

Екатерина Сергеевна Стаценко^{1✉}, Андрей Андреевич Пензин², Вячеслав Сергеевич Усанов³

^{1,2,3}ФНЦ Всероссийский НИИ сои, Благовещенск, Россия

¹ekasta79@gmail.com

²penzin9898@gmail.com

³uvs@vniisoi.ru

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЕВОГО ЗЕРНА ПРИ СОЗДАНИИ ОБОГАЩАЮЩИХ ДОБАВОК И ПРОДУКТОВ ПИЩЕВОГО И КОРМОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В настоящее время во всем мире разрабатывается и используется множество пищевых и кормовых добавок, обеспечивающих повышение пищевой и биологической ценности, потребительских свойств, при включении их в состав продуктов питания и кормов. Цель исследования – выявление перспективных направлений использования соевого зерна в продуктах пищевого и кормового назначения на основе сбора и анализа научной литературы. Учеными создан целый ряд добавок и продуктов на основе соевого зерна пищевого и кормового назначения. К ним относят добавки, полученные путем физической, химической и биотехнологической трансформации соевого, плодового, зернового и другого растительного сырья. При этом используются процессы измельчения, термической обработки, экстракции, коагуляции, проращивания, сушки и другие. Наиболее широко известны способы получения сушеных соевых пищевых и кормовых добавок различной степени измельчения, комбинированных с другим растительным сырьем. Особое место отводится применению соевого молока как недорого высокобелкового продукта, способного заменить молоко млекопитающих. Для человека соевое молоко является хорошей альтернативой цельному молоку в качестве ценного питательного продукта, исключая аллергию на казеин или лактозу. Включение в состав рациона сельскохозяйственных животных соевого молока способствует их полноценному росту и развитию. Для обогащения продуктов питания и кормов широко используются соевое масло, побочные продукты его производства (шрот, жмых, крупка), соевая мука, а также концентраты, изоляты соевого белка, соевая патока и другие. Имеются разработки с использованием пророщенного соевого зерна, которое после подготовки высушивают и измельчают в муку. Такие обогащающие добавки призваны решить проблему дефицита макро- и микронутриентов в питании человека и кормлении сельскохозяйственных животных и птицы.

Ключевые слова: соевое зерно, питание, пищевые добавки, пищевые продукты, обогащение, корм, кормление, сельскохозяйственные животные и птица

Для цитирования: Стаценко Е.С., Пензин А.А., Усанов В.С. Анализ использования соевого зерна при создании обогащающих добавок и продуктов пищевого и кормового назначения // Вестник КрасГАУ. 2024. № 8. С. 203–218. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-8-203-218.

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-26-00071.

Ekaterina Sergeevna Statsenko^{1✉}, Andrey Andreevich Penzin², Vyacheslav Sergeevich Usanov³

^{1,2,3}FSC All-Russian Research Institute of Soybeans, Blagoveshchensk, Russia

¹ekasta79@gmail.com

²penzin9898@gmail.com

³uvs@vniisoi.ru

SOY BEAN GRAIN USE ANALYSIS IN MAKING ENRICHING ADDITIVES AND ALIMENTARY AND FEED PRODUCTS

Currently, many food and feed additives are being developed and used all over the world to enhance nutritional and biological value, consumer properties, when included in food and feed products. The purpose of the study is to identify promising areas for using soybeans in food and feed products based on the collection and analysis of scientific literature. Scientists have created a number of additives and products based on soybeans for food and feed purposes. These include additives obtained by physical, chemical and biotechnological transformation of soybeans, fruits, grains and other plant materials. In this case, the processes of grinding, heat treatment, extraction, coagulation, germination, drying and others are used. The most widely known methods are those for obtaining dried soybean food and feed additives of varying degrees of grinding, combined with other plant materials. A special place is given to the use of soy milk as an inexpensive high-protein product that can replace the milk of mammals. For humans, soy milk is a good alternative to whole milk as a valuable nutritious product that eliminates allergies to casein or lactose. Including soy milk in the diet of farm animals promotes their full growth and development. Soybean oil, by-products of its production (meal, cake, grits), soy flour, as well as concentrates, soy protein isolates, soy molasses and others are widely used to enrich food and feed. There are developments using sprouted soybeans, which after preparation are dried and ground into flour. Such enriching additives are designed to solve the problem of deficiency of macro- and micronutrients in human nutrition and feeding of farm animals and poultry.

Keywords: soybean grain, nutrition, food additives, food products, enrichment, feed, feeding, farm animals and poultry

For citation: Statsenko E.S., Penzin A.A., Usanov V.S. Soy bean grain use analysis in making enriching additives and alimentary and feed products // Bulliten KrasSAU. 2024;(8): 203–218 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-8-203-218.

Acknowledgments: the study was supported by the Russian Science Foundation grant № 23-26-00071.

Введение. По данным российских научно-медицинских учреждений, в настоящее время в рационе жителей РФ выявлен дефицит некоторых эссенциальных пищевых веществ [1–3]. Риск развития острых и хронических заболеваний, сокращение продолжительности жизни напрямую связаны с качественным и количественным содержанием в продуктах питания достаточного количества ключевых макро- и микронутриентов, а именно витаминов, антиоксидантов, пищевых волокон, микроэлементов и других жизненно важных биологически активных веществ [2, 4, 5].

На сегодняшний день во всем мире разрабатывается и используется множество пищевых добавок, обеспечивающих повышение пищевой и биологической ценности и высоких потребительских свойств готовых продуктов питания [6–8]. Обогащенные пищевые продукты способствуют профилактике многих заболеваний, повышают резистентность организма к неблагоприятным воздействиям окружающей среды, в частности к низким температурам, повышенно-

му радиационному фону, химическим загрязнениям атмосферы и другим [9–11].

Соя является одной из наиболее распространенных зернобобовых культур мирового значения, которая возделывается во многих странах [12]. Производство сои постоянно увеличивается за счет расширения посевных площадей и повышения урожайности [13]. Для человека соя является идеальным продуктом, способным покрыть необходимые потребности организма в макро- и микронутриентах [14–16]. Это полноценное по своему белковому составу сырье, экономически выгодное для производства [13, 14, 17]. Использование сои и продуктов ее переработки в пищевой промышленности широко освещено в научной литературе. Достаточно подробно изучены ее полезные свойства и положительные эффекты от ее употребления на здоровье человека [16, 18, 19]. В настоящее время производство сои приобретает все большую популярность, так как при ее комплексной переработке открываются широкие возможности для получения пищевых добавок и новых

продуктов питания с их использованием. Также необходимо учитывать, что соевые добавки могут существенно улучшить рацион питания сельскохозяйственных животных и птицы, что неизбежно приведет к увеличению их поголовья, генетического потенциала и продуктивности производства.

Цель исследования – выявление перспективных направлений использования соевого зерна в продуктах пищевого и кормового назначения на основе сбора и анализа научной литературы.

Задачи: сбор информации и анализ разработок ученых в области создания обогащающих добавок и продуктов с использованием соевого сырья пищевого и кормового назначения; выявление перспективных направлений дальнейших исследований по использованию соевого зерна.

Объекты и методы. Объектами исследования являлись данные научных публикаций и патентов по разработке рецептур, технологий и способов получения обогащающих добавок, продуктов питания и кормов с использованием соевого сырья и продуктов его переработки. Поиск статей и их отбор при формировании настоящего обзора по теме использования соевого зерна при создании обогащающих добавок и продуктов пищевого и кормового назначения осуществляли по ключевым словам и их комбинациям в наиболее известных библиографических базах данных и научных электронных библиотеках (Scopus, elibrary.ru, PubMed, Google Scholar, cyberleninka.ru), а также на сайте Роспатента Федерального института промышленной собственности. В качестве временного периода исследования принимали интервал с 2008 по 2023 г.

Результаты и их обсуждение

Использование соевого сырья и продуктов переработки сои в пищевой промышленности. В России и многих других странах разрабатываются новые рецептуры и технологии производства хлеба, хлебобулочных и мучных кондитерских изделий функционального назначения с использованием соевого сырья. Добавки из зерна сои позволяют улучшить хлебопекарные качества изделия, увеличить его пищевую и биологическую ценность.

