

## НОВЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ОБОГАЩАЮЩИХ ДОБАВОК ИЗ ТРАНСФОРМИРОВАННОГО СОЕВОГО СЫРЬЯ

*Е.С. Стаценко, ses@vniiso.ru*

*А.А. Пензин, paa@vniiso.ru*

*ФГБНУ ФНЦ Всероссийский НИИ сои, Благовещенск, Россия*

**Аннотация.** Технологию получения обогащающих добавок можно описать при помощи классификации способов трансформации сырья, которая условно делится на физическую, химическую и биотехнологическую и применяется как изолированно, так и в комбинации друг с другом. Цель исследования – разработать технологии получения обогащающих добавок на основе трансформированного соевого сырья. Способы трансформации рассматриваются на примере разработанных нами технологий соевых обогащающих добавок. Для получения обогащающих добавок биотехнологической трансформации соевое зерно увлажняли и прорастивали в термостате в течение 24 часов, сушили конвективным способом и измельчали в муку. При этом происходит ферментативная трансформация полисахаридов и белков до олиго- и моносахаров, аминокислот и др. Для получения добавок, в основе которых лежит физическая и химическая трансформация, соевое сырье после первичной подготовки замачивали, измельчали в воде и экстрагировали. Коагуляцию полученной водной суспензии проводили раствором уксусной кислоты или настоем гибискуса. Полученную массу фильтровали и отжимали. После этого смесь сушили конвективным способом или во влажную массу добавляли зерновую муку и порошок ламинарии, гранулировали, замораживали и подвергали лиофильной сушке. Замачивание сырья сопровождается процессом адсорбции и является физическим способом трансформации. Экстракция и коагуляция являются физико-химическими способами трансформации, которые сопровождаются в значительной степени процессами флокуляции и адсорбции. На стадии смешивания компонентов рецептуры происходит физическая трансформация сырья с приобретением конечным продуктом новых состава и свойств. На этапах гранулирования, замораживания и сушки происходит физическая трансформация, приводящая к испарению излишков влаги из полуфабриката и получению структурированного сушеного продукта. Таким образом, при создании добавок с целью обогащения пищевых продуктов и кормов для сельскохозяйственных животных и птицы происходит трансформация сырья и полуфабрикатов, которая может быть описана при помощи предложенной классификации.

**Ключевые слова:** технология; обогащающая добавка; трансформация физическая, химическая и биотехнологическая; способы; процессы; питание; кормление

**Благодарности.** Публикация подготовлена при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках выполнения проекта № 23-26-00071 «Разработка и анализ состава и свойств соевой обогащающей добавки физико-химической трансформации пищевого и кормового назначения» (2023–2024 гг.).

**Для цитирования:** Стаценко Е.С., Пензин А.А. Новый подход к созданию обогащающих добавок из трансформированного соевого сырья // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2023. Т. 11, № 3. С. 31–39. DOI: 10.14529/food230304

Original article  
DOI: 10.14529/food230304

## NEW APPROACH FOR THE CREATION OF ENRICHING ADDITIVES FROM THE TRANSFORMED SOY RAW MATERIALS

**Ye.S. Statsenko**, *ses@vniisoi.ru*

**A.A. Penzin**, *paa@vniisoi.ru*

*Federal Research Center All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, Blagoveshchensk, Russia*

**Abstract.** The obtaining enrichment additive can be described by classifying the methods of raw material transformation, which can be roughly divided into physical, chemical and biotechnological and used both separately and in combination with each other. The purpose of the study was to develop technologies of enriching additives based on transformed soy raw materials. The methods of transformation are considered on the example of the technologies of soy enriching additives developed by us. To obtain enriching additives of biotechnological transformation, soybean grain was moistened and germinated in a thermostat for 24 hours, dried by convective method and ground into flour. In this case, the enzymatic transformation of polysaccharides and proteins to oligo- and monosaccharides, amino acids, etc. occurs. To obtain additives based on physical and chemical transformation, soybean raw materials after primary preparation were soaked, crushed in water and extracted. The resulting aqueous suspension was Coagulation with an acetic acid solution or hibiscus infusion. The resulting mass was filtered and squeezed. After that, the mixture was either dried convectively or grain flour and kelp powder were added to the wet mass, granulated, frozen and freeze-dried. Soaking the raw material is accompanied by an adsorption process and is a physical method of transformation. Extraction and coagulation are physical and chemical methods of transformation, which are accompanied to a large extent by flocculation and adsorption processes. Physical transformation of raw materials with the acquisition of new composition and properties of the final product takes place at the stage of mixing the components of the formulation. During the pelletizing, freezing and drying stages, a physical transformation takes place, resulting in the evaporation of excess moisture from the semi-finished product and obtaining a structured dried product. Thus, when creating additives to enrich food and feed for farm animals and poultry, the transformation of raw materials and semi-finished products takes place, which can be described using the proposed classification.

