белка является одним из наиболее востребованных и широко известных растительных белков, ценимых за свою функциональную универсальность [19]. Тем не менее, сенсорные характеристики, такие как вкус и текстура, часто не соответствуют характеристикам животных белков, что ограничивает применение изолята соевого белка в кондитерских изделиях [1, 10]. Вопросы о генной модификации и аллергенности сои по-прежнему остаются актуальными, а пенообразующая способность и стабильность пены изолята соевого белка уступают яичному белку, что требует дополнительной модификации [14, 24].

Одним из набирающих популярность растительных заменителей яичного белка является аквафаба – вязкая жидкость, получаемая после варки или консервирования зернобобовых культур (нута, фасоли, гороха, чечевицы) [18]. Благодаря содержанию в своем составе сапонинов аквафаба проявляет высокие пенообразующие способности, приближенные к яичному белку [18, 20]. При этом устойчивость пены из аквафабы и её термостабильность сильно уступает яичному белку, а гороховый привкус ограничивает применение в кондитерских изделиях [23].

В качестве растительной альтернативы яичному белку в данной работе рассматривается изолят подсолнечного белка. Данный изолят обладает улучшенными характеристиками – белым цветом, слабовыраженным запахом и вкусом, а также пенообразующими свойствами, приближенными к яичному белку [12, 13].

Цель работы – разработка рецептур кондитерских изделий на основе изолята подсолнечного белка.

Материалы и методы

Объектом исследования является сахаристое кондитерское изделие – безе. Экспериментальные образцы безе вырабатывались в лабораторных условиях для выявления наиболее оптимальных рецептур с целью дальнейшей сравнительной дегустации.

Возможность замены яичного белка на изолят подсолнечного белка оценивалась при изготовлении сахаристого кондитерского изделия – безе. В качестве образцов сравнения

выступал контрольный образец, приготовленный на яичном белке, а также безе на основе изолята соевого белка, представленное на рынке.

Органолептический анализ проводили согласно балльной оценке в соответствии с ГОСТ 31986–2012. Экспериментальные исследования проводили в 3–5-х повторениях.

Массовую долю белка определяли по ГОСТ 10846–91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка», при этом коэффициент пересчета содержания азота на белок принимался равным 6,25, как для масличных культур.

Оценку жиросвязывающей, жирозмульгирующей, гелеобразующей способностей у исследуемых белковых препаратов определяли при различных термических состояниях: без тепловой обработки (холодный способ) и с тепловой обработкой при температуре 80 °С (горячий способ).

При определении влагосвязывающей способности (ВСС) использовали метод, основанный на выделении жидкой фазы под действием центробежной силы из суспензий (белковый препарат + вода), находящихся в фиксированном положении, согласно ГОСТ 33692–2015.

Расчет ВСС осуществляли по формуле:

$$BCC(\%) = \frac{100(m_1 - (m_2 - m_3))}{m_4},$$

где m_1 – масса воды в навеске, г; m_2 – масса выделившейся жидкости, г; m_3 – масса сухого остатка в выделившейся жидкости, г; m_4 – масса белкового препарата в навеске, г.

Определение жиросвязывающей способности (ЖСС) проводилось методом, основанным на выделении жировой фазы под действием центробежной силы из суспензий (белковый препарат + масло), находящихся в фиксированном положении, согласно ГОСТ 33692–2015.

Для расчета ЖСС использовали формулу:

$$JCC(\%) = \frac{100(m_1 - (m_2 - m_3))}{m_4},$$

где m_1 – масса масла в навеске, г; m_2 – масса выделившегося масла, г; m_3 – масса белкового препарата в навеске, г.

Определение жирозмульгирующей способности (ЖЭС) заключалось в приготовлении эмульсии (вода + масло + белковый препарат) и под действием центробежной силы отделение жидкой фазы (воды или масла), согласно ГОСТ 33692–2015. Результат выражался в г воды и масла на 1 г белка.

Гелеобразующую способность (ГО) определяли согласно ГОСТ 33692–2015. Расчет гелеобразующей способности осуществлялся по формуле:

$$GO(\%) = \frac{100 \cdot m_1}{m_2},$$

где m_1 – масса воды, г; m_2 – масса белкового препарата, г.

