

Разработка технологии пищевой добавки на основе соевого сырья биотехнологической модификации

Е. С. Стаценко 

Дата поступления в редакцию: 03.06.2019
Дата принятия в печать: 30.08.2019

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои»,
675027, Россия, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19

e-mail: ses@vniisoi.ru



© Е. С. Стаценко, 2019

Аннотация. Соя используется в различных отраслях пищевой и перерабатывающей промышленности в качестве добавки для повышения пищевой и биологической ценности традиционных продуктов питания. Целью исследований являлась разработка технологии получения белково-витаминно-минерального ингредиента (БВМИ) в виде муки на основе соевого сырья биотехнологической модификации. Объектом исследования служило соевое зерно сорта «Китросса» селекции Всероссийского НИИ сои. Технология получения пищевой добавки включала четыре основных этапа: подготовку соевого зерна, проращивание, сушку полученного зерна, измельчение сушеного материала. На этапах получения добавки экспериментальным путем установлены оптимальные режимы проращивания (26 °С, 24 ч) и сушки соевого сырья (50 °С, 270 мин). При применении такой технологии в добавке, по сравнению с соевым зерном, отмечено увеличение содержания белка на 7,3 %, липидов на 2,3 %, пищевых волокон на 3,6–8,4 %. Независимо от режима проращивания, в добавке наблюдалось оптимальное рекомендуемое для человека соотношение полиненасыщенных жирных кислот ω -6 и ω -3 – 6,3:1–8,1:1. Также в БВМИ повысилось содержание витамина В₁ в 1,6–1,7 раза, витамина Е – в 1,7 раза, витамина С – в 2,2 раза по сравнению с их содержанием в соевом зерне. Активность ингибитора трипсина в БВМИ снизилась на 21,4–35,6 %. Соевое зерно и пищевая добавка из него богаты минеральными веществами (7,0–7,6 г/100 г) при содержании воды 9,3–9,8 г на 100 г. На основании проведенных исследований разработан комплект технической документации – СТО 9146-001-00668442-2018 «Белково-витаминно-минеральный ингредиент. Пищевая добавка» и технологическая инструкция (ТИ) на производство пищевой добавки.

Ключевые слова. Зерно, соя, проращивание, химический состав, биологически-активные вещества, пищевая добавка

Для цитирования: Стаценко, Е. С. Разработка технологии пищевой добавки на основе соевого сырья биотехнологической модификации / Е. С. Стаценко // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 367–374. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-367-374>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Technology for a New Food Additive Based on Biotechnologically Modified Soybean Raw Materials

Е.С. Statsenko 

Received: June 03, 2019
Accepted: August 30, 2019

All-Russia Scientific Research Institute of Soybean,
19, Ignat`evskoe shosse, Blagoveshchensk, 675027, Russia

e-mail: ses@vniisoi.ru



© E.S. Statsenko, 2019

Abstract. Soybeans are used in various sectors of food and processing industry as an additive that increases the nutritional and biological value of traditional food products. The research objective was to create a technology for a new protein-vitamin-mineral ingredient (PVMI). The new PVMI is a flour based on biotechnologically modified soybeans. The research featured soybeans of Kitrossa variety developed at the All-Russian Scientific Research Institute of Soybeans (Blagoveshchensk, Russia). The technology included four main stages: preparation of soybeans, germination, drying, and grinding. The process of germination was performed in wet paper using a thermostat at a relative humidity of 85%. The experiment provided the optimal regimes for germination (26°C, 24 h) and drying (50°C, 270 min). The new technology made it possible to increase the protein content in the additive by 7.3 %, lipids – by 2.3 %, and dietary fibers – by 3.6–8.4 %, if compared to the initial soybeans. Regardless of the germination regime, the additive demonstrated the optimal ratio of polyunsaturated fatty acids (PUFA) ω -6 and ω -3, which was 6.3:1–8.1:1. The PVMI also increased the content of vitamin B1 by 1.6–1.7 times, vitamin E – by 1.7 times, and vitamin C – by 2.2 times, if compared to their content in the original soybeans. The activity of trypsin inhibitor in the PVMI decreased by 21.4–35.6%. The resulting soybean grain and food additive were rich in minerals (7.0–7.6 g per 100 g) with a water content of 9.3–9.8 g per 100 g. The sensory properties

of the obtained nutritional additive had an average score of 5.0. The research resulted in a set of technical documentation, which included Standard STO 9146-001-00668442-2018 'Protein-vitamin-mineral ingredient. Food additive' and technological procedures for its production.