**Keywords:** technology; enrichment additive; physical, chemical and biotechnological transformation; methods; processes; nutrition; fodder

**Acknowledgments.** The publication was prepared with the financial support of the Russian Science Foundation as part of project No. 23-26-00071 “Development and analysis of the composition and properties of a soy enrichment additive for the physical and chemical transformation of food and feed purposes” (2023–2024).

**For citation:** Statsenko Ye.S., Penzin A.A. New approach for the creation of enriching additives from the transformed soy raw materials. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2023, vol. 11, no. 3, pp. 31–39. (In Russ.) DOI: 10.14529/food230304

### Введение

При создании обогащающих добавок различной трансформации учитывается их химический состав, пищевая ценность и структурные свойства. Такие добавки могут в значительной степени повысить качество традиционных продуктов питания, обогатив рацион незаменимыми компонентами пищи [1–3].

Известно, что для реализации генетического потенциала сельскохозяйственных жи-

вотных и птицы требуется обеспечение их полноценного кормления, способного удовлетворить суточную потребность с учетом продуктивных качеств животного [4, 5].

С целью повышения пищевой ценности добавок для включения в рацион питания людей и кормления животных и птицы целесообразно использовать различные виды сырья растительного происхождения, в том числе бобовые (соя, горох, фасоль и пр.), зерновые

(пшеница, рожь, ячмень и пр.), а также различные водоросли (ламинария, спирулина, анфельция и пр.) [4–6].

Процессы трансформации сырья и полуфабрикатов присутствуют практически во всех технологических процессах и операциях получения готовой продукции [7–9]. Под трансформацией мы понимаем изменение первоначального состава и свойств сырья в процессе его переработки с приобретением новых качеств и характеристик [3]. В настоящее время отсутствует системный подход при выборе и использовании конкретных способов трансформации при производстве продуктов питания и кормов, а также понимание процессов, происходящих при этом.

Для систематизации способов трансформации сырья, а также возможности практического применения при проектировании готового продукта заданного состава и свойств нами была разработана классификация [3]. Согласно данной классификации трансформацию сырья можно условно разделить на несколько способов: физическую (замачивание, экстракция, дезинтеграция и пр.), химическую (коагуляция, ферментация, созревание и пр.) и биотехнологическую (проращивание, сквашивание, созревание и пр.). Данные способы трансформации могут применяться как изолированно, так и в комбинации друг с другом [10, 11]. Трансформация сырья и полуфабрикатов может осуществляться путем термического, механического, бактериального и других способов воздействия. При этом трансформация сопровождается процессами брожения, испарения, конвекции, диффузии, адсорбции и другими [9, 11].

Следует отметить, что разделение на химическую и биотехнологическую трансформацию носит условный характер, поскольку в основе биотехнологических процессов лежат процессы химические, реализуемые опосредованно с помощью микроорганизмов (ферментация, брожение), либо естественных биологических процессов, происходящих в растительном сырье (проращивание, созревание) [8, 11, 12].

Например, биотехнологическая трансформация происходит в процессе ферментации овощного сырья (соление, мочение и квашение) при использовании молочнокислых микроорганизмов [8]. Задачей такого способа трансформации является изменение химического состава сырья и накопление в

нем молочнокислых микроорганизмов с приобретением готовым продуктом определенных качественных характеристик [8, 12].