Разработаны рецептуры хлебобулочных и мучных кондитерских изделий функциональной

направленности (хлеб, пряники, печенье овсяное). Обогащающую такие продукты соевую зародышевую муку в количестве 10–20 %, полученную при производстве термообработанной соевой крупки или обезжиренной муки, смешивали с мукой из зернового сырья (пшеничная, ржаная, овсяная и пр.), из которой готовили тесто. Полученные продукты отличались повышенной пищевой ценностью и улучшенными органолептическими характеристиками [20].

В ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои Г.В. Кубанковой и Г.А. Кодировой разработаны технологии получения хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с использованием пищевых добавок в виде муки на основе вторичного соевого сырья – оболочки, зародыша, семядоли, являющихся побочными продуктами производства соевой муки, а также с использованием окары – побочного продукта производства соевого молока [21, 22].

Пищевую ценность муки соевой из окары составляют (в 100 г): белки – 28,1 г; жиры – 13,5; углеводы – 45,1; минеральные вещества – 3,9 г при энергетической ценности 414,3 ккал [21, 22].

Также учеными ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои в 2019 г. разработана рецептура хлеба пшеничного, где использование 20 % муки из пророщенного соевого сырья оказывает положительное влияние на его качество, позволяет увеличить пищевую и биологическую ценность изделия [23]. Аналогичные результаты получены и при добавлении 15 % муки из пророщенного соевого сырья [24]. Улучшение пищевой ценности, сенсорных и структурных характеристик хлеба также показала замена пшеничной муки 7–10 % обезжиренной соевой мукой [25, 26] или 5 % соевой мукой, полученной из замоченного, термически обработанного и высушенного сырья [27].

Известна работа, где нерастворимый остаток, полученный при производстве изолята соевого белка и обработанный ультразвуком высокой интенсивности, использовали в качестве безглютенового улучшителя теста, повысив его функциональные свойства [28].

Д.В. Купчак с соавт. разработаны технологии биоактивных растительных композиций с использованием соевой окары, хлебной крошки, ламинарии и хрена, рекомендуемых в качестве компонентов в рецептурах функциональных и специализированных продуктов [29].

В качестве пищевой добавки в рецептуре хлеба функционального назначения Л.П. Пашенко с соавторами предлагает использование соевого белкового концентрата «Аркон S» в количестве 6–9 % к массе муки [30]. Это способствует улучшению физико-химических и органолептических показателей качества изделия, повышает его биологическую ценность, интенсифицирует процесс созревания теста.

Среди ассортимента промышленно вырабатываемых продуктов питания для потребителя особый интерес представляют молочные и кисломолочные пищевые продукты. Добавление соевого молока в коровье молоко или в смесь молока млекопитающих при производстве йогурта и ферментированных напитков повышает питательную ценность, функциональность и сенсорный профиль конечного продукта [31–33].

Имеются данные по успешному использованию пророщенной сои для приготовления соевого молока и тофу. Исследование комбинированного продукта показало увеличение содержания в нем белков на 7 %, снижение содержания жиров на 24 % и ингибитора трипсина на 73 %. Помимо этого в продукте улучшились некоторые показатели качества, в частности внешний вид и вкус [34].

Известна технология получения обогащенного бифивита, где в качестве рецептурного компонента используют ингредиент, полученный после проращивания и термической обработки соевого сырья. Такое внесение позволяет получить продукт с улучшенным балансом незаменимых аминокислот, приближенным к составу идеального белка [35]. Соевый белковый ингредиент в его составе способствует улучшению структурных свойств напитка, в частности приводит к снижению степени синерезиса и увеличению условной вязкости [36].

После органолептической оценки обогащенного бифивита установлено, что оптимальным является внесение в его состав измельченного соевого белкового ингредиента в количестве 5 % от общей массы [35].

Получен растительный липидный компонент, состоящий из смеси соевого и кукурузного масел с добавлением куркумы, который использо-

вали при производстве молочных продуктов специализированного назначения, в частности витаминизированного домашнего сыра [37].

Существует множество разработок, использующих физико-химическую трансформацию сырья. В частности, известен способ получения белково-углеводных продуктов, заключающийся в том, что соевую белковую основу, полученную из соевого зерна путем экстракции и коагуляции водной смеси, смешивают с кисломолочным продуктом (кефир, ряженка и пр.) и фруктовым или плодово-ягодным продуктом, получая на выходе обогащенные пюре, коктейли и пасты [38].

Разработан способ получения специализированного пищевого продукта для коррекции нарушений липидного и углеводного обмена, в котором содержится концентрат белка молочной сыворотки и изолят соевого белка в соотношении 1 : 1, а также мальтодекстрин, растительное масло, микроэлементы, витамины и другие компоненты [39].

Значительное место в питании людей занимают фаршевые кулинарные изделия, полученные на основе животного сырья (говядина, рыба и прочее). Данная группа продуктов широко используется для обогащения различными функциональными пищевыми ингредиентами, содержащимися в соевом сырье.

В частности, разработана пищевая добавка физико-химической трансформации соевого сырья с использованием коагулянта – уксусной кислоты для применения в рецептурах рыбных фаршевых изделий. Обогащение в количестве 30 % от массы фарша позволяет получить продукт повышенной пищевой ценности [40].

Для обогащения мясных и рыбных фаршевых кулинарных изделий разработаны технологии пищевых добавок на основе бинарных композиций с использованием сои и лесных грибов, сои и ламинарии, сои и папоротника, сои и тыквы, сои и моркови, сои и свеклы и др. [41]. Так называемые белково-витаминные концентраты были получены путем термокислотной коагуляции предварительно подготовленного измельченного сырья и оказались богаты белком, пищевыми волокнами, витаминами, минеральными и другими ценными веществами (табл. 1).

Химический состав белково-витаминных концентратов [41]

Показатель	Белково-витаминный концентрат						
	Соево-перцевый	Соево-морковный	Соево-свекольный	Соево-тыквенный	Соево-ламинариевый	Соево-грибной	Соево-папоротниковый
Массовая доля, %							
Вода	10,0	10,0	10,0	10,0	12,0	12,0	12,0
Белок	30,1	27,1	26,4	25,2	30,5	43,7	42,5
Жир	7,4	7,2	7,0	6,5	11,0	17,2	11,6
Углеводы, в том числе	40,5	47,2	48,2	49,6	35,8	19,4	22,0
Пищевые волокна	7,2	6,6	4,8	3,1	2,1	5,8	7,2
Минеральные вещества	12,0	8,5	8,3	8,6	10,6	7,7	12,9
Содержание, мг / 100 г							
Калий	2701	3045	2854	3058	3244	1977	3194
Фосфор	1244	1193	1364	1223	946	312	1162
Кальций	608	606	591	595	617	558	598
Магний	583	560	588	544	534	507	130
Витамин С	150	150	150	150	150	148	100
Витамин Е	9,6	8,0	8,6	8,7	9,2	10,6	10,6

С применением данных разработок получен широкий ассортимент продуктов функционального направления, имеющих высокие органолептические показатели, в частности внешний вид, вкус и структуру [41]. В лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои разработаны многочисленные способы получения пищевых концентратов, фаршевых, мучных изделий и других продуктов, обогащенных такими белково-витаминными концентратами, а также белково-углеводными гранулами, различными видами комбинированной муки (соево-цитрусовой, соево-коричной, соево-имбирной) и другими добавками на основе сои. К ним можно отнести пищевые концентраты первых (борщ, свекольник и др.) и вторых обеденных блюд (каша гречневая, пудинг рисовый, картофельное пюре и др.), пищевые концентраты-соусы (томатный, грибной и др.), пищевые концентраты – полуфабрикаты мучных изделий (печенье, пряники и др.), а также мясные и рыбные фаршевые кулинарные изделия, хлеб, булочки и прочие [41–43]. На многие перечисленные продукты питания получены патенты РФ на изобре-

тения № 2725490, 2728374, 2784720, 2668425, 2678005, 2683473, 2664571 и др.

