



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК 664.769

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.03.005



ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНОГО СОЕВОГО СЫРЬЯ В ПИЩЕВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Екатерина Александровна Речкина ¹, Жанна Александровна Кох ²,
Вера Александровна Ханипова ³, Алина Валерьевна Воробьева ⁴

^{1, 2, 3, 4} Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия

¹ rechkina.e@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8045-9529>

² jannetta-83@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4016-7596>

³ gasi.vera@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3088-2628>

⁴ alya.vorobyova.99@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0006-2972-889X>

Аннотация. В настоящее время во всём мире производится свыше 12000 продуктов переработки сои и комбинированных продуктов. Среди них можно отметить текстурированные соевые продукты, изготавливаемые из обезжиренной соевой муки, концентратов или изолятов. Одним из перспективных направлений развития пищевой промышленности в России является производство напитков на основе соевого "молока", предназначенных как для массового потребления, так и для специализированного питания. Соевые напитки становятся популярными среди людей, страдающими непереносимостью лактозы. Продуктом переработки при производстве соевого «молока», является окара. Соевая окара - это побочный продукт пищевой промышленности, который состоит из нерастворимых остатков сои при производстве пищевых продуктов на основе сои, например, соевого молока и тофу. Несмотря на то, что она богата белками, калием, кальцием, изофлавонами, полисахаридами, витамином В, жирорастворимыми питательными факторами и антиоксидантами, огромное ее количество преимущественно утилизируется ежедневно. Цель данной работы состояла в исследовании биохимического состава соевой окары, для возможности использования её в различных пищевых технологиях. В статье представлена технология производства соевой окары. Изучен биохимический состав соевой окары исследуемых из скороспелых сортов сои «Заряница» и «СИБНИИК», по содержанию общего количества углеводов, соевая окара сорта СИБНИИК на 1,2 % превосходит соевую окару сорта «Заряница», но незначительно уступает по содержанию клетчатки и золы (0,3 % и 0,8 %). Содержание зольных веществ в соевой окаре сорта СИБНИИК на 0,8 % больше, чем в соевой окаре сорта «Заряница». В соевой окаре определены показатели безопасности в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза 015/2011 «О безопасности зерна» для масличных культур (подсолнечник, соя, хлопчатник, лен) допустимый уровень содержания свинца составляет не более 1,0 мг/кг, мышьяка 0,3 мг/кг, кадмия 0,1 мг/кг, ртути 0,05 мг/кг, что, является не только основным компонентом в кормовых смесях, но может применяться, как функциональный ингредиент в различных пищевых технологиях.

Ключевые слова: соя, вторичное соевое сырье, окара, биохимический состав соевой окары, показатели безопасности, технологический процесс.

Для цитирования: Речкина Е. А., Кох Ж. А., Ханипова В. А., Воробьева А. В. Перспективы использования вторичного соевого сырья в пищевом производстве // Ползуновский вестник. 2024. № 3. С. 36 – 40. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.03.005, EDN: <https://elibrary.ru/yajtne>.

PROSPECTS FOR USE OF SECONDARY SOY RAW MATERIALS IN FOOD PRODUCTION

Ekaterina A. Rechkina¹, Zhanna A. Koch², Vera A. Khanipova³,
Alina V. Vorobyeva⁴

^{1, 2, 3, 4} Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

¹ rechkina.e@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8045-9529>

² jannetta-83@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4016-7596>

³ gasi.vera@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3088-2628>

⁴ alya.vorobyova.99@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0006-2972-889X>