Для определения пенообразующей способности изолята белка подсолнечника использовали ГОСТ 22567.1–77. Устойчивость пены по ГОСТ 23409.26–78.

Результаты и обсуждение

Получены результаты основных функционально-технологических свойств изолята белка. В таблице 1 приведены результаты функционально-технологических свойств изолята белка подсолнечника.

Исследуемый изолят обладает функционально-технологическими свойствами, позволяющими использовать его в рецептурах кондитерских изделий.

В таблице 2 приведены результаты физико-химических свойств безе. Образец № 4 содержал наименьшее количество влаги и белка среди всех образцов. Образец № 2 был наиболее приближен к контрольному образцу № 1 по данным показателям. Использование кокосовой стружки в рецептуре образца № 3 позволило незначительно повысить долю белка в готовом безе. На рисунке 1 приведены результаты оценки органолептических показателей качества готовых образцов с использованием балльной шкалы. Коммерческий образец безе на основе изолята соевого белка продемонстрировал наилучшие результаты по показателю «Внешний вид», но получил наименьшие баллы по показателям «Вкус» и «Консистенция». Недостатки образца заключались в чрезмерно твердой консистенции и неудовлетворительных вкусовых качествах [14, 19].

Образец № 3 по отдельным показателям и суммарному баллу практически не уступал образцу № 1, выработанному по классической рецептуре. Дегустаторы отметили схожесть консистенции в данных образцах, однако следует предусмотреть в рецептуре более мелкий помол кокосовой стружки.

Образец № 2 незначительно уступал образцу № 1 по всем показателям, за исключением показателя «Цвет», при этом в целом дегустаторы отметили приятную консистенцию и нейтральный вкус. Характерные запах и вкус подсолнечника не были выявлены ни в образце № 2, ни в образце № 3.

Таблица 1.

Функционально-технологические свойства
изолята белка подсолнечника

Table 1.

Functional and technological properties of
sunflower protein isolate

Показатель Indicator	Значение Value
Содержание белка, %, Protein content %,	96,07
ВСС, % WHC, %	465
ЖСС, % FBC, %	165
ЖЭС, % EC, %	1:5:5
ГО, % GC, %	300
Пенообразование, % Foaming, %	96
Устойчивость пены, % Foam stability, %	81
Растворимость, % Solubility, %	66

Таблица 2.

Физико-химические свойства безе

Table 2.

Physico-chemical properties of meringue

Образец Sample	Показатель Indicator	Значение Value
	Массовая доля влаги, % Mass humidity, %	Содержание белка, % Protein content %,
1 (контрольный) (control)	3,24	8,47
2 (с БИПБ) (with BIPB)	2,64	8,54
3 (с БИПБ и кокосом) (with BIPB and coconut)	1,99	9,44
4 (коммерческий) (commercial)	0,88	5,99

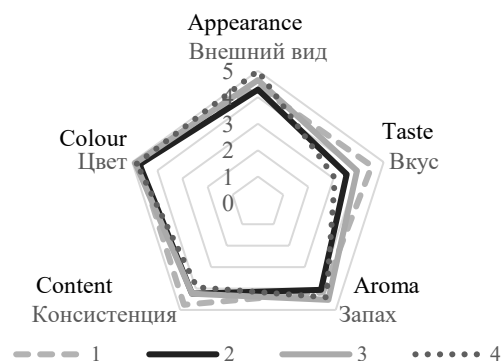


Рисунок 1. Органолептические показатели

Figure 1. Organoleptic indicators

Заключение

В результате успешно разработаны и апробированы рецептуры растительного безе на основе изолята подсолнечного белка: рецептура № 2 и рецептура № 3.

Использование изолята подсолнечного белка позволило обеспечить консистенцию взбитой белковой массы, необходимую для формирования безе, сохранить содержание белка в готовом изделии на уровне, сопоставимом со стандартной рецептурой, и исключить животные ингредиенты, сделав продукт подходящим для вегетарианского питания.