Keywords. Grain, soybean, germination, chemical composition, biologically active substances, food additive

For citation: Statsenko ES. Technology for a New Food Additive Based on Biotechnologically Modified Soybean Raw Materials. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(3):367–374. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-367-374>.

Введение

Питание оказывает большое влияние на качество и продолжительность жизни. Правильное питание является важнейшим фактором здоровья человека, его способности трудиться и противостоять неблагоприятным воздействиям окружающей среды. В настоящее время отмечается недостаточное поступление в организм с рационом питания белков, жиров, витаминов и других биологически активных веществ. Поэтому проблема обеспечения населения пищевыми продуктами с полноценным химическим составом является актуальной задачей [1–4].

Соя – высокобелковая пищевая и кормовая культура, которая ценится во всем мире. Ее используют в различных отраслях пищевой и перерабатывающей промышленности (консервной, молочной, мясной, хлебопекарной и др.) в качестве добавки для повышения пищевой и биологической ценности традиционных продуктов питания [5, 6]. В сое содержится большое количество белка, сбалансированного по составу незаменимых аминокислот, а также жира, витаминов, минеральных и других веществ [7, 8]. Благодаря этому она широко применяется для лечения и профилактики различных заболеваний [9–11]. В связи с этим заслуживают внимания технологические подходы к получению пищевых добавок из нативного зерна сои. Такие добавки являются биологически активными, имеют заданный состав и физико-химические свойства. Современные технологии позволяют получать их в виде порошков, используя традиционные технологические приемы (термообработку, экстракцию, сушку, диспергирование и др.) [12, 13].

Целью исследований была разработка технологии получения белково-витаминно-минерального ингредиента (БВМИ) функциональной направленности на основе соевого сырья биотехнологической модификации.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: разработка режимов и параметров процесса биотехнологической модификации соевого зерна при получении белково-витаминно-минерального ингредиента; разработка технологии получения белково-витаминно-минерального ингредиента функциональной направленности на основе соевого сырья; оценка пищевой и биологической ценности разработанной пищевой добавки.

Объекты и методы исследования

Объектом исследований стало зерно сои средне-спелого сорта «Китросса» (ГОСТ 17109-88) селекции ВНИИ сои, выращенного в 2017 г. в селекционных

питомниках Всероссийского НИИ сои (с. Садовое, Тамбовский район Амурской области).

Исследования проводили в лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции Всероссийского НИИ сои с использованием термостата ТС-1/80 СПУ (г. Смоленск, Россия), дегидрататора Ветерок-5ЭСОФ-0.5/220 (Спектр-Прибор, Россия), электронных весов марки SF-400 (Китай). Определение трипсинингибирующей активности в пищевой добавке проводили по ГОСТ 33427, органолептических показателей – по ГОСТ 15113.3-77. Содержание белка, углеводов, клетчатки, аминокислот, жирных кислот и минеральных веществ определяли с помощью инфракрасного сканера «FOSS NIRSystem 5000» методом спектроскопии в ближней инфракрасной области. Содержания витамина Е определяли по ГОСТ Р 54634-2011, витамина С – ГОСТ 24556-89, витамина В₁ (тиамина) – ГОСТ 29138-91, β-каротина – ГОСТ Р 54058-2010.

Статистическую обработку результатов проводили с помощью программы Microsoft Office Excel по следующим показателям [14, 15]:

– средняя арифметическая:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (1)$$

где x_i – значение признака, варианты; n – число всех вариантов (объем выборки);

– ошибка выборки:

$$S_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

где σ – среднее квадратичное отклонение.

Повторность опытов – четырехкратная.

Результаты и их обсуждение

В настоящих исследованиях основой создания пищевой добавки из сои является процесс биотехнологической модификации, который заключается в том, что соевое зерно как биологический объект в процессе проращивания под действием ферментных систем претерпевает структурные изменения, а также изменения химического состава и свойств зерна. В результате процесса биомодификации в ходе проращивания в зерне происходит расщепление сложных пищевых веществ до более простых, легко усвояемых организмом человека. Ферментативная модификация в данном случае реализована в рамках биотехнологических процессов, направленных на улучшение качества белка и других химических элементов зерна [16].