Abstract. More than 12,000 soybean products and combination products are currently produced worldwide. Among them we can mention textured soy products made from defatted soybean meal, concentrates or isolates. One of the promising areas of food industry development in Russia is the production of beverages based on soy "milk", intended for both mass consumption and specialized nutrition. Soy drinks are becoming popular among people suffering from lactose intolerance. The processed product in the production of soy "milk", is okara. Soya okara is a by-product of the food industry that consists of insoluble soybean residue from the production of soy-based food products such as soy milk and tofu. Although it is rich in protein, potassium, calcium, isoflavones, polysaccharides, vitamin B, fat-soluble nutrients and antioxidants, a huge amount of it is predominantly utilized on a daily basis. The aim of this work was to investigate the biochemical composition of soybean okra, for the possibility of using it in various food technologies. The paper presents the technology of soybean okra production. The biochemical composition of soybean pellets of the investigated from soon-to-ripen soybean varieties "Zaryanitsa" and "SIBNIIC" has been studied; by the content of total carbohydrates, soybean pellets of SIBNIIC variety exceeds soybean pellets of "Zaryanitsa" variety by 1.2 %, but slightly inferior by the content of fiber and ash (0.3 % and 0.8 %). The ash content in soybean pellets of SIBNIIC variety is 0.8 % higher than in soybean pellets of "Zaryanitsa" variety. In soybean pellets determined safety indicators in accordance with the requirements of the Technical Regulations of the Customs Union 015/2011 "On the safety of grain" for oilseed crops (sunflower, soybean, cotton, flax) the permissible level of lead content is not more than 1.0 mg / kg, arsenic 0.3 mg / kg, cadmium 0.1 mg / kg, mercury 0.05 mg / kg, which is not only the main component in feed mixtures, but can be used as a functional ingredient in various food technologies.

Keywords: soybean, secondary soy raw material, pellets, biochemical composition of soybean pellets, safety indicators, technological process.

For citation: Rechkina, E. A., Koch, Zh. A., Khanipova, V. A. & Vorobyeva, A. V. (2024). Prospects for use of secondary soy raw materials in food production. *Polzunovskiy vestnik*. (3), 36-40. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2024.03.005. EDN: <https://elibrary.ru/yajtne>.

ВВЕДЕНИЕ

Как и другие бобовые, соевые бобы богаты питательными веществами. Пищевая промышленность использует продукты, в которых соя или продуктов, полученных из нее, в качестве одного из основных ингредиентов. Для использования в качестве сырья для пищевой промышленности соя должна обладать следующими характеристиками: светлый цвет пасленовых, высокое содержание белка, низкое содержание аллергенов. Благодаря высокому содержанию белка высшего качества.

Включение соевых белков в рацион питания с относительно низким содержанием насыщенных жирных кислот и холестерина снижает риск развития ишемической болезни сердца, соя также содержит полезные изофлавоны, которые вносят значительный вклад в профилактику сердечно-сосудистых заболеваний, и клетчатку, которая

снижает уровень холестерина и улучшает толерантность к глюкозе при диабете [1, 2, 8, 10].

Окара - это побочный продукт переработки сои, особенно соевого молока и тофу. Окара имеет нейтральный вкус и имеет желтовато-белый цвет. При гидротермической обработке молотых соевых бобов образуется нерастворимая фракция. Высокое содержание воды (80 %) в окаре при выбрасывании наносит большой вред окружающей среде. Однако этот побочный продукт содержит множество полезных и биологически активных соединений, что вызывает растущий интерес к нему в качестве пищевых добавок. Добавление окары в продукты в качестве побочного продукта имеет не только положительные пищевые свойства, но и положительный экологический эффект. Помимо нежного вкуса, бесцветный вид и легко усваиваемые углеводы, окара также подходит для переработки безглютеновых продуктов. Характеристика этого побочного продукта, вклю-

чая белок, масло, пищевые волокна и минеральный состав, а также неуточненные моносахариды и олигосахариды [3, 4, 5, 6, 7].