Другой пример биотехнологической трансформации – проращивание растительного сырья. При этом в ходе различных биохимических и физиологических процессов при непосредственном участии ферментов растений также изменяется химический состав и свойства сырья [13–15].

При биотехнологической трансформации под приставкой «био» нами подразумевается изменение состава и свойств биологического сырья при проращивании, созревании и других биологических процессах.

Цель исследования – разработать технологии получения обогащающих добавок на основе трансформированного соевого сырья.

#### **Материалы и методы**

Объектами исследования являлись образцы пищевых добавок, контрольные и опытные образцы хлеба пшеничного, галет и напитка кисломолочного. Для получения обогащающих добавок и пищевых продуктов в лабораторных условиях использовали следующее оборудование: автоматический блендер Soybella SB-130, пресс для отжима жидкой фракции PI 20, планетарный миксер КТ-1338, лиофильная сушилка FD 8508, морозильная камера DW-HW50HC, весы электронные SF-400 (5000 г×1 г), весы лабораторные CAS MWP-600 (600 г×0,02 г), лабораторная мельница Калибр, термостат электрический сухо-воздушный ТС-1/80 СПУ, электросушитель Ветерок ЭСОФ 0,5/220, автоматическая хлебопекарня LG HB-159E, плита электрическая Gefest 6140 и пр.

Порошок ламинарии получали путем измельчения сушеных листьев на лабораторной мельнице. В качестве коагулянта соевой суспензии использовали настой гибискуса, который получали путем настаивания сушеных лепестков в горячей воде в течение 1 часа.

#### **Результаты и их обсуждение**

Нами была разработана технология получения обогащающей добавки биотехнологической трансформации, заключающаяся в том, что соевое зерно, являясь биологическим объектом, в ходе проращивания изменяет химический состав и определенные структурные свойства [14, 16]. Технология получения обогащающей добавки путем биотехнологической трансформации соевого зерна заключалась в мойке, увлажнении и проращивании в

термостате в течение 24 часов, сушке пророщенного соевого сырья и измельчении в муку. Такая трансформация реализуется в виде биотехнологических процессов, улучшающих в конечном итоге качество белка и других важных химических компонентов соевого сырья, делая его более доступным для организма человека или животного [13]. При этом происходит ферментативная трансформация сложных пищевых веществ до более простых (мальтоза, глюкоза, аминокислоты и др.).

Полученную добавку мы использовали для обогащения хлеба. За контрольный образец был принят хлеб пшеничный, приготовленный из муки высшего сорта. Добавку вносили взамен части пшеничной муки в рецептуре изделия (от 10 до 30 %, при кратности 5 %). На основании результатов органолептической оценки полученных образцов хлеба оптимальное количество вносимой соевой добавки составило 20 % к общей массе пшеничной муки в рецептуре [17, 18].

Оценка пищевой ценности разработанного хлеба пшеничного в сравнении с контрольным образцом показала увеличение содержания белка на 71,9 % (с 6,4 до 11,4 г), пищевых волокон – на 40,9 % (с 2,2 до 3,1 г), витамина Е – на 34,7 % (с 0,98 до 1,32 г/100 г), витамина В<sub>1</sub> – на 190 % (с 0,11 до 0,32 мг). Разработанное изделие было обогащено изофлавоноидами в количестве 37,5 мг на 100 г. При этом снизилось содержание общих углеводов на 18,1 % (с 45,9 до 37,6 г/100 г продукта) [17, 18].

В дальнейшем мы модифицировали технологию разработанной обогащающей добавки биотехнологической трансформации, добавив после проращивания соевого сырья операцию бланширования паром в течение 15 минут. Остальные операции остались без изменения. Данную добавку мы включали в рецептуру кисломолочного напитка в количестве 5 % от общей массы. Больше ее количество в продукте ухудшало его органолептические показатели, в частности появлялся специфический соевый привкус. Добавку вносили в молоко до его пастеризации. Затем смесь охлаждали и добавляли закваску, которая состояла из стрептококка, лакто- и бифидобактерий [19, 20].