Технология получения пищевой добавки заключалась в следующем. Зерно сои инспектировали,

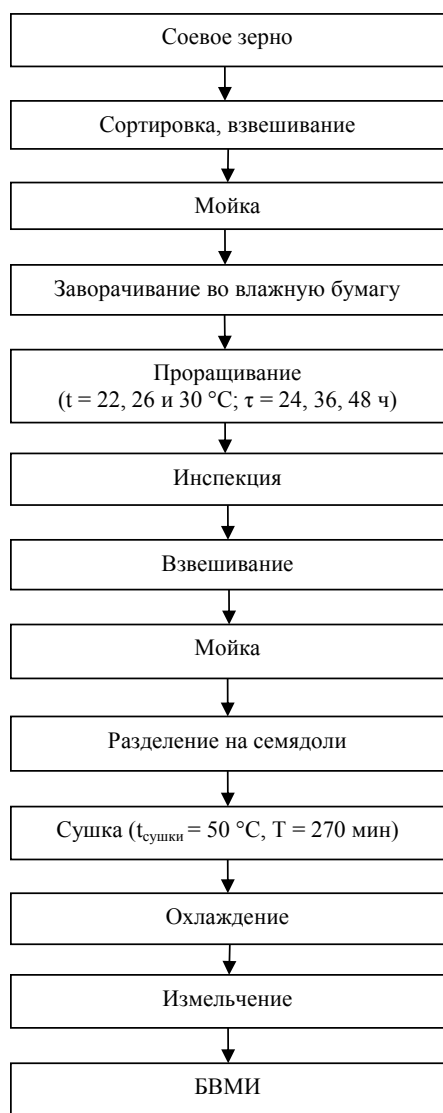


Рисунок 1. Технологическая схема получения белково-витаминно-минерального ингредиента (БВМИ)

Figure 1. Technological scheme for the protein-vitamin-mineral ingredient (PVMI)

взвешивали, тщательно промывали, заворачивали во влажную бумагу и помещали в термостат для проращивания (рис. 1).

Максимальная длина зародышевых корешков в результате проращивания во влажной бумаге в течение 24 ч составила 8–20 мм, 36 ч – 25–50 мм, 48 ч – 30–65 мм.

Относительная влажность воздуха в термостате – 85 %. Схемой опыта были предусмотрены варианты проращивания зерна при температурах 22, 26 и 30 °C продолжительностью 24, 36 и 48 часов соответственно.

Полученные образцы пророщенного зерна инспектировали, удаляя поврежденные экземпляры, взвешивали, тщательно промывали проточной водой при температуре 50–60 °C, разделяли на семядоли и закладывали на сушку в сушильный аппарат с конвекцией. После этого измельчали до частиц размером 0,01–0,05 мм. Таким образом, получали пищевую добавку в виде муки (рис. 2).

Температуру сушки (50 °C) устанавливали экспериментальным путем. Проведенные исследования показали, что нерационально подвергать высушиванию образцы при температуре 40 °C, так как требовалось увеличение продолжительности сушки – более 9 часов. При этом ухудшались органолептические показатели полученного продукта, он приобретал зеленоватую окраску, усиливался бобовый запах. При температуре сушки 60 °C и более частицы продукта темнели за счет частичного подгорания, что также ухудшало органолептические показатели готовой пищевой добавки.

В процессе сушки путем взвешивания контролировали массу исследуемых образцов каждые 30 минут. По полученным данным провели анализ изменения показателей массы пророщенного соевого зерна в зависимости от продолжительности сушки (рис. 3). В таблице 1 представлены показатели, полученные при проращивании соевого зерна в термостате в течение 24 часов при температуре 22, 26 и 30 °C ($t_{\text{сушки}} = 50 \text{ °C}$). Наиболее интенсивное снижение



(а) соевое зерно



(б) пророщенное зерно сушеное



(в) пищевая добавка в виде муки

Рисунок 2. Соевое зерно сорта «Китросса» и пищевая добавка из него

Figure 2. Kitrossa soybeans and food additive

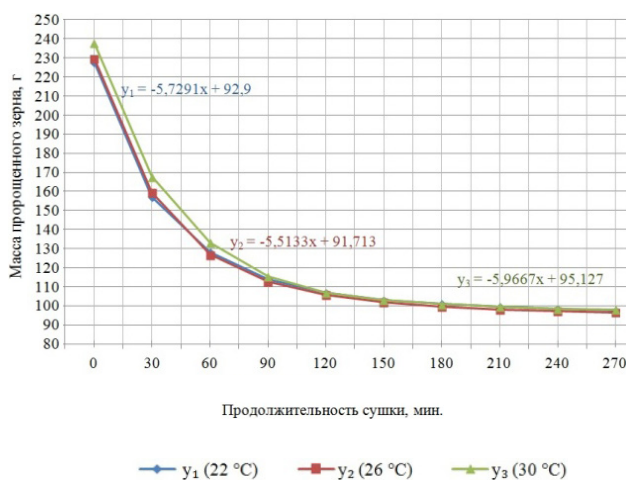


Рисунок 3. График изменения массы пророщенного соевого зерна во время сушки

Figure 3. Graph of change in the mass of the germinated soybean grain during drying