Благодаря высокому содержанию функциональных пищевых ингредиентов соевое зерно также широко используется в качестве основного и вспомогательного сырья для производства и обогащения различных напитков и десертов. Так, например, разработан способ получения диетических продуктов (коктейли, соусы, пасты, кремы и пр.), в составе которых в качестве основного компонента используется соевотыквенно-сливочный коагулят, полученный из сои, тыквы продовольственной десертной и сливок из коровьего молока. В качестве коагулянта использован 7 %-й пахтовый раствор аскорутин [44].

А.Ф. Дорониным с соавт. для получения напитков и коктейлей предлагается использовать соевое зерно и овсяную крупу. Лечебно-профилактические свойства данных видов сырья позволяют получить диетические продукты питания. Для этого готовят овсяно-соевый экстракт, в который добавляют плодовые или

овощные соки, а также экстракт имбиря, какао-порошок, фруктозу, корицу и ванилин [45].

В 2020 г. учеными ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои разработаны рецептуры и технологии производства соево-тыквенных напитков и десертов функционального направления, которые получали путем термической обработки и экстракции

соево-тыквенной суспензии (напитки), а также ее коагуляции аскорбиновой кислотой, отделения сыворотки и смешивания коагулята с облепиховым сиропом (десерты). Такие продукты богаты белком, витаминами-антиоксидантами, фосфатидами и другими ценными веществами (табл. 2) [46].

Таблица 2

Пищевая и энергетическая ценность соево-тыквенных продуктов (в 100 г) [46]

Показатель	Напиток соево-тыквенный (соотношение компонентов – 1 : 1)	Десерт соево-тыквенный
Вода, г	92,30	79,30
Белок, г	1,34	5,75
Жир, г	1,05	5,85
Углеводы, г	4,91	8,70
Минеральные вещества, г	0,30	0,40
Фосфатиды, мг	115,00	334
β-каротин, мг	0,78	2,86
Витамин Е, мг	6,70	28,60
Витамин С, мг	3,40	35,08
Энергетическая ценность, ккал	34,85	110,45

Проведены клинические исследования и получены положительные результаты эффективности употребления разработанных соево-тыквенных продуктов, позволившие оценить их оздоровительный потенциал при первичной профилактике ОРИ [46, 47].

Использование соевого зерна и продуктов его переработки в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы. В последнее время в кормовой промышленности, как и в пищевой, отмечается интерес к рецептурным компонентам на основе соевого зерна. Одним из основных высокобелковых растительных продуктов, применяемых в кормлении сельскохозяйственных животных, является соевый шрот, получаемый в процессе экстракции соевого масла. Различают две разновидности соевого шрота в зависимости от технологии его получения. Первый – с предварительным удалением оболочки соевого зерна, второй – без ее удаления. Такой продукт обладает высокой питательностью, близок по аминокислотному составу к рыбной муке, но уступает ей по содержанию метионина. Основной проблемой соевого шрота являются содержащиеся в нем низкоусвояемые углеводы и ингибиторы протеаз. Одна-

ко при дополнительной термической обработке соевого шрота содержание антипитательных веществ в нем существенно снижается [48]. Использование соевого шрота в кормах позволяет обогатить их протеином [49]. Известны исследования, в результате которых было установлено, что в рационе кормления поросят недостаток белка можно компенсировать соевым шротом в количестве 10–15 % [50].

В исследованиях, направленных на сравнение экструдированного и экстрагированного производителей соевого шрота, лучшие результаты показал шрот, подвергшийся экструзии. Включение его в рацион кормления положительно сказалось на выходе молока и содержании молочного белка. При этом было отмечено лучшее его поедание подопытными животными [51].

Особое внимание стоит обратить на такой способ обработки соевого шрота, как ферментация, позволяющее в значительной мере повысить биодоступность содержащихся в нем питательных веществ. Для этого процесса применяются как изолированные ферменты (препараты ферментов), так и различные бактерии и грибки. Их использование, помимо инактивации антипитательных факторов, дополнительно мо-

жет обогатить состав конечного продукта аминокислотами, в том числе незаменимыми [52].

В исследовании N. Ton et al. был рассмотрен вариант термомеханической и ферментативной обработки соевого шрота для повышения усвояемости белка у поросят-отъемышей. Кратко

процесс обработки можно описать в несколько этапов: измельчение, обработка паром и ферментами, высокотемпературная сушка под давлением и измельчение. Содержание основных питательных веществ после обработки соевого шрота практически не изменилось (табл. 3) [53].

Таблица 3

Содержание основных питательных веществ до и после обработки соевого шрота, г/кг [53]

Показатель	Шрот	
	до обработки	после обработки
Сухое вещество	909,6	958,1
Сырой протеин	559,4	557,3
Сырой жир	29,2	28,5
Сырая зола	71,3	71,7
Крахмал	49,0	47,1

При этом авторы работы установили, что обработанный данным способом корм обладает лучшей переваримостью, чем стандартный соевый шрот, что подтверждает возможность применения такого способа при кормлении моногастрических животных, таких как поросята-отъемыши [53].

В качестве частичной замены соевого шрота в исследовании M. Erdaw предлагается способ обработки сырого полножирного соевого зерна протеазами и фитазами. Эксперимент показал, что животные, получавшие обработанную сою, имели схожие показатели поедаемости корма и приростов массы тела, что и куры, получающие шрот. Таким образом, авторы пришли к выводу, что часть соевого шрота может быть заменена полножирной соей, при условии обработки ее ферментами [54].

По данным E.B. Егорова и соавт., введение полножирной соевой муки в количестве 15 % в рационы бройлеров обеспечивает 100 %-ю сохранность молодняка, высокую продуктивность с улучшением биохимических показателей крови [55].

Максимально повысить продуктивное действие на организм животных можно, используя концентраты соевого белка различной модификации, например при помощи спиртового или ферментативного гидролиза. При спиртовом гидролизе соевое зерно очищают от примесей, шелушат и получают первичный лепесток, который термически обрабатывают для исключения антипитательных веществ, проводят экстракцию

и сушат. При ферментативном гидролизе соевое зерно варят, охлаждают и обрабатывают ферментами в течение 48–72 ч с образованием гидролизата, который направляют на распылительную сушку [56, 57]. При помощи ферментативного гидролиза можно получать белок с заданным составом и свойствами с целью создания высокопитательных кормовых добавок.

Учеными из университета Раджшахи (Бангладеш) были разработаны и проанализированы несколько кормовых добавок на основе соевого жмыха и измельченной кукурузы. Было установлено, что среди всех рецептур кормовая добавка из измельченной кукурузы, пшеничных отрубей, соевого жмыха, патоки, дикальция фосфата и соли в соотношении 27 : 45 : 20 : 5 : 1 : 2 оказывает лучший положительный эффект на рост помесных телят-самок. Животные, получавшие добавку, отличались наибольшими показателями прироста живой массы и увеличением основных промеров [58].

Существует способ обработки соевого зерна паром в автоклаве. Отмечается, что при его использовании разные партии имеют несколько отличный друг от друга состав питательных веществ. Однако во всех партиях значительно снижен уровень ингибиторов протеаз и сохранена большая часть питательных элементов. Авторы пришли к выводу о возможности безопасного использования продукта, полученного таким путем, в кормлении свиней и сельскохозяйственных птиц [59].

Исследование влияния использования соевых жиров, обогащенных соевым лецитином в кормлении цыплят бройлеров, было проведено A. Zaaza et al. Животных кормили разным сочетанием лецитина и прожаренного или не прожаренного соевого жира. Было установлено, что обогащение лецитином положительно сказывалось на продуктивности подопытных животных [60].

Разработанный российскими учеными способ обработки соевого зерна позволяет значительно снизить содержание уреазы и ингибиторов трипсина. Способ заключается в ультразвуковой обработке предварительно измельченного сырья, после чего добавляется смесь воды и перекиси. Полученная масса фильтруется, сушится и используется для изготовления гранулированного корма [61]. Результаты показывают снижение активности антипитательного элемента. Следовательно, метод, заключающийся в ультразвуковой обработке предварительно измельченного соевого зерна, может быть использован для изготовления корма с низкой ингибиторной активностью.