Литература

- 1 Широкова Н.В., Шкуров А.В., Трегубов А.В. Использование соевого и горохового изолятов белка при производстве варёных колбас // Мясная индустрия. 2024. № 1. С. 44–47. doi: 10.37861/2618-8252-2024-01-44-47
- 2 Широкова Н.В., Шкуров А.В., Куликов А.С. Исследование антиоксидантной активности белковых препаратов для использования в технологии мясных продуктов // Мясная индустрия. 2025. № 11. С. 33–35. doi: 10.37861/2618-8252-2025-11-33-35
- 3 Albuquerque T.G., Bragotto A.P.A., Costa H.S. Processed food: nutrition, safety, and public health // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022. V. 19. № 24. P. 16410. doi: 10.3390/ijerph192416410
- 4 Onyeaka H., Nwaiwu O., Obileke K. et al. Global nutritional challenges of reformulated food: a review // Food Science & Nutrition. 2023. V. 11. № 6. P. 2483–2499. doi: 10.1002/fsn3.3286
- 5 Широкова Н.В., Шкуров А.В., Трегубов А.В., Лысенко П.И. Исследование возможности использования изолята горохового белка в производстве мучных кондитерских изделий // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2026. № 1 (96). С. 17–20. doi: 10.33979/2219-8466-2026-96-1-17-20
- 6 El-Sohaimy S.A., Androsova N.V., Toshev A.D., El Enshasy H.A. Nutritional quality, chemical, and functional characteristics of hemp (*Cannabis sativa* ssp. *sativa*) protein isolate // Plants. 2022. V. 11. № 21. P. 2825. doi: 10.3390/plants11212825
- 7 Sunflower protein isolates — composition, extraction and functional properties // Advances in Colloid and Interface Science. 2022. V. 306. P. 102725. doi: 10.1016/j.cis.2022.102725
- 8 Alexandrino T.D., Nabeshima E.H., Gastardo N.D.A. et al. Plant based proteins as an egg alternative in cookies: using de-oiled sunflower meal and its protein isolate as an emulsifying agent // Brazilian Journal of Food Technology. 2023. V. 26. P. e2023038. doi: 10.1590/1981-6723.03823
- 9 Choi H.W., You Y., Ham S.H. et al. Tri-component hydrocolloid as egg white replacement in meringues: gellan gum with soy protein isolate and maltodextrin // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2024. V. 104. № 10. P. 6166–6173. doi: 10.1002/jsfa.13452
- 10 Licciardello F., Frisullo P., Laverse J. et al. Effect of sugar, citric acid and egg white type on the microstructural and mechanical properties of meringues // Journal of Food Engineering. 2012. V. 108. № 3. P. 453–462. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2011.08.032
- 11 Foegeding E.A., Luck P., Davis J.P. Factors determining the physical properties of protein foams // Food Hydrocolloids. 2006. V. 20. № 2–3. P. 284–292. doi: 10.1016/j.foodhyd.2005.03.014
- 12 Sadahira M.S., Rodrigues M.I., Akhtar M. et al. Influence of pH on foaming and rheological properties of aerated high sugar system with egg white protein and hydroxypropylmethylcellulose // LWT – Food Science and Technology. 2018. V. 89. P. 350–357. doi: 10.1016/j.lwt.2017.10.058