Таблица 1. Показатели сушки пророщенного соевого зерна
Table 1. Indicators for the germinated soybean grain drying process

Параметры	Числовые значения			
Температура в термостате, °C	22	26	30	
Масса соевого зерна, г	100	100	100	
Масса пророщенного соевого зерна, г				
до сушки	227,6 ± 0,3	229,6 ± 0,6	237,8 ± 0,2	
Сушка в течение	30 мин	157,0 ± 0,2	159,6 ± 0,8	167,8 ± 0,1
	60 мин	128,2 ± 0,6	126,8 ± 0,3	133,2 ± 0,1
	90 мин	113,8 ± 0,3	112,6 ± 0,4	115,4 ± 0,3
	120 мин	107,0 ± 0,8	105,8 ± 0,4	107,0 ± 0,4
	150 мин	103,2 ± 0,5	101,8 ± 0,3	103,0 ± 0,3
	180 мин	101,0 ± 0,4	99,6 ± 0,2	101,0 ± 0,2
	210 мин	99,4 ± 0,3	98,0 ± 0,1	99,6 ± 0,1
	240 мин	98,4 ± 0,3	97,4 ± 0,2	98,4 ± 0,1
	270 мин	97,8 ± 0,3	96,6 ± 0,1	98,0 ± 0,1

Таблица 3. Органолептическая характеристика качества пищевой добавки (БВМИ)

Table 3. Sensory characteristics of the PVMI food additive

Показатель качества	Характеристика		
	24	36	48
Цвет	светло-желтый с множеством включений бежевого и желтого цвета, однородный по всей массе		
Запах	приятный, легкий, свойственный соевой пищевой добавке в виде муки	интенсивный, соломы	интенсивный, не приятный, соломы
Вкус	сладковатый, свойственный соевой пищевой добавке в виде муки, с приятным бобовым привкусом, без горечи, кисловатого и других посторонних привкусов	не свойственный соевой пищевой добавке в виде муки, с бобовым привкусом, горьковатый, кисловатый. Не приятный, травянистый привкус	не свойственный соевой пищевой добавке в виде муки, с не приятным бобовым привкусом, горький, кисловатый. Не приятный, с резким травянистым привкусом
Минеральные примеси	при разжевывании пищевой добавки, смоченной водой, не ощущается хруста		

Таблица 2. Органолептическая оценка качества пищевой добавки

Table 2. Sensory quality assessment of the food additive

Показатель качества	Продолжительность проращивания, час		
	24	36	48
	Оценка, балл		
Цвет	5,0	5,0	5,0
Запах	5,0	4,0	3,0
Вкус	5,0	3,0	2,0
Средний балл	5,0	4,0	3,3

массы (на 53,0–55,0 %) от первоначальной, происходило в первые 120 минут сушки. Затем уменьшение массы значительно замедлялось до 7,9–8,0 % и в период сушки 240–270 минут изменялось менее чем на 1,0 %. В этот период достигалась необходимая влажность высушиваемого объекта 9,0–10,0 %. Поэтому экспериментально устанавливаем продолжительность сушки пророщенного соевого зерна – 270 мин.

После разработки технологии белково-витаминно-минерального ингредиента из пророщенного соевого зерна на дегустационном совещании проведена оценка его качества по органолептическим показателям в соответствии с пятибалльной шкалой (табл. 2) [17].

В таблице 3 представлена общая характеристика полученного белково-витаминно-минерального ингредиента в зависимости от продолжительности проращивания.

Анализ показателей качества пищевой добавки, представленных в таблицах 2 и 3, показал, что наивысшая оценка качества БВМИ установлена у образцов, полученных проращиванием соевого зерна в течение 24 ч.

После органолептической оценки пищевой добавки исследовали химический состав образцов БВМИ, полученных при проращивании сои в течение 24 часов при температуре 22, 26 и 30 °C.

В процессе проращивания соевого зерна изменялся его химический состав [16, 18]. Результаты

Таблица 4. Химический состав соевого зерна сорта «Китросса» и БВМИ

Table 4. Chemical composition of the Kitrossa soybean grain variety and the PVMI food additive

Показатель	Содержание, г/100 г			
	Соевое зерно	БВМИ		
		22 °С	26 °С	30 °С
Белок	38,3 ± 0,1	40,5 ± 0,3	41,1 ± 0,4	40,4 ± 0,3
Липиды	17,5 ± 0,2	18,2 ± 0,2	17,9 ± 1,0	18,2 ± 0,5
Клетчатка	8,3 ± 0,4	9,0 ± 0,6	8,6 ± 2,4	8,8 ± 0,8
Зола	7,0 ± 0,3	7,6 ± 0,5	7,2 ± 1,9	7,4 ± 0,6
Вода	9,8 ± 0,1	9,3 ± 0,1	9,5 ± 0,1	9,5 ± 0,1