Было установлено, что включение такой добавки в кисломолочный продукт улучшает его пищевую ценность по белку на 68,6 % (с 2,8 до 4,72 г), витамину Е на 160 % (с 0,1 до

0,26 мг), калию на 115,5 % (с 129 до 278 мг), фосфору на 20,2 % (с 94 до 113 мг), кальцию на 23,1 % (с 108 до 133 мг), магнию на 137,5 % (с 16 до 38 мг) по сравнению с контрольным образцом [19, 20].

Также нами была разработана технология получения обогащающей добавки физико-химической трансформации (патент № 2218816) под названием «Соевый белковый продукт» (СБП) [6]. Технология получения СБП включала инспекцию соевого зерна, его мойку, замачивание в горячей воде, измельчение набухшего зерна с водой, нагревание смеси, коагуляция 5 %-ной уксусной кислотой с осаждением белка, отделение осадка от сыворотки путем фильтрования, отжим и сушку конвективным способом.

Полученный СБП мы вводили в состав рецептуры галет Арктика взамен части пшеничной муки (2,5–15,0 % при кратности 2,5 %), которые производили по традиционной технологии.

Органолептические показатели полученных образцов галет оставались приемлемыми даже в образцах с 10,0; 12,5 и 15,0 % СБП. Однако показатель намакаемости у этих изделий был снижен до 150–160 %. Вследствие чего у этих образцов наблюдался недостаточно пористый и слоистый вид на изломе и некоторая потеря хрупкости. Поэтому максимальное количество вводимого в рецептуру СБП было принято равным 7,5 % от общей массы пшеничной муки. Введение в рецептуру галет такого количества добавки способствовало повышению их пищевой ценности по белку на 21,6 % (с 10,2 до 12,4 г), общему содержанию минеральных веществ на 11,1 % (с 2,7 до 3,0 г), при снижении содержания углеводов на 6,5 % (с 70,7 до 66,1 г). Суммарное содержание изофлавоноидов в контрольных образцах галет составило 4,83 мг/100 г, в образцах галет с 7,5 % СБП – 11,63 мг на 100 г продукта.

На основании вышеизложенного разработанные добавки на основе сои можно считать обогащающими и включать в рецептуру традиционных продуктов питания для улучшения их пищевой ценности.

Взяв за основу технологию СБП, мы разработали обогащающую добавку, в основе технологии которой также лежит термокислотная коагуляция (рис. 1).