Анализ продуктивных качеств цыплят-бройлеров при скормливании им ферментированной соевой муки показал увеличение массы тела опытных групп по сравнению с контролем. Авторами также отмечается положительное влияние на такие показатели, как среднесуточный привес, потребление и переваримость корма [62].

Хорошим источником высокодоступной энергии является соевая патока – побочный продукт, получаемый при изготовлении соевого белкового концентрата путем водно-спиртовой экстракции. Патока обладает выраженным сладковато-горьким вкусом и оказывает положительное влияние на удой и содержание белка в молоке скота молочного направления. Включение в рацион кормления соевой патоки не показало отрицательного влияния на состояние рН рубца животных, а также микробиом пищеварительной системы [63].

Исследования показывают, что частичная замена кукурузного зерна патокой также приводит к улучшению качества мяса ягнят [64]. В другом исследовании отмечается положительное влияние на рубцовое пищеварение и снижение газоотделения у коров [65]. Также исследователями из КНР были испытаны различ-

ные кормовые добавки на основе соевой патоки. Соевую патоку смешивали с различными субпродуктами, такими как кукурузные початки, пшеничные отруби, рисовая и соевая шелуха, обезжиренные отруби. Установлено, что такие кормовые смеси оказывают различное положительное влияние – от увеличения молокоотдачи до повышения качественного состава молока [66].

Отмечено, что использование соевого масла в рационе кур-несушек приводит к увеличению содержания полиненасыщенных жирных кислот разных фракций, без повышения уровня холестерина, и положительно влияет на качество получаемого яйца [67].

В кормлении поросят для повышения содержания белка в рационе может быть использовано соевое молоко, оказывающее выраженное положительное влияние на продуктивность животных. Так, животные, получавшие соевое молоко взамен сухого коровьего молока или обрат, показывали лучшие среднесуточные привесы, а также имели сравнительно больший убойный выход. Также исследователями отмечается улучшение качества мяса, повышение содержания в нем белка и снижение жира [68].

Заключение. На основе сбора и анализа научной литературы выявлены перспективные направления использования соевого зерна в продуктах пищевого и кормового назначения. Учеными разных стран доказано благоприятное действие на человека продуктов переработки соевого зерна, содержащего многие ценные вещества. Из соевого зерна получают различные обогащающие добавки путем различной трансформации сырья, которые добавляют в хлеб, хлебобулочные, мучные кондитерские изделия, молочные продукты, фаршевые изделия, напитки, десерты и прочие продукты. За счет обогащения возможно улучшение химического состава, структурных свойств и органолептических показателей, а также увеличение сроков годности пищевых продуктов. Такие продукты могут использоваться для профилактики различных заболеваний, в т. ч. желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы и опорно-двигательного аппарата, а также применяться в комплексной терапии при лечении многих острых и хронических патологий различных органов и систем организма человека. Использование сои в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы также объяс-

няется ее высокой питательной ценностью, широкими возможностями переработки в различные кормовые продукты и добавки, оказывающие благоприятное действие на организм животного. Наиболее популярным и востребованным на рынке кормовых добавок является шрот как высокобелковый питательный продукт. Вопрос безопасности добавок на основе соевого зерна в части содержания специфических антипитательных веществ в настоящее время решается применением современных технологий и способов обработки соевого сырья.

Список источников

1. Микронутриентный статус населения Российской Федерации и возможности его коррекции. Состояние проблемы / В.М. Коденцова [и др.] // Вопросы питания. 2017. № 86 (4). С. 113–124. DOI: 10.24411/0042-8833-2017-00067.
2. Евстратова В.С., Раджабкадиев Р.М., Ханферьян Р.А. Структура потребления макронутриентов населением различных регионов Российской Федерации // Вопросы питания. 2018. Т. 87, № 2. С. 34–38. DOI: 10.24411/0042-8833-2018-10016.
3. Попова А.Ю., Тутельян В.А., Никитюк Д.Б. О новых (2021) нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации // Вопросы питания. 2021. Т. 90, № 4 (536). С. 6–19. DOI: 10.33029/0042-8833-2021-90-4-6-19.
4. Natto extract, a Japanese fermented soybean food, directly inhibits viral infections including SARS-CoV-2 in vitro / M. Oba [et al.] // Biochem. Biophys. Res. Commun. 2021. Vol. 570. P. 21–25. DOI: 10.1016/j.bbrc.2021.07.034.
5. Зорин С.Н. Ферментативные гидролизаты пищевых белков для специализированных пищевых продуктов диетического (лечебного и профилактического) питания // Вопросы питания. 2019. Т. 88, № 3. С. 23–31. DOI: 10.24411/0042-8833-2019-10026.
6. Использование дикорастущих растений Дальнего Востока с адаптогенными и антиоксидантными свойствами в производстве продуктов питания / М.В. Палагина [и др.] // Пищевая промышленность. 2023. № 8. С. 87–90. DOI: 10.52653/PP1.2023.8.8.016.
7. Обоснование использования элеутерококка колючего в производстве нового хлеба / К.Ф. Курапова [и др.] // Пищевая промышленность. 2023. № 3. С. 16–19. DOI: 10.52653/PP1.2023.3.3.003.
8. Иванкина Н.Ф., Решетник Е.И., Фролова Н.А. Функциональная пищевая добавка вторичного сырья пантового оленеводства для обогащения кондитерских изделий // Дальневосточный аграрный вестник. 2013. № 4 (28). С. 50–52.
9. Обогащение пищевых продуктов как фактор профилактики микронутриентной недостаточности / Л.А. Маюрникова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50, № 1. С. 124–139. DOI: 10.21603/2074-9414-2020-1-124-139.
10. Каленик Т.К., Купчак Д.В. Возможности оптимизации питания // Пищевая промышленность. 2010. № 4. С. 50–51.
11. Кайшев В.Г., Серегин С.Н. Функциональные продукты питания: основа для профилактики заболеваний, укрепления здоровья и активного долголетия // Пищевая промышленность. 2017. № 7. С. 8–14.
12. Сингх Г. Соя: биология, производство, использование. Киев: Зерно, 2014. 656 с.
13. Волкова Е.А., Смолянинова Н.О. Оценка потенциала роста технологической эффективности соеводства Амурской области // Экономика сельского хозяйства России. 2022. № 12. С. 52–56. DOI: 10.55186/25876740_2023_66_3_282.
14. Петубская В.С. Соя: химический состав и использование / под ред. В.М. Лукомца. Майкоп: Полиграф-ЮГ, 2012. 432 с.
15. Scientific evidence supporting the beneficial effects of isoflavones on human health / S. Gomez-Zorita [et al.] // Nutrients. 2020. Vol. 12, № 12. art. 3853. DOI: 10.3390/nu12123853.
16. Kim I. S. Current perspectives on the beneficial effects of soybean isoflavones and their metabolites for humans // Antioxidants (Basel). 2021. Vol. 10, № 7. art. 1064. DOI: 10.3390/antiox10071064.
17. Стаценко Е.С., Корнева Н.Ю. Изучение и сравнительный анализ биохимического состава сортов сои, пригодных для производ-