Таблица 5. Содержание незаменимых аминокислот в соевом зерне и БВМИ

Table 5. Content of essential amino acids in the soybean grain and the PVMI food additive

Аминокислота	Содержание, %			
	Соевое зерно	БВМИ		
		22 °С	26 °С	30 °С
Лизин	6,1 ± 0,1	6,0 ± 0,1	6,0 ± 0,1	6,0 ± 0,1
Фенилаланин	4,3 ± 0,1	4,4 ± 0,1	4,4 ± 0,1	4,4 ± 0,1
Лейцин	8,9 ± 0,1	7,3 ± 0,1	7,0 ± 0,3	7,6 ± 0,1
Изолейцин	6,5 ± 0,1	5,0 ± 0,1	5,2 ± 0,3	5,0 ± 0,1
Валин	6,4 ± 0,2	6,6 ± 0,2	5,9 ± 0,4	6,2 ± 0,2
Треонин	3,3 ± 0,1	3,2 ± 0,1	3,2 ± 0,1	3,2 ± 0,1
Метионин+цистин	1,2 ± 0,1	1,4 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,2 ± 0,1

химического анализа пищевой добавки в виде муки из соевого сырья биотехнологической модификации представлены в таблице 4.

Увеличение содержания белка при проращивании зерна составило 5,5–7,3 % от его начального содержания в сое. При этом наибольшее количество белка (41,1 г) отмечено у образца, полученного при температуре в термостате 26 °С. Содержание липидов в добавке больше на 2,3–4,0 %, чем в исходном зерне, пищевых волокон (клетчатки) – на 3,6–8,4 %. Соевое зерно и пищевая добавка из него богаты минеральными веществами (7,0–7,6 г/100 г) при содержании воды 9,3–9,8 г на 100 г. Содержание углеводов в БВМИ снизилось на 17,8–19,4 % в сравнении с соевым зерном.

В пищевой добавке, независимо от режима ее получения, содержание незаменимых аминокислот изменилось незначительно. При этом метионин+ци-

Таблица 6. Содержание жирных кислот в соевом зерне и БВМИ

Table 6. Content of fatty acids in the soybean grain and the PVMI food additive

Жирная кислота	Содержание, %			
	Соевое зерно	БВМИ		
		22 °С	26 °С	30 °С
Олеиновая	17,0 ± 0,6	13,0 ± 0,9	15,4 ± 1,8	12,9 ± 1,1
Линолевая	49,7 ± 0,1	49,6 ± 0,2	49,3 ± 0,3	49,3 ± 0,3
Линоленовая	7,7 ± 0,1	6,8 ± 0,2	7,8 ± 2,0	6,1 ± 0,3
Пальмитиновая	10,8 ± 0,1	10,6 ± 0,1	10,6 ± 0,1	10,6 ± 0,1
Стеариновая	4,1 ± 0,1	3,8 ± 0,1	3,7 ± 0,1	3,9 ± 0,1
Соотношение ПНЖК	6,4:1	7,3:1	6,3:1	8,1:1

стин увеличился на 0,3 % при снижении лейцина и изолейцина на 1,3–1,9 % относительно их содержания в соевом зерне (табл. 5).

По данным диетологов и института питания РАМН РФ, рекомендуемое соотношение полиненасыщенных жирных кислот ω-6 и ω-3 в рационе питания здорового человека должно составлять 6:1–10:1 [19, 20]. У соевого зерна и полученной пищевой добавки, независимо от режима проращивания, наблюдалось оптимальное соотношение ПНЖК ω-6 и ω-3 – 6,3:1–8,1:1. Из ненасыщенных жирных кислот в большей степени уменьшилось содержание олеиновой кислоты – на 9,4–24,1 % относительно соевого зерна (табл. 6).

В соевом зерне содержится большое количество жирорастворимых и водорастворимых витаминов. В сое витамины находятся в связанной форме, а с поступлением воды начинается их переход в физиологически активное состояние. Поэтому в прорастающем зерне возрастает содержание витаминов, количество которых увеличивается не только из-за освобождения их из связанной формы, но и вследствие биосинтеза [16, 18, 21].

Проведен анализ содержания некоторых витаминов в соевом зерне и пищевой добавке из соевого зерна, полученного путем биотехнологической модификации (табл. 7).