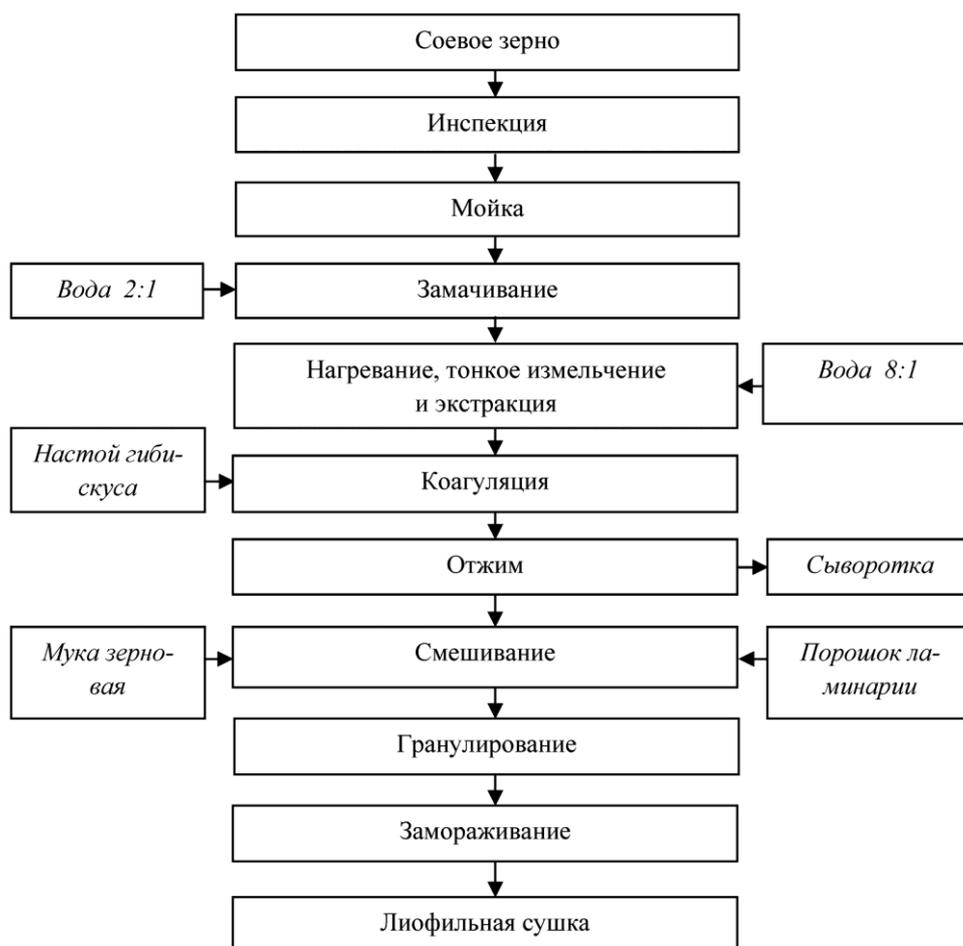


Рис. 1. Технологическая схема получения обогащающей добавки

Для получения обогащающей добавки соевое сырье после первичной подготовки замачивали и измельчали в воде с одновременным нагреванием и экстракцией. Затем проводили коагуляцию полученной водной суспензии настоем гибискуса. Полученную массу фильтровали и отжимали [6].

Для улучшения химического состава, качественных характеристик и структуры готовых гранул во влажную массу добавляли муку (пшеничную цельнозерновую, ржаную, овсяную или их смесь). С целью дополнительного обогащения витаминами и минеральными веществами, а также улучшения структурно-механических свойств готовой добавки, во влажную смесь вводили порошок ламинарии. После перемешивания и достижения однородной консистенции массу гранулировали, замораживали при температуре от  $-70$  до  $-80$  °С и подвергали лиофильной сушке.

Из описания технологического процесса

следует, что при получении обогащающей добавки, на различных ее стадиях, происходит физическая и химическая трансформация сырья и полуфабрикатов. При этом замачивание сырья сопровождается процессом адсорбции и является физическим способом трансформации. Экстракция и коагуляция являются физико-химическими способами трансформации, которые сопровождаются в значительной степени процессами адсорбции и флокуляции.

В результате тонкого измельчения соевого сырья происходит одновременная экстракция (адсорбция) в виде самопроизвольного процесса с увеличением концентрации растворенных в воде веществ. При коагуляции (флокуляции) мелкие частицы соевой суспензии, находящиеся во взвешенном состоянии в жидкой среде, при добавлении коагулянта образуют рыхлые хлопьевидные скопления (флокулы).

При получении добавки на стадии пере-

мешивания также происходит физическая трансформация с равномерным распределением по всей массе частиц измельченного сырья с приобретением конечным продуктом нового состава и свойств, необходимых для получения добавки с высокими качественными характеристиками. На этапах гранулирования, замораживания и сушки также происходит физическая трансформация, приводящая к испарению излишков влаги из полуфабриката, изменению состава и получению структурированного сушеного продукта. Изменение химического состава продукта происходит за счет увеличения концентрации сухих веществ во время его сушки.

На рис. 2 представлены фотографии влажной соевой массы и гранулированной сушеной обогащающей добавки, с добавлением в нее пшеничной цельнозерновой муки в количестве 5,5 % и порошка ламинарии в количестве 0,5 % от общей массы.



1



2

**Рис. 2. Фотографии влажной соевой массы (1) и гранулированной сушеной добавки (2)**

Как видно на рис. 2, влажная соевая масса имеет однородный серый цвет и консистенцию фарша. При заданных параметрах лиофилизации происходит изменение влажности материала во времени, т. е. физическая трансформация сырья, и изменяется его внешний вид. При этом гранулы светлеют, приобретая приятный бежевый цвет сушеного продукта.

В дальнейшем планируется исследование

химического состава, свойств, а также показателей безопасности с установлением срока годности полученной нами добавки из трансформированного соевого сырья пищевого и кормового назначения. Такую добавку можно рекомендовать к использованию в рецептурах продуктов питания и кормов для обогащения их ценными питательными веществами и повышения пищевой ценности.