- ства продуктов питания // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 5. С. 65–69. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10516.
18. *Messina M., Shearer G., Petersen K.* Soybean oil lowers circulating cholesterol levels and coronary heart disease risk, and has no effect on markers of inflammation and oxidation // *Nutrition*. 2021. Vol. 89. art. 111343. DOI: 10.1016/j.nut.2021.111343.
 19. *Nakai S., Fujita M., Kamei Y.* Health promotion effects of soy isoflavones // *J. Nutr. Sci. Vitaminol (Tokyo)*. 2020. Vol. 66, № 6. P. 502–507. DOI: 10.3177/jnsv.66.502.
 20. Пат. 2532979 Рос. Федерация. Способ получения хлебобулочных и мучных кондитерских изделий функциональной направленности / *Доценко С.М., Иванов С.А., Кубанкова Г.В., Коршенко Л.О.* № 2012151423/13; заявл. 30.11.2012; опубл. 20.11.2014, Бюл. № 32.
 21. *Кубанкова Г.В.* Совершенствование технологии и товароведная характеристика хлеба, обогащенного мукой из вторичного соевого сырья // *Известия ДВФУ. Экономика и управление*. 2022. № 2 (102). С. 148–158. DOI: 10.24866/2311-2271/2022-2/148-158.
 22. *Кодирова Г.А., Кубанкова Г.В.* Вторичное соевое сырье как компонент в производстве мучных кондитерских изделий // *Вестник КрасГАУ*. 2018. № 6 (141). С. 186–190.
 23. Development of technology for producing wheat bread enriched with soy ingredient / *E.S. Statsenko [et al.]* // *Food Science Technology International*. 2021. Dec. 6. DOI: 10.1177/10820132211062991.
 24. *Atudorei D., Mironeasa S., Codină G.G.* Dough Rheological Behavior and Bread Quality as Affected by Addition of Soybean Flour in a Germinated Form // *Foods*. 2023. № 12(6). P. 1316. DOI: 10.3390/foods12061316.
 25. *Ефремова Е.Н., Зенина Е.А., Шершнев А.А.* Влияние соевой муки на качество пшеничного хлеба // *Вестник КрасГАУ*. 2020. № 3 (156). С. 171–177. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-3-171-177.
 26. *Мхитарьянц Л.А., Таранец О.В., Мхитарьянц Г.А.* Влияние добавки соевой муки на потребительские свойства пшеничного хлеба // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2020. № 1 (373). С. 21–24. DOI: 10.26297/0579-3009.2020.1.5.
 27. Effect of soy enrichment on bread quality / *B. Otegbayo [et al.]* // *International Food Research Journal*. 2018. 25(3). P. 1120–1125.
 28. Effect of ultrasonic treatment on soybean okara to be used as a gluten-free bread improver / *Y.A. Moscoso Ospina [et al.]* // *International Journal of Food Science & Technology*. 2023. V. 58, № 7. P. 3827–3837. DOI: 10.1111/ijfs.16484.
 29. *Купчак Д.В., Тетерич А.Г., Ишкова Ю.Г.* Разработка технологии биоактивных растительных композиций с использованием соевой окары // *Вестник Хабаровского государственного университета экономики и права*. 2018. № 2 (94). С. 124–128.
 30. Пат. 2387134 Рос. Федерация. Способ приготовления хлеба «Осенний поцелуй» / *Пащенко Л.П., Сергиенко И.В., Ильина Т.Ф., Пащенко В.Л., Трафимова Е.Н.* № 2008147471/13; заявл. 01.12.2008; опубл. 27.04.2010, Бюл. № 12.
 31. *Fatima S.M., Hekmat S.* Microbial and sensory analysis of soy and cow milk-based yogurt as a probiotic matrix for *Lactobacillus rhamnosus* GR-1 // *Fermentation*. 2020. Vol. 6, № 3. art. 74. DOI: 10.3390/fermentation6030074.
 32. Optimal combination of soy, buffalo, and cow's milk in bioyogurt for optimal chemical, nutritional, and health benefits / *G. Ghoneem [et al.]* // *J. Am. Coll. Nutr.* 2018. Vol. 37, № 1. P. 8–16. DOI: 10.1080/07315724.2017.1287605.
 33. *Šertović E., Sarić Z., Barać M.* Physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of a probiotic beverage produced from different mixtures of cow's milk and soy beverage by *Lactobacillus acidophilus* La5 and yoghurt culture // *Food Technol. Biotechnol.* 2019. Vol. 57, № 4. P. 461–471. DOI: 10.17113/ftb.57.04.19.6344.
 34. *Murugkar D.A.* Effect of sprouting of soybean on the chemical composition and quality of soymilk and tofu // *J. Food Sci. Technol.* 2014. Vol. 51. P. 915–921. DOI: 10.1007/s13197-011-0576-9.
 35. Разработка технологии производства кисломолочных напитков, обогащенных соевым белковым ингредиентом / *Е.С. Стаценко [и др.]* // *Техника и технология пищевых*

- производств. 2021. Т. 5, № 4. С. 784–794. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-4-784-794.
36. Стаценко Е.С. Изучение реологических свойств кисломолочных напитков, обогащенных соевым ингредиентом: мат-лы Междунар. науч.-практич. конф. Краснодар: ФНЦ риса, 2021. С. 357–361.
37. Пат. 2604184 Рос. Федерация. Способ получения молочных продуктов специализированного назначения / Доценко С.М., Доценко А.С., Ковалева Л.А., Гужель Ю.А., Агафонов И.В. № 2015126365/10; заявл. 01.07.2015; опубл. 10.12.2016, Бюл. № 34.
38. Пат. 2407398 Рос. Федерация. Способ получения белково-углеводных продуктов / Доценко С.М., Скрипко О.В., Туксанов М.М. № 2009102217/13; заявл. 23.01.2009; опубл. 27.12.2010, Бюл. № 36.
39. Пат. 2732456 Рос. Федерация. Специализированный пищевой продукт для коррекции нарушений пищевого статуса / Кочеткова А.А., Мазо В.К., Воробьева В.М., Воробьева И.С., Шарафетдинов Х.Х., Саркисян В.А., Зорин С.Н., Сидорова Ю.С., Плотникова О.А., Зорина Е.Е. № 2019126924; заявл. 27.08.2019; опубл. 16.09.2020, Бюл. № 26.
40. Стаценко Е.С. Разработка технологии кулинарного изделия с использованием обогащающей добавки на основе сои и ламинарии // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 8. С. 107–110. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10819.
41. Скрипко О.В. Научные основы создания белково-витаминных концентратов на основе сои и их использование в технологии функциональных продуктов питания: монография. Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2020. 112 с.
42. Пат. 2678073 Рос. Федерация. Способ приготовления пищевого концентрата соуса повышенной пищевой и биологической ценности / Скрипко О.В., Стаценко Е.С. № 2017138362; заявл. 02.11.2017; опубл. 22.01.2019, Бюл. № 3.
43. Стаценко Е.С. Разработка технологии производства пищевого концентрата первых обеденных блюд с использованием сои // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 6. С. 76–80. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10000.
44. Пат. 2680698 Рос. Федерация. Способ получения продуктов специализированного назначения / Доценко С.М., Доценко А.С., Лучай А.Н., Гужель Ю.А., Гончарук О.В. № 2018116280; заявл. 28.04.2018; опубл. 25.02.2019, Бюл. № 6.
45. Доронин А.Ф., Соболева Н.П., Пахомова Т.А. Комбинированные напитки на соевой основе // Пищевая промышленность. 2011. № 8. С. 32–33.
46. Разработка технологии получения соевотыквенных десертов функционального назначения / Е.С. Стаценко [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50, № 2. С. 351–360.
47. Изучение эффективности применения соевотыквенных продуктов при включении в рацион здоровых людей для профилактики острых респираторных инфекций / А.Г. Приходько [и др.] // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2021. № 79. С. 52–64. DOI: 10.36604/1998-5029-2021-79-52-64.
48. Dei H. Soybean as a feed ingredient for livestock and poultry // Recent Trends for Enhancing the Diversity and Quality of Soybean Products. 2011. P. 215–226. DOI: 10.5772/17601.
49. Харитонов Е.Л. Сравнительные исследования использования соевого шрота и жмыха в рационах лактирующих коров в эквивалентных количествах по обменному протеину // Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 2. С. 17–20. DOI: 10.25632/MMS.2018.2.13766.
50. Тарасенко О.А. Доступность аминокислот жмыхов и шротов в кормлении свиней: автореф. ... дис. канд. с.-х. наук: 06.02.02. Краснодар, 2009. 23 с.
51. Extruded soybean meal increased feed intake and milk production in dairy cows / F. Giallongo [et al.] // Journal of Dairy Science. 2015. Vol. 98. № 9. P. 6471–6485. DOI: 10.3168/jds.2015-9786.
52. Mukherjee R., Runu C., Abhishek D. Role of Fermentation in Improving Nutritional Quality of Soybean Meal – a Review // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2015. № 11. P. 1523–29. DOI: 10.5713/ajas.15.0627.
53. Thermo-mechanical and enzyme-facilitated processing of soybean meal enhanced *in vitro* kinetics of protein digestion and protein and amino acid digestibility in weaned pigs / N. Ton