Провитамин А (β-каротин), в связи с наличием большого числа двойных связей, обладает высокой реакционной способностью. Однако он неустойчив к нагреванию в присутствии кислорода. Поэтому в пи-

Таблица 7. Содержание витаминов в соевом зерне и в БВМИ

Table 7. Content of vitamins in the soybean grain and the PVMI food additive

Показатель	Содержание, мг/100 г			
	Соевое зерно	БВМИ		
		22 °С	26 °С	30 °С
β-каротин	0,07 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01
В ₁ (тиамин)	0,94 ± 0,01	1,55 ± 0,01	1,62 ± 0,01	1,63 ± 0,01
Е (альфа – токоферол, ТЭ)	1,90 ± 0,01	3,20 ± 0,02	3,30 ± 0,02	3,30 ± 0,02
Витамин С	1,55 ± 0,02	3,35 ± 0,02	3,48 ± 0,02	3,40 ± 0,02

Таблица 8. Активность ингибитора трипсина

Table 8. Activity of the trypsin inhibitor

Показатель	Содержание, мг/г			
	Соевое зерно	БВМИ		
		22 °С	26 °С	30 °С
ТИА	31,7 ± 0,3	24,0 ± 0,5	24,9 ± 0,4	20,4 ± 0,2

щевой добавке произошло уменьшение его содержания в 1,8–3,5 раз по сравнению с исходным сырьем. При этом содержание витамина В₁ увеличилось в 1,6–1,7 раза, витамина Е – в 1,7 раза, витамина С – в 2,2 раза относительно их содержания в соевом зерне.

Установлено, что кроме полезных веществ, содержащихся в сое, в состав ее белка входят и антипитательные вещества – ингибиторы трипсина, активность которых может изменяться в процессе проращивания [22]. На следующем этапе исследований проведен сравнительный анализ активности ингибитора трипсина (ТИА) в соевом зерне и в пищевой добавке, полученной проращиванием зерна в течение 24 часов при температурах 22, 26 и 30 °С (табл. 8).

Полученные результаты показали снижение активности ингибитора трипсина в БВМИ на 21,4–35,6 %, при диапазоне колебания 11,3 мг/г [7, 16].

Выводы

Таким образом, разработана технология получения БВМИ в виде муки на основе соевого сырья биотехнологической модификации, которая включает

следующие этапы: подготовку соевого зерна, проращивание, сушку полученного зерна, измельчение сушеного материала. Экспериментальным путем установлены оптимальные режимы проращивания (в течение 24 ч при температуре 26 °С) и сушки соевого сырья (в течение 270 мин при температуре 50 °С). Применение такой технологии обеспечило в добавке увеличение содержания белка на 7,3 %, липидов на 2,3 % и пищевых волокон на 3,6–8,4 % по сравнению с исходным соевым зерном. При этом в соевом зерне сорта «Китросса» и пищевой добавке из него отмечено оптимальное рекомендуемое для человека соотношение ПНЖК ω-6 и ω-3 – 6,3:1–8,1:1. Новые подходы к получению пищевой добавки на основе соевого сырья биотехнологической модификации не только обеспечивают целенаправленное превращение структурных элементов клетки, сохранение и увеличение биологически активных веществ, но и позволяют наиболее полно использовать все ресурсы, заложенные в сое. На основании проведенных исследований разработан комплект технической документации – СТО 9146-001-00668442-2018 «Белково-витаминно-минеральный ингредиент. Пищевая добавка» и технологическая инструкция (ТИ) на производство пищевой добавки. Полученный ингредиент рекомендуется использовать в качестве обогащающей добавки в технологиях консервного, хлебопекарного и других производств.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 г. № 1873-р. г. Москва [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2010/11/03/pravila-dok.html>. – Дата обращения: 14.02.2018.
2. Обеспеченность населения России микронутриентами и возможности ее коррекции. Состояние проблемы / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская, Д. В. Рисник [и др.] // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 4. – С. 113–124. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2017-00067>.
3. Герасименко, Н. Ф. Здоровое питание и его роль в обеспечении качества жизни / Н. Ф. Герасименко, В. М. Позняковский, Н. Г. Челнакова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2016. – Т. 12, № 4. – С. 52–57.
4. Role of organic products in the implementation of the state policy of healthy nutrition in the Russian Federation / Z. Y. Belyakova, I. A. Makeeva, N. V. Stratonova [et al.] // Foods and Raw Materials. – 2018. – Vol. 6, № 1. – P. 4–13. DOI: <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-1-4-13>.
5. Скрипко, О. В. Разработка рецептур и оценка качества пищевого концентрата «Каша гречневая» повышенной пищевой и биологической ценности / О. В. Скрипко, Е. С. Стаценко, О. В. Покотило // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 1. – С. 125–132. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-125-131>.
6. Стаценко, Е. С. Разработка технологии пищевого концентрата первых обеденных блюд с использованием сои / Е. С. Стаценко // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 6. – С. 76–79. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10619>.
7. Петибская, В. С. Соя: химический состав и использование / В. С. Петибская. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2012. – 432 с.
8. El-Shemy, H. A. Soybean. Bio-Active Compounds / H. A. El-Shemy. – Croatia : IntechOpen, 2013. – 556 p. DOI: <https://doi.org/10.5772/45866>.
9. Messina, M. Soy and Health Update: Evaluation of the Clinical and Epidemiologic Literature / M. Messina // Nutrients. – 2016. – Vol. 8, № 12. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu8120754>.
10. Сидорова, Ю. С. Экспериментальная оценка гипополипидемических свойств белков сои, риса и их ферментативных гидролизатов. Краткий обзор литературы / Ю. С. Сидорова, В. К. Мазо, А. А. Кочеткова // Вопросы питания. – 2018. – Т. 87, № 2. – С. 77–84. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10021>.