#### **Заключение**

Таким образом, нами разработаны обогащающие добавки, при получении которых практически на всех этапах технологического цикла происходит физическая, химическая и биотехнологическая трансформация сырья и полуфабриката, сопровождаемая различными изменениями их состава и свойств. Предлагаемая классификация способов трансформации сырья может применяться при разработке технологий добавок, пищевых продуктов, а также кормов для сельскохозяйственных животных и

состава и свойств полученной добавки. С помощью данной классификации можно описать трансформацию сырья в результате его переработки и процессы, происходящие при этом. Полученные знания помогут при создании новых видов продукции пищевого и кормового назначения. Разработанные добавки можно использовать для обогащения ежедневного рациона питания человека и корма сельскохозяйственных животных и птицы.

## Список литературы

1. Калинина И.В., Потороко И.Ю. Методологические подходы создания обогащенных продуктов питания с доказанной эффективностью // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2019. Т. 7, № 1. С. 5–11. DOI: 10.14529/food190101
2. Обогащение пищевых продуктов как фактор профилактики микронутриентной недостаточности / Л.А. Маюрникова, А.А. Кокшаров, Т.В. Крапива и др. // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50, № 1. С. 124–139. DOI: 10.21603/2074-9414-2020-1-124-139
3. Доценко С.М., Стаценко Е.С. Получение пищевых систем функциональной направленности с использованием соевого // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2022. Т. 10, № 1. С. 67–75. DOI: 10.14529/food220108.
4. Курушкин В.В., Никулин В.Н. Биологический потенциал кур-несушек в условиях дефицита йода и его коррекция // Известия ОГАУ. 2007. №15(1). С. 159–161.
5. Организация полноценного кормления высокопродуктивных коров / Л.В. Романенко, В.Н. Волгин, Н.В. Пристач, З.Л. Федорова // Известия СПбГАУ. 2015. № 40. С. 72–77.
6. Патент РФ № 2755154. МПК А23J 3/16 (2021.05); А23L 11/00 (2021.05); F26B 17/00. Способ получения пищевой добавки на основе сои / Е.С. Стаценко, А.А. Стаценко. Заявка № 2021104942 от 26.02.2021; опубл. 13.09.2021.
7. Биотехнологическая трансформация побочных продуктов шелушения ячменя – путь получения ингредиентов со свойствами стабилизаторов пищевых систем / Н.А. Игорянова, О.В. Политуха, А.В. Яицких, Д.С. Степаненко // Пищевая промышленность. 2019. №4. С. 46–48. DOI: 10.24411/0235-2486-2019-10023
8. Глазков С.В., Копцев С.В., Самойлов А.В. Биотехнологическая трансформация овощного сырья в процессе направленного ферментирования молочнокислыми микроорганизмами // Овощи России. 2018. 2(40). С. 76–79. DOI: 10.18619/2072-9146-2018-2-76-79.
9. Шошина Е.Г., Дедкова Е.В. Процессы, происходящие при кулинарной обработке пищевых продуктов // Региональный вестник. 2017. № 2(7). С. 21–22.
10. Патент РФ № 2218816. МПК А23L 1/20 (2001.01); А23J 1/14 (2000.01). Способ получения соевого белкового продукта / С.М. Доценко, В.А. Тильба, Е.С. Стаценко; Заявка №.2001116296/13 от 13.06.2001; опубл. 20.12.2003.
11. Рогожин В.В., Рогожина Т.В. Физиолого-биохимические механизмы прорастания зерновок пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 8 (82). С. 17–21.
12. Шишлова Е.С., Посокина Н.Е., Лялина О.Ю. Основы ферментирования белокочанной капусты // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80, № 2. С. 242–248. DOI: 10.20914/2310-1202-2018-2-242-248
13. Влияние проращивания на химический состав и содержание антипитательных веществ в семенах сои / О.В. Кощаева, И.В. Хмара, К.П. Федоренко, В.В. Шкредов // Научный журнал КубГАУ. 2014. –№ 97(03). С. 224–236.
14. Стаценко Е.С. Разработка технологии пищевой добавки на основе соевого зерна биотехнологической модификации // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49, № 3. С. 367–374. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-3-367-374.
15. Самофалова Л.А., Сафронова О.В. Методологические подходы к проращиванию семян сельскохозяйственных культур, тестирование успеха прорастания // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 3 (23). С. 68–74.
16. Влияние проращивания на содержание антипитательных веществ в семенах сои / Т.Ф. Киселёва, Н.Ф. Ульяновкина, Ю.Ю. Миллер и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. 2013. № 6. С. 28–30.
17. Development of technology for producing wheat bread enriched with soy ingredient / E.S. Statsenko, N.Yu. Korneva, O.V. Pokotilo [et al.]. // Food Science Technology International. 2021. Dec. 6. DOI: 10.1177/10820132211062991.
18. Патент РФ № 2725490. МПК А21D2/36. Способ получения обогащенных хлебобулочных изделий / Е.С. Стаценко, О.В. Литвиненко, Н.Ю. Корнева, О.В. Покотило; Заявка № 2019135581 от 05.11.2019; опубл. 02.07.2020.