Несмотря на то, что окара богата белками, калием, кальцием, изофлавонами, полисахаридами, витамином В, жирорастворимыми питательными факторами и антиоксидантами, огромное ее количество преимущественно утилизируется ежедневно. Утилизация окары требует больших финансовых затрат и представляет собой серьезную проблему для окружающей среды из-за гниения и выброса парниковых газов. Таким образом, превращение этих богатых питательными веществами «пищевых отходов» в субстрат богатый питательными веществами с целью обогащения продуктов питания является не только экономически устойчивым подходом к решению проблемы, но и выгодным предложением по утилизации отходов окары. В настоящее время использование побочных продуктов сои ограничивается извлечением волокон, в качестве биоудобрений, ферментированных кормов для животных. Помимо этого, его также добавляли в различные продукты питания для улучшения его питательного состава или текстурных свойств, таких как конфеты или соевые закуски, а некоторые использовали его в качестве субстрата для ферментации для получения важных компонентов, таких как липопептидный антибиотик итурин А и лимонная кислота. В связи с возросшим интересом к области пищевых нутрицевтиков или функциональных ингредиентов, необходимо сначала изучить химический состав окары и далее его возможное использование в этой области [9, 10].

Выбор соевого сырья, для использования в пищевых целях, обусловлен биологическими особенностями сорта соевого зерна и биохимическим составом.

Целью данного исследования является исследование биохимического состава соевой окары для возможности использования в различных пищевых технологиях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объект исследования – соевая окара, полученная в результате производства соевого молока из скороспелых сортов сои «Заряница» и СИБНИИК включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в России, в Красноярском крае. Сорта сои выращены в 2023 году в хозяйстве ООО «ОПХ Соляное». Для исследования соевой окары применялись следующие методы: биохимический состав соевой окары на содержание сырого протеина, сырого жира, клетчатки, влаги, сырой золы определяли методом ИК-спектроскопии по ГОСТ 32040-2012, ГОСТ 32041-2012, ГОСТ 31675-2012. Тяжелые металлы определяли методом спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. При проведении

исследований применялось следующее оборудование: спектрометр эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой Agilent модель 720 ICP-OES; газовый хроматограф фирмы Perkin Elmer. Все данные представлены как средние арифметические значения и их стандартные отклонения из трех независимых измерений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Окара была получена по технологической схеме, представленной на рисунке 1. Предложенная технологическая схема позволяет получать соевое молоко с максимальным выходом и окару с влажностью 72,3 – 80,7 %.

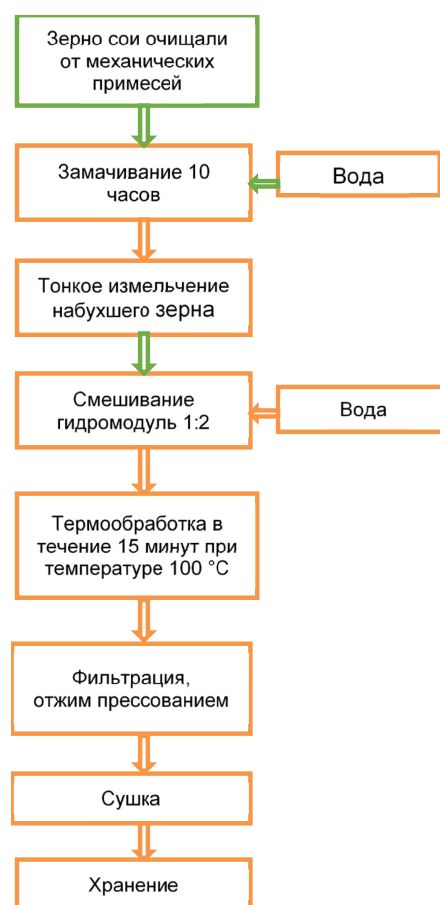


Рисунок 1 – Технологическая схема производства соевой окары

Figure 1 – Technological scheme of soybean okara production

Высокое содержание влаги в окаре является основным фактором, ограничивающим ее широкомасштабное использование, что крайне важно для поиска приемлемых решений по стабилизации для более простого и эффективного использования такого побочного продукта.

Соевая окара сортов «Заряница» и «СИБНИИК» отражены на рисунке 2.