- 13 He Y., Meda V., Reaney M.J., Mustafa R. Aquafaba, a new plant-based rheological additive for food applications // *Trends in Food Science & Technology*. 2021. V. 111. P. 27–42. doi: 10.1016/j.tifs.2021.02.035
- 14 Ma K.K., Grossmann L., Nolden A.A. et al. Functional and physical properties of commercial pulse proteins compared to soy derived protein // *Future Foods*. 2022. V. 6. P. 100155. doi: 10.1016/j.fufo.2022.100155
- 15 Food functional properties of chickpea protein sources as egg replacers in bakery // *Food Hydrocolloids*. 2026. doi: 10.1016/j.foodhyd.2026.112354
- 16 Schmid T., Leue-Rüegg R., Müller N. Heat and shear stability of particle stabilised foams for application in gluten-free bread // *Journal of Food Science and Technology*. 2023. V. 60. № 11. P. 2772–2782. doi: 10.1007/s13197-023-05794-0
- 17 Sánchez-García R.E., Castilleja-Escobedo O., Salmón-Folgueras R., López-Salinas J.L. Modeling of cooking and phase change of egg white using computational fluid dynamics // *Current Research in Food Science*. 2024. V. 9. P. 100872. doi: 10.1016/j.crfs.2024.100872
- 18 Sebi H., Ghribi A.M., Chebbi W. et al. Total replacement of egg white by aquafaba and commercial substitute in meringue formulation: effect on physico-chemical properties and hedonic appreciation // *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2025. doi: 10.1007/s11694-025-03210-z
- 19 Boonlao N., Ruktanonchai U.R., Anal A.K. Glycation of soy protein isolate with maltodextrin through Maillard reaction via dry and wet treatments and comparison of their techno-functional properties // *Polymer Bulletin*. 2023. V. 80. № 8. P. 8603–8626. doi: 10.1007/s00289-022-04602-7
- 20 Kim S.Y., Hahn J., Choi Y.J. Development of plant-based egg-white replacer: improvement of foaming and thermal properties of plant-based proteins // *Food Hydrocolloids*. 2024. V. 155.

References

- 1 Shirokova N.V., Shkurov A.V., Tregubov A.V. The use of soy and pea protein isolates in the production of cooked sausages. *Meat Industry*. 2024. no. 1. pp. 44–47. doi: 10.37861/2618-8252-2024-01-44-47 (in Russian).
- 2 Shirokova N.V., Shkurov A.V., Kulikov A.S. Study of the antioxidant activity of protein preparations for use in the technology of meat products. *Meat Industry*. 2025. no. 11. pp. 33–35. doi: 10.37861/2618-8252-2025-11-33-35 (in Russian).
- 3 Albuquerque T.G., Bragotto A.P.A., Costa H.S. Processed food: nutrition, safety, and public health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. vol. 19. no. 24. article 16410. doi: 10.3390/ijerph192416410.
- 4 Onyeaka H., Nwaiwu O., Obileke K. et al. Global nutritional challenges of reformulated food: a review. *Food Science & Nutrition*. 2023. vol. 11. no. 6. pp. 2483–2499. doi: 10.1002/fsn3.3286.
- 5 Shirokova N.V., Shkurov A.V., Tregubov A.V., Lysenko P.I. Study of the possibility of using pea protein isolate in the production of flour confectionery products. *Technology and Merchandising of Innovative Food Products*. 2026. no. 1 (96). pp. 17–20. doi: 10.33979/2219-8466-2026-96-1-17-20 (in Russian).
- 6 El-Sohaimy S.A., Androsova N.V., Toshev A.D., El Enshasy H.A. Nutritional quality, chemical, and functional characteristics of hemp (*Cannabis sativa* ssp. *sativa*) protein isolate. *Plants*. 2022. vol. 11. no. 21. article 2825. doi: 10.3390/plants11212825.
- 7 Sunflower protein isolates — composition, extraction and functional properties. *Advances in Colloid and Interface Science*. 2022. vol. 306. article 102725. doi: 10.1016/j.cis.2022.102725.
- 8 Alexandrino T.D., Nabeshima E.H., Gastardo N.D.A. et al. Plant based proteins as an egg alternative in cookies: using de-oiled sunflower meal and its protein isolate as an emulsifying agent. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2023. vol. 26. article e2023038. doi: 10.1590/1981-6723.03823.
- 9 Choi H.W., You Y., Ham S.H. et al. Tri-component hydrocolloid as egg white replacement in meringues: gellan gum with soy protein isolate and maltodextrin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2024. vol. 104. no. 10. pp. 6166–6173. doi: 10.1002/jsfa.13452.
- 10 Licciardello F., Frisullo P., Laverse J. et al. Effect of sugar, citric acid and egg white type on the microstructural and mechanical properties of meringues. *Journal of Food Engineering*. 2012. vol. 108. no. 3. pp. 453–462. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2011.08.032.
- 11 Foegeding E.A., Luck P., Davis J.P. Factors determining the physical properties of protein foams. *Food Hydrocolloids*. 2006. vol. 20. no. 2–3. pp. 284–292. doi: 10.1016/j.foodhyd.2005.03.014.
- 12 Sadahira M.S., Rodrigues M.I., Akhtar M. et al. Influence of pH on foaming and rheological properties of aerated high sugar system with egg white protein and hydroxypropylmethylcellulose. *LWT – Food Science and Technology*. 2018. vol. 89. pp. 350–357. doi: 10.1016/j.lwt.2017.10.058.
- 13 He Y., Meda V., Reaney M.J., Mustafa R. Aquafaba, a new plant-based rheological additive for food applications. *Trends in Food Science & Technology*. 2021. vol. 111. pp. 27–42. doi: 10.1016/j.tifs.2021.02.035.
- 14 Ma K.K., Grossmann L., Nolden A.A. et al. Functional and physical properties of commercial pulse proteins compared to soy derived protein. *Future Foods*. 2022. vol. 6. article 100155. doi: 10.1016/j.fufo.2022.100155.
- 15 Food functional properties of chickpea protein sources as egg replacers in bakery. *Food Hydrocolloids*. 2026. [Online first]. doi: 10.1016/j.foodhyd.2026.112354.
- 16 Schmid T., Leue-Rüegg R., Müller N. Heat and shear stability of particle stabilised foams for application in gluten-free bread. *Journal of Food Science and Technology*. 2023. vol. 60. no. 11. pp. 2772–2782. doi: 10.1007/s13197-023-05794-0.
- 17 Sánchez-García R.E., Castilleja-Escobedo O., Salmón-Folgueras R., López-Salinas J.L. Modeling of cooking and phase change of egg white using computational fluid dynamics. *Current Research in Food Science*. 2024. vol. 9. article 100872. doi: 10.1016/j.crfs.2024.100872.
- 18 Sebi H., Ghribi A.M., Chebbi W. et al. Total replacement of egg white by aquafaba and commercial substitute in meringue formulation: effect on physico-chemical properties and hedonic appreciation. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2025. [Online first]. doi: 10.1007/s11694-025-03210-z.