19. Разработка технологии производства кисломолочных напитков, обогащенных соевым белковым ингредиентом / Е.С. Стаценко, О.В. Литвиненко, Г.А. Кодирова и др. // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 5, № 4. С. 784–794. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-4-784-794

20. Патент РФ № 2784720 Российская Федерация, МПК А23С 9/12, А23С 9/13. Кисломолочный напиток, обогащенный соевым ингредиентом / Е.С. Стаценко, О.В. Литвиненко, Н.Ю. Корнева, О.В. Труш; Заявка № 2021128251 от 28.09.2022; опубл. 29.11.2022.

### References

1. Kalinina I.V., Potoroko I.Yu. Methodological Approaches to Creation of Enriched Food Products with Proven Efficiency. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2019, vol. 7, no. 1, pp. 5–11. (In Russ.) DOI: 10.14529/food190101

2. Mayurnikova L.A., Koksharov A.A., Krapiva T.V., Novoselov S.V. Food enrichment as a factor in the prevention of micronutrient deficiency. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Technique and technology of food production]. 2020, no. 50(1), pp. 124–139. (In Russ.) DOI: 10.21603/2074-9414-2020-1-124-139

3. Dotsenko S.M., Statsenko E.S. Production of food systems with functional focus based on use of soy component. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2022, vol. 10, no. 1, pp. 67–75. (In Russ.) DOI: 10.14529/food220108

4. Kurushkin V.V., Nikulin V.N. Biological potential of laying hens in conditions of iodine deficiency and its correction. *Izvestiya OGAU* [Bulletin of OSAU]. 2007, no. 15(1), pp. 159–161. (In Russ.)

5. Romanenko L.V., Volgin V.N., Pristach N.V., Fedorova Z.L. Organization of full-fledged feeding of highly productive cows. *Izvestiya SPbGAU* [Bulletin of SPbSAU]. 2015, no. 40, pp. 72–77. (In Russ.)

6. Statsenko E.S., Statsenko A.A. Patent No. 2755154 Russian Federation, SEC A23J 3/16 (2021.05); A23L 11/00 (2021.05); F26B 17/00. *Sposob polucheniya pishchevoy dobavki na osnove soi* [Method of obtaining a soy-based food additive]: no. 2021104942; application 26.02.2021; publ. 13.09.2021.

7. Igoryanova N.A., Politukha O.V., Yaitskikh A.V., Stepanenko D.S. Biotechnological transformation of by-products of barley peeling – a way to obtain ingredients with the properties of food system stabilizers. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2019, no. 4, pp. 46–48. (In Russ.)

8. Glazkov S.V., Koptsev S.V., Samoilo A.V. Biotechnological transformation of vegetable raw materials in the process of directed fermentation by lactic acid microorganisms. *Ovoshchi Rossii* [Vegetables of Russia]. 2018, no. 2 (40), pp. 76–79. (In Russ.) DOI: 10.18619/2072-9146-2018-2-76-79

9. Shoshina E.G., Dedkova E.V. Processes occurring during culinary processing of food products. *Regional'nyy vestnik* [Regional Bulletin], 2017, no. 2(7), pp. 21–22. (In Russ.)