11. Tansaz, S. Biomedical applications of soy protein: A brief overview / S. Tansaz, A. R. Boccaccini // *Journal of Biomedical Materials Research – Part A*. – 2016. – Vol. 104, № 2. – P. 553–569. DOI: <https://doi.org/10.1002/jbm.a.35569>.
12. Скрипко, О. В. Исследование биохимического состава семян сои амурской селекции для использования в пищевой промышленности / О. В. Скрипко, О. В. Литвиненко, Н. Ю. Исайчева // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2015. – № 8. – С. 32–35.
13. Скрипко, О. В. Технологические подходы к приготовлению функциональных белково-витаминных продуктов на основе сои / О. В. Скрипко // *Достижения науки и техники АПК*. – 2017. – Т. 31, № 6. – С. 84–92.
14. Доспехов, В. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
15. Интенсивность вариации количественных признаков исходного материала сои / Д. Р. Шафигуллин, Е. В. Романова, М. С. Гинс [и др.] // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство*. – 2017. – Т. 12, № 3. – С. 217–225. DOI: <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2017-12-3-217-225>.
16. Влияние проращивания на химический состав и содержание антипитательных веществ в семенах сои / О. В. Кошцаева, И. В. Хмара, К. П. Федоренко [и др.] // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 2014. – № 97. – С. 224–236.
17. Родина, Т. Г. Сенсорный анализ как составляющая товарной экспертизы пищевых продуктов / Т. Г. Родина // *Международная торговля и торговая политика*. – 2015. – Т. 1, № 1. – С. 83–95.
18. Иванова, М. И. Проростки – функциональная органическая продукция (обзор) / М. И. Иванова, А. И. Кашлева, А. Ф. Разин // *Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки*. – 2016. – Т. 7, № 3. – С. 19–30.
19. Ших, Е. В. Длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты семейства ω -3 в профилактике заболеваний у взрослых и детей: взгляд клинического фармаколога / Е. В. Ших, А. А. Махова // *Вопросы питания*. – 2019. – Т. 88, № 2. – С. 91–100. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10022>.
20. Субботина, М. А. Физиологические аспекты использования жиров в питании / М. А. Субботина // *Техника и технология пищевых производств*. – 2009. – Т. 15, № 4. – С. 54–57.
21. Загайнова, И. С. Пророщенные семена бобовых культур как источника пищевых и биологически активных веществ / И. С. Загайнова, М. Н. Чижова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2014/article/2014002868>. – Дата обращения: 02.10.2018.
22. Влияние проращивания на содержание антипитательных веществ в семенах сои / Т. Ф. Киселёва, Н. Ф. Ульяновки-на, Ю. Ю. Миллер [и др.] // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2013. – № 6. – С. 28–30.