Органолептические показатели соевой окары исследуемых сортов представлены в

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНОГО СОЕВОГО СЫРЬЯ В ПИЩЕВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

таблице 1. По внешнему виду соевая окара выглядит как однородная масса светло-желтого цвета, с вкраплениями не экстрагированной части оболочечного вещества соевых бобов и имеет чистый нейтральный вкус. Продукты переработки сои можно использовать как белково-

углеводную добавку при составлении рационов сбалансированного питания, что весьма актуально в настоящее время. Результаты биохимических исследований соевой окары, представлены в таблице 2.



а) сорт «Заряница»



б) сорт «СИБНИК»

Рисунок 2 – Соевая окара / Figure 2 – Soy okara

Таблица 1 – Органолептические показатели соевой окары

Table 1 – Organoleptic parameters of soy okara

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	густая однородная масса с наличием отдельных частиц не экстрагированной части оболочечного вещества соевых бобов
Вкус	нейтральный
Запах	слабовыраженный бобовый
Цвет	светло-желтого, кремовый

Таблица 2 – Биохимический состав соевой окары (средние значения)

Table 2 – Biochemical composition of soy okara (average values)

Окара	Содержание, %				
	Сырой протеин	Сырой жир	Углеводы		Сырая зола
			общие	в т.ч. клетчатка	
Сорт сои «Заряница»	13,177	1,92	8,513	4,226	0,91
Сорт сои «СИБНИК»	9,549	0,503	9,701	3,918	1,693

Анализ таблицы 2, позволяет сделать вывод о том, что основными компонентами соевой окары, являются белки и углеводы, содержание белка в соевой окаре сорта «Заряница» на 3,6 % больше, чем в соевой окаре сорта СИБНИК. По содержанию общего количества углеводов, соевая окара сорта СИБНИК на 1,2 % превосходит соевую окару сорта «Заряница», но незначительно уступает по содержанию клетчатки и золы (0,3 % и 0,8 %). Содержание зольных веществ

в соевой окаре сорта СИБНИК на 0,8 % больше, чем в соевой окаре сорта «Заряница».

Соевая окара, может служить полезной обогащающей белком и клетчаткой добавкой при производстве пищевых продуктов. Для использования соевой окары в пищевых целях, необходимо определить показатели безопасности, результаты исследований тяжелых металлов соевой окары, представлены в рисунке 2.