10. Dotsenko S.M., Tilba V.A., Statsenko E.S. Patent No. 2218816 Russian Federation, SEC A23L 1/20 (2001.01); A23J 1/14 (2000.01). *Sposob polucheniya soevogo belkovogo produkta* [Method of obtaining soy protein product]: no. 2001116296/13; application 13.06.2001; publ. 20.12.2003.

11. Rogozhin V.V., Rogozhina T.V. Physiological and biochemical mechanisms of germination of wheat grains. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University]. 2011, no. 8(82), pp. 17–21. (In Russ.)

12. Shishlova E.S., Posokina N.E., Lyalina O.Yu. Fundamentals of fermentation of white cabbage. *Vestnik VGUIT* [Bulletin of VSUIT], 2018, vol. 80, no. 2, pp. 242–248. (In Russ.) DOI: 10.20914/2310-1202-2018-2-242-248.

13. Koschaeva O.V., Khmara I.V., Fedorenko K.P., Shkredov V.V. The effect of germination on the chemical composition and content of anti-nutritional substances in soybean seeds. *Nauchnyy zhurnal KubGAU* [Scientific Journal KubSAU], 2014, no. 97(03), pp. 224–236. (In Russ.)

14. Statsenko E.S. Development of technology of food additive based on soy grain biotechnological modification. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Technique and technology of food production], 2019, vol. 49, no. 3, pp. 367–374. (In Russ.) DOI: 10.21603/2074-9414-2019-3-367-374.

15. Samofalova L.A., Safronova O.V. Methodological approaches to germination of seeds of agricultural crops, testing the success of germination. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* [Legumes and cereals], 2017, no. 3(23), pp. 68–74. (In Russ.)

16. Kiseleva T.F., Ulyankina N.F., Miller Yu.Yu. et al. The effect of germination on the content of anti-nutritional substances in soybean seeds. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw materials], 2013, no. 6, pp. 28–30. (In Russ.)

17. Statsenko E.S., Korneva N.Yu., Pokotilo O.V., et al. Development of technology for producing wheat bread enriched with soy ingredient. *Food Science Technology International*, 2021. Dec. 6. DOI: 10.1177/10820132211062991.

18. Statsenko E.S., Litvinenko O.V., Korneva N.Yu., et al. Patent No. 2725490. Russian Federation, SEC A21D2/36. *Sposob polucheniya obogashchennykh khlebobulochnykh izdeliy* [Method for obtaining enriched bakery products]: no. 2019135581; application 05.11.2019; publ. 02.07.2020.

19. Statsenko E.S., Litvinenko O.V., Kodirova G.A., et al. Development of technology for the production of fermented beverages enriched with soy protein ingredient. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Technique and technology of food production], 2021, vol. 5, no. 4, pp. 784–794. (In Russ.) DOI: 10.21603/2074-9414-2021-4-784-794

20. Statsenko E.S., Litvinenko O.V., Korneva N.Y., et al. Patent No. 2784720. Russian Federation, SEC A23C 9/12, A23C 9/13. *Kislomolochnyy napitok, obogashchenny soyevym ingredientom* [Fermented milk drink enriched with soy ingredient]: no. 2021128251; application 09.28.2022; publ. 11.29.2022.

#### **Информация об авторах**

**Стаценко Екатерина Сергеевна**, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБНУ ФНЦ Всероссийский НИИ сои, Благовещенск, Амурская область, Россия, ses@vniisoi.ru

**Пензин Андрей Андреевич**, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории биотехнологии, ФГБНУ ФНЦ Всероссийский НИИ сои, Благовещенск, Амурская область, Россия, paa@vniisoi.ru

#### **Information about the authors**

**Yekaterina S. Statsenko**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, laboratories for processing agricultural products, Federal Research Center All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, Blagoveshchensk, Russia, ses@vniisoi.ru

**Andrey A. Penzin**, PhD student, Junior Researcher, Biotechnology Laboratory, Federal Research Center All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, Blagoveshchensk, Russia, paa@vniisoi.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declares no conflicts of interests.

**Статья поступила в редакцию 03.05.2023**

**The article was submitted 03.05.2023**