19 Boonlao N., Ruktanonchai U.R., Anal A.K. Glycation of soy protein isolate with maltodextrin through Maillard reaction via dry and wet treatments and comparison of their techno-functional properties. Polymer Bulletin. 2023. vol. 80. no. 8. pp. 8603–8626. doi: 10.1007/s00289-022-04602-7.

20 Kim S.Y., Hahn J., Choi Y.J. Development of plant-based egg-white replacer: improvement of foaming and thermal properties of plant-based proteins. Food Hydrocolloids. 2024. vol. 155.

Сведения об авторах

Надежда В. Широкова д.б.н., доцент, кафедра техника и технологии пищевых производств, Донской государственный технический университет, пл. Гагарина, 1, Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация, nadya.shirockowa@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5607-3044>

Андрей В. Шкуров зам. директора, инженерного центра, ООО «Степь-Инвестиции», пер. Соборный, 19, Ростов-на-Дону, 344002, Россия, shkurov.av@ahstep.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5590-8628>

Ирина Е. Зыкова руководитель направления по белкам, ООО «Степь-Инвестиции», пер. Соборный, 19, Ростов-на-Дону, 344002, Россия, zykova.ie@ahstep.ru

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Information about authors

Nadezhda V. Shirokova Dr. Sci. (Bio.), assistant professor, engineering and technology of food production department, Don State Technical University, Gagarin Square, 1, Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation, Russia, nadya.shirockowa@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5607-3044>

Andrey V. Shkurov Deputy Director, Engineering Center, Steppe Investments LLC, Soborny Lane, 19, Rostov-on-Don, 344002, Russia, shkurov.av@ahstep.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5590-8628>

Irina E. Zykova Head of Protein Department, Steppe Investments LLC, Soborny Lane, 19, Rostov-on-Don, 344002, Russia, zykova.ie@ahstep.ru

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 01/06/2026	После редакции 26/06/2026	Принята в печать 22/07/2026
Received 01/06/2026	Accepted in revised 26/06/2026	Accepted 22/07/2026