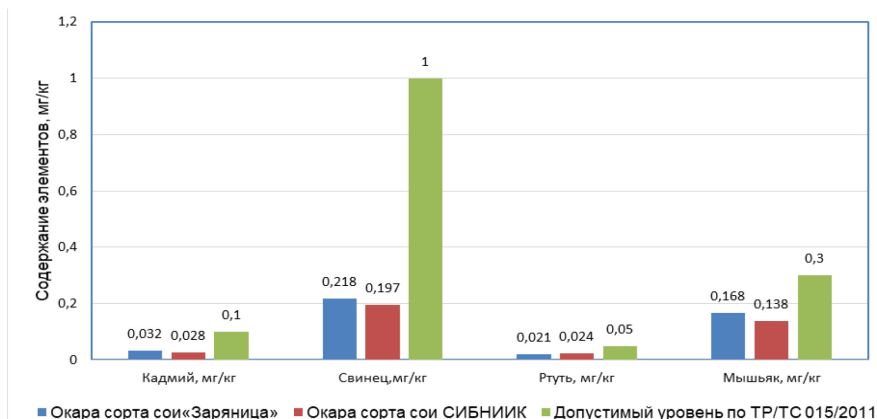


Рисунок 2 – Содержание тяжелых металлов в окаре разных сортов сои

Figure 2 – Heavy metal content in okara of different soybean varieties

В соответствии с требованиями безопасности Технического регламента Таможенного союза 015/2011 «О безопасности зерна» для масличных культур (подсолнечник, соя, хлопчатник, лен) допустимый уровень содержания свинца составляет не более 1,0 мг/кг, мышьяка 0,3 мг/кг, кадмия 0,1 мг/кг, ртути 0,05 мг/кг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При производстве соевого «молока» разработана технология производства окары высокого качества с максимальным выходом соевого молока. По своему биохимическому составу соевая окара, которая является белково-углеводной добавкой и может применяться как функциональный ингредиент в различных пищевых технологиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доморощенко М.Л. Соевые и белковые продукты. Характеристики, питательные свойства и применение / Редактор Джозеф Дж. Эндерс; перевод с английского языка М.Л. Доморощенко. М.: издво «Макцентр», 2002. 80 с.
2. Калинин А.Я. Продукты из сои: настоящее и будущее / А.Я. Калинин // Продовольственный бизнес. 2001. № 3. С. 2629.
3. Корнева Н.Ю. Оценка качественного состава зерна сои, пригодного для производства пищевых добавок / Н.Ю. Корнева, О.В. Литвиненко // Агронаука. 2023. Том 1. № 1. С.158 - 164.
4. Осипова Г. А. Безотходная переработка сои: использование соевой окары в макаронном производстве / Г. А. Осипова, Л. А. Самофалова, Н. А. Березина, Т. В. Серегина // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. №1 (29).
5. Скоробагатая Н.А. Успешное внедрение сои и зерновых в едином севообороте в Российской Федерации/ Н.А. Скоробагатая // Соя стратегическая сельскохозяйственная культура в системном развитии сельского хозяйства и продовольственного комплекса России: материалы Первой междунар. интернетконф. URL: http://www.infotechno.ru/rossoya/dok_skorobogataya.php
6. 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. 3235.
7. Соколова, А. А. Использование нетрадиционно растительного сырья в производстве сладких десертов / А. А. Соколова, П. В. Мухаметчина // Студенческая наука взгляд в будущее: Материалы XVIII Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 1517 марта 2023 года. Том Часть 6. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. С. 113117.
8. Технология производства хлебобулочных изделий с использованием текстурированной сои / Н. Н. Тилпина, Д. А. Кох, Е. Л. Демидов, М. С. Белошапкин //

Вестник КрасГАУ. 2023. № 3(192). С. 161166. DOI 10.36718/1819403620233161166.

9. Цуранова С.В. Применение продуктов переработки сои при производстве вафель/ С.В. Цуранова, Н.А. Шуклина, Г.Л. Манукова, И.И. Уварова // Современные наукоемкие технологии. 2004. № 2. С. 169169.

10. Шлыкова А. Н. Инновационные технологии производства соевых напитков из биомодифицированного зерна / А. Н. Шлыкова, Е. А. Устимова, И. А. Панкина, Е. С. Белокурова // Пищевые технологии и биотехнологии: материалы XVI Всероссийской конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, посвященной 150летию Периодической таблицы химических элементов: в 3 частях, Казань, 1619 апреля 2019 года. Том Часть2. Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2019. С. 419424.

Информация об авторах

Е. А. Речкина – к.т.н., доцент кафедры технологии консервирования и пищевая биотехнология ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет».

Ж. А. Кох – к.т.н., доцент кафедры технологии, оборудования бродильных и пищевых производств ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет».

В. А. Ханипова – к.б.н., доцент кафедры эпизоотологии, микробиологии, паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет».

А. В. Воробьева – магистр кафедры технологии консервирования и пищевая биотехнология ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет».

Information about the authors

E. A. Rechkina – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Canning Technology and Food Biotechnology Krasnoyarsk State Agrarian University.

Zh. A. Koch – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, equipment of fermentation and food production of Krasnoyarsk State Agrarian University.

V. A. Khanipova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Epizootology, Microbiology, Parasitology and Veterinary and Sanitary Examination, Krasnoyarsk State Agrarian University.

A. V. Vorobyeva – Master's student, Department of Canning Technology and Food Biotechnology, Krasnoyarsk State Agrarian University.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 25 мая 2024; одобрена после рецензирования 20 сентября 2024; принята к публикации 04 октября 2024.

The article was received by the editorial board on 25 May 2024; approved after editing on 20 Sep 2024; accepted for publication on 04 Oct 2024.