- [et al.] // Journal of Animal Science. 2020. Vol. 98. № 8. DOI: 10.1093/jas/skaa224.
54. Erdaw M., Perez-Maldonado R., Iji P. Supplementation of broiler diets with high levels of microbial protease and phytase enables partial replacement of commercial soybean meal with raw, full-fat soybean // Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2018. Vol. 102. № 3. P. 14. DOI: 10.1111/jpn.12876.
 55. Использование полножирной соевой муки в комбикормах для мясных кур исходных линий и цыплят-бройлеров селекции СГЦ «Смена» / И.А. Егоров [и др.] // Аграрный научный журнал. 2019. № 2. С. 47–53. DOI: 10.28983/asj.y2019i12pp47-53.
 56. Подобед Л.И. Сравнительная биохимическая оценка и питательность кормовых соевых концентратов спиртового и ферментативного способов получения // Текнофид. URL: <https://teknofeed.org/2019/06/10/soya-preservatives-part1> (дата обращения: 21.11.2023).
 57. Милушев Р.К. Использование белковых концентратов из растительного сырья для замещения в комбикормах кормов животного происхождения: дисс. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.08. М., 2018. 240 с.
 58. Influence of Crushed Maize and Soybean Cake on the Growth of Crossbred Female Calves / M.I. Nahid [et al.] // Asian Journal of Medical and Biological Research. 2020 Vol. 6, № 3. P. 499–506. DOI: 10.3329/ajmbr.v6i3.49799.
 59. Chemical composition and quality indicators of full-fat soybean steam processed for poultry and swine feeding / J. Colina [et al.] // Archivos Latinoamericanos de Nutricion. 2017. Vol. 67. P. 49–55.
 60. Effects of dietary supplementation of soybean lecithin on growth performance, nutrients digestibility and serum profiles of broilers fed fried soybean oil / A. Zaaza [et al.] // Italian Journal of Animal Science. 2023. Vol. 22. P. 181–189. DOI: 10.1080/1828051X.2023.2176793.
 61. Technologies and technical means of soybean processing / N.L. Morgunova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Voronezh. 2021. P. 022059. DOI: 10.1088/1755-1315/640/2/022059.
 62. Irawan A., Ratriyanto A., Respati A.N. Effect of feeding fermented soybean meal on broiler chickens' performance: A meta-analysis // Animal Bioscience. 2022. Vol.35. № 12. P. 1881–1891. DOI: 10.5713/ab.21.0546.
 63. The soybean molasses in diets for dairy cows / A. Miletić [et al.] // Mljekarstvo. 2017. № 67 (3). P. 217–225. DOI: 10.15567/mljekarstvo.2017.0306.
 64. Soybean molasses to replace corn for feedlot lambs on growth performance, carcass characteristics, and meat quality / M.C. Arruda [et al.] // Translational Animal Science. 2020 Vol. 5. № 1. P. 46. DOI: 10.1093/tas/txaa230.
 65. Effect of soybean molasses-adsorbents on *in vitro* ruminal fermentation characteristics, milk production performance in lactating dairy cows / L. Chen [et al.] // Biorxiv. 2018, December 13. URL: <https://biorxiv.org/content/10.1101/496224v1> (дата обращения: 23.11.2023). DOI: 10.1101/496224.
 66. Offering soybean molasses adsorbed to agricultural by products improved lactation performance through modulating plasma metabolic enzyme pool of lactating cows / L. Chen [et al.] // Food Science & Nutrition. 2021. Vol. 9, № 8. P. 6447–6457. DOI: 10.1002/fsn3.2504.
 67. Fatty acids profile, cholesterol level and quality of table eggs from hens fed with the addition of linseed and soybean oil / J. Batkowska [et al.] // Food Chem. 2021. Vol. 334. P. 334. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.127612.
 68. Плахтюкова В.Р. Использование высокобелковых кормов на основе сои в рационах свиней // Сб. науч. тр. Всероссийского НИИ овцеводства и козоводства. 2016. Т. 2, № 9. С. 208–213.

References

1. Mikronutrientnyj status naseleniya Rossijskoj Federacii i vozmozhnosti ego korrekcii. Sostoyanie problemy / V.M. Kodencova [i dr.] // Voprosy pitaniya. 2017. № 86 (4). S. 113–124. DOI: 10.24411/0042-8833-2017-00067.
2. Evstratova V.S., Radzhabkadiev R.M., Hanfer'yan R.A. Struktura potrebleniya makronutrientov naseleniem razlichnyh regionov Rossijskoj Federacii // Voprosy pitaniya. 2018.

- T. 87, № 2. S. 34–38. DOI: 10.24411/0042-8833-2018-10016.
3. *Popova A.Yu., Tutel'yan V.A., Nikityuk D.B.* O novykh (2021) normah fiziologicheskikh potrebnoy v `energii i pischevykh veschestvah dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossijskoj Federacii // *Voprosy pitaniya*. 2021. T. 90, № 4 (536). S. 6–19. DOI: 10.33029/0042-8833-2021-90-4-6-19.
 4. Natto extract, a Japanese fermented soybean food, directly inhibits viral infections including SARS-CoV-2 *in vitro* / *M. Oba* [et al.] // *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 2021. Vol. 570. P. 21–25. DOI: 10.1016/j.bbrc.2021.07.034.
 5. *Zorin S.N.* Fermentativnye gidrolizaty pischevykh belkov dlya specializirovannykh pischevykh produktov dieticheskogo (lechebnogo i profilakticheskogo) pitaniya // *Voprosy pitaniya*. 2019. T. 88, № 3. S. 23–31. DOI: 10.24411/0042-8833-2019-10026.
 6. Ispol'zovanie dikorastuschih rastenij Dal'nego Vostoka s adaptogennymi i antioksidantnymi svojstvami v proizvodstve produktov pitaniya / *M.V. Palagina* [i dr.] // *Pischevaya promyshlennost'*. 2023. № 8. S. 87-90. DOI: 10.52653/PPI.2023.8.8.016.
 7. Obosnovanie ispol'zovaniya `eleuterokokka kolyuchego v proizvodstve novogo hleba / *K.F. Kurapova* [i dr.] // *Pischevaya promyshlennost'*. 2023. № 3. S. 16–19. DOI: 10.52653/PPI.2023.3.3.003.
 8. *Ivankina N.F., Reshetnik E.I., Frolova N.A.* Funkcional'naya pischevaya dobavka vtorichnogo syr'ya pantovogo olenevodstva dlya obogascheniya konditerskih izdelij // *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. 2013. № 4 (28). S. 50–52.
 9. Obogaschenie pischevykh produktov kak faktor profilaktiki mikronutrientnoj nedostatochnosti / *L.A. Mayurnikova* [i dr.] // *Tehnika i tehnologiya pischevykh proizvodstv*. 2020. T. 50, № 1. S. 124–139. DOI: 10.21603/2074-9414-2020-1-124-139.
 10. *Kalenik T.K., Kupchak D.V.* Vozmozhnosti optimizacii pitaniya // *Pischevaya promyshlennost'*. 2010. № 4. S. 50–51.
 11. *Kajshev V.G., Seregin S.N.* Funkcional'nye produkty pitaniya: osnova dlya profilaktiki zabolevanij, ukrepleniya zdorov'ya i aktivnogo dolgoletiya // *Pischevaya promyshlennost'*. 2017. № 7. S. 8–14.
 12. *Singh G.* Soya: biologiya, proizvodstvo, ispol'zovanie. Kiev: Zerno, 2014. 656 s.
 13. *Volkova E.A., Smolyaninova N.O.* Ocenka potentsiala rosta tehnologicheskoy `effektivnosti soevodstva Amurskoj oblasti // *`Ekonomika sel'skogo hozyajstva Rossii*. 2022. № 12. S. 52–56. DOI: 10.55186/25876740_2023_66_3_282.
 14. *Petibskaya V.S.* Soya: himicheskij sostav i ispol'zovanie / pod red. *V.M. Lukomca*. Majkop: Poligraf-YuG, 2012. 432 s.
 15. Scientific evidence supporting the beneficial effects of isoflavones on human health / *S. Gomez-Zorita* [et al.] // *Nutrients*. 2020. Vol. 12, № 12. art. 3853. DOI: 10.3390/nu12123853.
 16. *Kim I.S.* Current perspectives on the beneficial effects of soybean isoflavones and their metabolites for humans // *Antioxidants (Basel)*. 2021. Vol. 10, № 7. art. 1064. DOI: 10.3390/antiox10071064.
 17. *Stacenko E.S., Korneva N.Yu.* Izuchenie i sravnitel'nyj analiz biohimicheskogo sostava sortov soi, prigodnyh dlya proizvodstva produktov pitaniya // *Dostizheniya nauki i tehniki APK*. 2019. № 5. S. 65–69. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10516.
 18. *Messina M., Shearer G., Petersen K.* Soybean oil lowers circulating cholesterol levels and coronary heart disease risk, and has no effect on markers of inflammation and oxidation // *Nutrition*. 2021. Vol. 89. art. 111343. DOI: 10.1016/j.nut.2021.111343.
 19. *Nakai S., Fujita M., Kamei Y.* Health promotion effects of soy isoflavones // *J. Nutr. Sci. Vitaminol (Tokyo)*. 2020. Vol. 66, № 6. P. 502–507. DOI: 10.3177/jnsv.66.502.
 20. Pat. 2532979 Ros. Federaciya. Sposob polucheniya hlebobulochnyh i muchnykh konditerskih izdelij funkcional'noj napravlennosti / *Docenko S.M., Ivanov S.A., Kubankova G.V., Korshenko L.O.* № 2012151423/13; zayavl. 30.11.2012; opubl. 20.11.2014, Byul. № 32.
 21. *Kubankova G.V.* Sovershenstvovanie tehnologii i tovarovednaya karakteristika hleba, obogaschennogo mukoj iz vtorichnogo soevogo syr'ya // *Izvestiya DVFU. `Ekonomika i upravlenie*. 2022. № 2 (102). S. 148–158. DOI: 10.24866/2311-2271/2022-2/148-158.
 22. *Kodirova G.A., Kubankova G.V.* Vtorichnoe soevoe syr'e kak komponent v proizvodstve