References

1. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 25 oktyabrya 2010 g. № 1873–r. g. Moskva [Government Decree of the Russian Federation, October 25, 2010 № 1873–r.] [Internet]. [cited 2018 Feb 14]. Available from: <http://www.rg.ru/2010/11/03/pravila-dok.html>.
2. Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA, Risnik DV, Nikityuk DB, Tutelyan VA. Micronutrient status of population of the Russian Federation and possibility of its correction. State of the problem. *Problems of Nutrition*. 2017;86(4):113–124. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2017-00067>.
3. Gerasimenko NF, Poznyakovskiy VM, Chelnokova NG. Healthy eating and its role in ensuring the quality of life. *Technologies of food and processing industry of AIC – healthy food*. 2016;12(4):52–57. (In Russ.).
4. Belyakova ZY, Makeeva IA, Stratonova NV, Pryanichnikova NS, Bogatyrev AN, Diel F, et al. Role of organic products in the implementation of the state policy of healthy nutrition in the Russian Federation. *Foods and Raw Materials*. 2018;6(1):4–13. DOI: <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-1-4-13>.
5. Skripko OV, Statsenko ES, Pokotilo OV. Recipes development and quality evaluation of food concentrate ‘buckwheat porridge’ with higher nutritional and biological value. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2018;48(1):125–131. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-125-131>.
6. Statsenko ES. Development of Production Technology of Preparation of Food Concentrate of the First Courses with the Application of Soybean. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2018;32(6):76–79. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10619>.
7. Petibskaya VS. Soya: khimicheskiy sostav i ispol'zovanie [Soybeans: chemical composition and use]. Maykop: Poligraf-YUG; 2012. 432 p. (In Russ.).
8. El-Shemy HA. Soybean. Bio-Active Compounds. Croatia: IntechOpen; 2013. 556 p. DOI: <https://doi.org/10.5772/45866>.
9. Messina M. Soy and Health Update: Evaluation of the Clinical and Epidemiologic Literature. *Nutrients*. 2016;8(12). DOI: <https://doi.org/10.3390/nu8120754>.
10. Sidorova YuS, Mazo VK, Kochetkova AA. Experimental evaluation of hypolipidemic properties of soy and rice proteins and their enzyme hydrolysates. *Problems of Nutrition*. 2018;87(2):77–84. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10021>.
11. Tansaz S, Boccaccini AR. Biomedical applications of soy protein: A brief overview. *Journal of Biomedical Materials Research – Part A*. 2016;104(2):553–569. DOI: <https://doi.org/10.1002/jbm.a.35569>.

12. Skripko OV, Litvinenko OV, Isaycheva NYu. Study of the Biochemical Composition of Soybean Seeds for Breeding Amur in the Food Industry. Storage and processing of farm products. 2015;(8):32–35. (In Russ.).
13. Skripko OV. Technological Approaches to Obtaining Functional Protein and Vitamin Foods from Soybean. Achievements of Science and Technology of AIC. 2017;31(6):84–92. (In Russ.).
14. Dospikhov VA. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Method of field experiment (with basic statistical processing of research results)]. Moscow: Agropromizdat; 1985. 351 p. (In Russ.).
15. Shafigullin DR, Romanova EV, Gins MS, Pronina EP. Intensity of quantitative traits variation of the soybean starting material. RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. 2017;12(3):217–225. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2017-12-3-217-225>.
16. Koshchaeva OV, Khmara IV, Fedorenko KP, Shkredov VV. Effect of germination of the chemical composition and antinutrients content in soybean seeds. Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2014;(97):224–236. (In Russ.).
17. Rodina TG. Sensory analysis as a component of commodity expertise of food products. International Trade and Trade Policy. 2015;1(1):83–95. (In Russ.).
18. Ivanova MI, Kashleva AI, Razin AF. Sptouts – functional organic products (overview). Vestnik of the Mari State University. Chapter Agriculture. Economics. 2016;7(3):19–30. (In Russ.).
19. Shikh EV, Makhova AA. Long-chain ω -3 polyunsaturated fatty acids in the prevention of diseases in adults and children: a view of the clinical pharmacologist. Problems of Nutrition. 2019;88(2):91–100. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10022>.
20. Subbotina MA. Physiological aspects of the use of fats in the nourishment. Food Processing: Techniques and Technology. 2009;15(4):54–57. (In Russ.).
21. Zagaynova IS, Chizhova MN. Proroshchennye semena bobovykh kul'tur kak istochnika pishchevykh i biologicheskii aktivnykh veshchestv [Germinated seeds of legumes as a source of food and biologically active substances] [Internet]. [cited 2018 Oct 02]. Available from: <https://scienceforum.ru/2014/article/2014002868>.
22. Kiseleva TF, Ul'yankina NF, Miller YuYu, Stepanov SV, Pomozova VA. Germination of soybean as a way to reduce antinutrients. Storage and processing of farm products. 2013;(6):28–30. (In Russ.).


Сведения об авторах

Стаценко Екатерина Сергеевна

канд. техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», 675027, Россия, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19, тел.: +7 (4162) 36-94-50, e-mail: ses@vniisoi.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-2240-0614>

Information about the authors

Ekaterina S. Statsenko

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Leading Researcher of the Laboratory of Processing of Agricultural Products, All-Russia Scientific Research Institute of Soybean, 19, Ignat'evskoe shosse, Blagoveshchensk, 675027, Russia, phone: +7 (4162) 36-94-50, e-mail: ses@vniisoi.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-2240-0614>