- muchnyh konditerskih izdelij // Vestnik KrasGAU. 2018. № 6 (141). S. 186–190.
23. Development of technology for producing wheat bread enriched with soy ingredient / E.S. Statsenko [et al.] // Food Science Technology International. 2021. Dec. 6. DOI: 10.1177/10820132211062991.
 24. Atudorei D., Mironeasa S., Codină G.G. Dough Rheological Behavior and Bread Quality as Affected by Addition of Soybean Flour in a Germinated Form // Foods. 2023. № 12(6). P. 1316. DOI: 10.3390/foods12061316.
 25. Efremova E.N., Zenina E.A., Shershnev A.A. Vliyanie soevoy muki na kachestvo pshenichnogo hleba // Vestnik KrasGAU. 2020. № 3 (156). S. 171–177. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-3-171-177.
 26. Mhitar'yanc L.A., Taranec O.V., Mhitar'yanc G.A. Vliyanie dobavki soevoy muki na potrebitel'skie svoystva pshenichnogo hleba // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pischevaya tehnologiya. 2020. № 1 (373). S. 21–24. DOI: 10.26297/0579-3009.2020.1.5.
 27. Effect of soy enrichment on bread quality / B. Otegbayo [et al.] // International Food Research Journal. 2018. 25(3). P. 1120–1125.
 28. Effect of ultrasonic treatment on soybean okara to be used as a gluten-free bread improver / Y.A. Moscoso Ospina [et al.] // International Journal of Food Science & Technology. 2023. V. 58, № 7. P. 3827–3837. DOI: 10.1111/ijfs.16484.
 29. Kupchak D.V., Teterich A.G., Ishkova Yu.G. Razrabotka tehnologii bioaktivnyh rastitel'nyh kompozitsiy s ispol'zovaniem soevoy okary // Vestnik Habarovskogo gosudarstvennogo universiteta `ekonomiki i prava. 2018. № 2 (94). S. 124–128.
 30. Pat. 2387134 Ros. Federaciya. Sposob prigotovleniya hleba «Osennij poceluj» / Paschenko L.P., Sergienko I.V., Il'ina T.F., Paschenko V.L., Trafimova E.N. № 2008147 471/13; zayavl. 01.12.2008; opubl. 27.04.2010, Byul. № 12.
 31. Fatima S.M., Hekmat S. Microbial and sensory analysis of soy and cow milk-based yogurt as a probiotic matrix for Lactobacillus rhamnosus GR-1 // Fermentation. 2020. Vol. 6, № 3. art. 74. DOI: 10.3390/fermentation6030074.
 32. Optimal combination of soy, buffalo, and cow's milk in bioyogurt for optimal chemical, nutritional, and health benefits / G. Ghoneem [et al.] // J. Am. Coll. Nutr. 2018. Vol. 37, № 1. P. 8–16. DOI: 10.1080/07315724.2017.1287605.
 33. Šertović E., Sarić Z., Barać M. Physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of a probiotic beverage produced from different mixtures of cow's milk and soy beverage by Lactobacillus acidophilus La5 and yoghurt culture // Food Technol. Biotechnol. 2019. Vol. 57, № 4. P. 461–471. DOI: 10.17113/ftb.57.04.19.6344.
 34. Murugkar D.A. Effect of sprouting of soybean on the chemical composition and quality of soymilk and tofu // J. Food Sci. Technol. 2014. Vol. 51. P. 915–921. DOI: 10.1007/s13197-011-0576-9.
 35. Razrabotka tehnologii proizvodstva kislomolochnyh napitkov, obogaschennyh soevym belkovym ingredientom / E.S. Stacenko [i dr.] // Tehnika i tehnologiya pischevyh proizvodstv. 2021. T. 5, № 4. S. 784–794. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-4-784-794.
 36. Stacenko E.S. Izuchenie reologicheskikh svoystv kislomolochnyh napitkov, obogaschennyh soevym ingredientom: ma-ly Mezhdunar. nauch.-praktich. konf. Krasnodar: FNC risa, 2021. S. 357–361.
 37. Pat. 2604184 Ros. Federaciya. Sposob polucheniya molochnyh produktov specializirovanogo naznacheniya / Docenko S.M., Docenko A.S., Kovaleva L.A., Guzhe' Yu.A., Agafonov I.V. № 2015126365/10; zayavl. 01.07.2015; opubl. 10.12.2016, Byul. № 34.
 38. Pat. 2407398 Ros. Federaciya. Sposob polucheniya belkovo-uglevodnyh produktov / Docenko S.M., Skripko O.V., Tuksanov M.M. № 2009102217/13; zayavl. 23.01.2009; opubl. 27.12.2010, Byul. № 36.
 39. Pat. 2732456 Ros. Federaciya. Specializirovannyj pischevoj produkt dlya korrektsii narushenij pischevogo statusa / Kochetkova A.A., Mazo V.K., Vorob'eva V.M., Vorob'eva I.S., Sharafetdinov H.H., Sarkisyan V.A., Zorin S.N., Sidorova Yu.S., Plotnikova O.A., Zorina E.E. № 2019126924; zayavl. 27.08.2019; opubl. 16.09.2020, Byul. № 26.
 40. Stacenko E.S. Razrabotka tehnologii kulinar-nogo izdeliya s ispol'zovaniem obogaschayuschej dobavki na osnove soi i laminarii // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2020. T. 34,

- № 8. S. 107–110. DOI: 10.24411/ 0235-2451-2020-10819.
41. Skripko O.V. Nauchnye osnovy sozdaniya belkovo-vitaminnykh koncentratov na osnove soi i ih ispol'zovanie v tehnologii funkcional'nykh produktov pitaniya: monografiya. Blagoveshensk: Amurskiy gos. un-t, 2020. 112 s.
 42. Pat. 2678073 Ros. Federaciya. Sposob prigotovleniya pischevogo koncentrata sousa povyshennoj pischevoj i biologicheskoy cennosti / Skripko O.V., Stacenko E.S. № 2017138362; zayavl. 02.11.2017; opubl. 22.01.2019, Byul. № 3.
 43. Stacenko E.S. Razrabotka tehnologii proizvodstva pischevogo koncentrata pervykh obedennykh blyud s ispol'zovaniem soi // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2018. № 6. S. 76–80. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10000.
 44. Pat. 2680698 Ros. Federaciya. Sposob polucheniya produktov specializirovannogo naznacheniya / Docenko S.M., Docenko A.S., Luchaj A.N., Guzhel' Yu.A., Goncharuk O.V. № 2018116280; zayavl. 28.04.2018; opubl. 25.02.2019, Byul. № 6.
 45. Doronin A.F., Soboleva N.P., Pahomova T.A. Kombinirovannye napitki na soevoy osnove // Pischevaya promyshlennost'. 2011. № 8. S. 32–33.
 46. Razrabotka tehnologii polucheniya soevo-tykvennykh desertov funkcional'nogo naznacheniya / E.S. Stacenko [i dr.] // Tehnika i tehnologiya pischevykh proizvodstv. 2020. T. 50, № 2. S. 351–360.
 47. Izuchenie `effektivnosti primeneniya soevotykvennykh produktov pri vkluchenii v racion zdorovykh lyudej dlya profilaktiki ostryyh respiratornykh infekcij / A.G. Prihod'ko [i dr.] // Byulleten' fiziologii i patologii dyhaniya. 2021. № 79. S. 52–64. DOI: 10.36604/1998-5029-2021-79-52-64.
 48. Dei H. Soybean as a feed ingredient for livestock and poultry // Recent Trends for Enhancing the Diversity and Quality of Soybean Products. 2011. P. 215-226. DOI: 10.5772/17601.
 49. Haritonov E.L. Sravnitel'nye issledovaniya ispol'zovaniya soevogo shrota i zhmyha v racionah laktiruyuschih korov v `ekvivalentnykh kolichestvah po obmennomu proteinu // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2018. № 2. S. 17–20. DOI: 10.25632/MMS.2018.2.13766.
 50. Tarasenko O.A. Dostupnost' aminokislot zhmyhov i shrotov v kormlenii svinej: avtoref. ... dis. kand. s.-h. nauk: 06.02.02. Krasnodar, 2009. 23 s.
 51. Extruded soybean meal increased feed intake and milk production in dairy cows / F. Giallongo [et al.] // Journal of Dairy Science. 2015. Vol. 98. № 9. P. 6471–6485. DOI: 10.3168/jds.2015-9786.
 52. Mukherjee R., Runu C., Abhishek D. Role of Fermentation in Improving Nutritional Quality of Soybean Meal – a Review // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2015. № 11. P. 1523–29. DOI: 10.5713/ajas.15.0627.
 53. Thermo-mechanical and enzyme-facilitated processing of soybean meal enhanced *in vitro* kinetics of protein digestion and protein and amino acid digestibility in weaned pigs / N. Ton [et al.] // Journal of Animal Science. 2020. Vol. 98. № 8. DOI: 10.1093/jas/skaa224.
 54. Erdaw M., Perez-Maldonado R., Iji P. Supplementation of broiler diets with high levels of microbial protease and phytase enables partial replacement of commercial soybean meal with raw, full-fat soybean // Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2018. Vol. 102. № 3. P. 14. DOI: 10.1111/jpn.12876.
 55. Ispol'zovanie polnozhirnoj soevoy muki v kombikormah dlya myasnykh kur ishodnykh linij i cyplyat-brojlerov selekcii SGC «Smena» / I.A. Egorov [i dr.] // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2019. № 2. S. 47–53. DOI: 10.28983/asj.y2019i12pp47-53.
 56. Podobed L.I. Sravnitel'naya biohimicheskaya ocenka i pitatel'nost' kormovykh soevykh koncentratov spirtovogo i fermentativnogo sposobov polucheniya // Teknofid. URL: <https://teknofeed.org/2019/06/10/soya-preservatives-part1> (data obrascheniya: 21.11.2023).
 57. Milushev R.K. Ispol'zovanie belkovykh koncentratov iz rastitel'nogo syr'ya dlya zamescheniya v kombikormah kormov zhivotnogo proishozhdeniya: diss. ... d-ra s.-h. nauk: 06.02.08. M., 2018. 240 s.
 58. Influence of Crushed Maize and Soybean Cake on the Growth of Crossbred Female Calves / M.I. Nahid [et al.] // Asian Journal of Medical and Biological Research. 2020 Vol. 6, № 3. P. 499–506. DOI: 10.3329/ajmbr.v6i3.49799.

59. Chemical composition and quality indicators of full-fat soybean steam processed for poultry and swine feeding / *J. Colina* [et al.] // *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*. 2017. Vol. 67. P. 49–55.
60. Effects of dietary supplementation of soybean lecithin on growth performance, nutrients digestibility and serum profiles of broilers fed fried soybean oil / *A. Zaaza* [et al.] // *Italian Journal of Animal Science*. 2023. Vol. 22. P. 181–189. DOI: 10.1080/1828051X.2023.2176793.
61. Technologies and technical means of soybean processing / *N.L. Morgunova* [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Voronezh*. 2021. P. 022059. DOI: 10.1088/1755-1315/640/2/022059.
62. *Irawan A., Ratriyanto A., Respati A.N.* Effect of feeding fermented soybean meal on broiler chickens' performance: A meta-analysis // *Animal Bioscience*. 2022. Vol.35. № 12. P. 1881–1891. DOI: 10.5713/ab.21.0546.
63. The soybean molasses in diets for dairy cows / *A. Miletić* [et al.] // *Mljekarstvo*. 2017. № 67 (3). P. 217–225. DOI: 10.15567/mljekarstvo.2017.0306.
64. Soybean molasses to replace corn for feedlot lambs on growth performance, carcass characteristics, and meat quality / *M.C. Arruda* [et al.] // *Translational Animal Science*. 2020 Vol. 5. № 1. P. 46. DOI: 10.1093/tas/txaa230.
65. Effect of soybean molasses-adsorbents on *in vitro* ruminal fermentation characteristics, milk production performance in lactating dairy cows / *L. Chen* [et al.] // *Biorxiv*. 2018, December 13. URL: <https://biorxiv.org/content/10.1101/496224.v1> (data obrascheniya: 23.11.2023). DOI: 10.1101/496224.
66. Offering soybean molasses adsorbed to agricultural by products improved lactation performance through modulating plasma metabolic enzyme pool of lactating cows / *L. Chen* [et al.] // *Food Science & Nutrition*. 2021. Vol. 9, № 8. P. 6447–6457. DOI: 10.1002/fsn3.2504.
67. Fatty acids profile, cholesterol level and quality of table eggs from hens fed with the addition of linseed and soybean oil / *J. Batkowska* [et al.] // *Food Chem*. 2021. Vol. 334. P. 334. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.127612.
68. *Plahtyukova V.R.* Ispol'zovanie vysokobelkovykh kormov na osnove soi v racionah svinej // *Sb. nauch. tr. Vserossijskogo NII ovcevodstva i kozovodstva*. 2016. T. 2, № 9. S. 208–213.

Статья принята к публикации 08.04.2024 / The article accepted for publication 08.04.2024.

Информация об авторах:

Екатерина Сергеевна Стаценко¹, ведущий научный сотрудник лаборатории биотехнологии, кандидат технических наук, доцент

Андрей Андреевич Пензин², аспирант

Вячеслав Сергеевич Усанов³, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией механизации и автоматизации растениеводства, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

Ekaterina Sergeevna Statsenko¹, Leading Researcher at the Biotechnology Laboratory, Candidate of Technical Sciences, Docent

Andrey Andreevich Penzin², Postgraduate student

Vyacheslav Sergeevich Usanov³, Senior Researcher, Head of the Laboratory of Mechanization and Automation of Plant Growing, Candidate of Agricultural Sciences

