

- chipsy // Vestnik Brjan. gos. s.-h. akad. – 2008. – № 3. – S. 34–40.
2. Gumerov T.Ju., Reshetnik O.A. Ocenka kachestva razlichnyh sortov kartofelja pri ih kulinarnoj obrabotke // Vestnik Kazan. tehnol. un-ta. – 2011. – № 16. – S. 178–186.
 3. Zemcova M.A., Timofeeva I.I. Tehnologicheskaja ocenka sortov kartofelja na prigodnost' dlja pererabotki na hrustjashhij kartofel' i kartofel' «fri» // Zashhita kartofelja. – 2011. – № 1. – S. 17–20.
 4. Ksenz M.V. Proteazy belokochannoj kapusty i ih izmenenie pri hranenii i kulinarnoj obrabotke // Vestnik Belgorod. un-ta potrebitel'skoj kooperacii. – 2005. – № 5. – S. 296–301.
 5. Gumerov T.Ju., Chiganaeva A.V., Reshetnik O.A. Izuchenie aminokislотного состава kartofelja ningidrinovoj reakciej // Vestnik Kazan. tehnol. un-ta. – 2010. – № 11. – S. 281–289.
 6. Gumerov T.Ju., Reshetnik O.A. Vlijanie razlichnyh sposobov kulinarnoj obrabotki na pishhevuju cennost' gotovyh bljud // Vestnik Kazan. tehnol. un-ta. – 2011. – № 15. – S.181–188.
 7. Gumerov T.Ju., Reshetnik O.A. Izmenenie vitaminного состава kartofelja pri razlichnyh sposobah kulinarnoj obrabotki // Vestnik Kazan. tehnol. un-ta. – 2011. – № 17. – S. 134–138.
 8. Simakov E.A., Mitjushkin A.V., Zhuravlev A.A. Sozdanie konkurentosposobnyh sortov kartofelja razlichного celevogo ispol'zovanija // Vestnik KrasGAU. – 2016. – № 10. – S. 170–178.
 9. Artemova E.N. Osnovy tehnologii produkcii obshhestvenного pitaniya: ucheb. posobie. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Knorus, 2010. – 334 s.



УДК 664.6:633.853.52:641

*О.В. Скрипко, О.В. Литвиненко,
О.В. Покотило*

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ
ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ СОИ И ПАПОРОТНИКА**

*О.В. Skripko, O.V. Litvinenko,
O.V. Pokotilo*

**THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF FUNCTIONAL FOOD PRODUCTS BASED
ON SOYBEAN AND FERN**

Скрипко О.В. – д-р техн. наук, зав. лаб. технологии переработки сельскохозяйственной продукции Всероссийского НИИ сои, г. Благовещенск. E-mail: oskripko@rambler.ru

Литвиненко О.В. – канд. вет. наук, вед. науч. сотр. лаб. технологии переработки сельскохозяйственной продукции Всероссийского НИИ сои, г. Благовещенск. E-mail: O.Litvinenko67@mail.ru

Покотило О.В. – мл. науч. сотр. лаб. технологии переработки сельскохозяйственной продукции Всероссийского НИИ сои, г. Благовещенск. E-mail: pokotilo.olesya@mail.ru

Skripko O.V. – Dr. Techn. Sci., Head, Lab. Technology of Processing of Agricultural Production, All-Russian Research Institute of Soy, Blagoveshchensk. E-mail: oskripko@rambler.ru

Litvinenko O.V. – Cand. Vet. Sci., Leading Staff Scientist, Lab. Technology of Processing of Agricultural Production, All-Russian Research Institute of Soy, Blagoveshchensk. E-mail: O.Litvinenko67@mail.ru

Pokotilo O.V. – Junior Staff Scientist, Lab. Technology of Processing of Agricultural Production, All-Russian Research Institute of Soy, Blagoveshchensk. E-mail: pokotilo.olesya@mail.ru

Разработка новых способов и технологий получения пищевых продуктов функционального назначения является одной из приоритетных задач государственной политики в

области здорового питания. Исследования направлены на изучение состава и свойств нетрадиционного растительного сырья и разработку безотходной технологии инноваци-

онных продуктов питания функциональной направленности во влажном и высушенном виде. В результате исследований установлены математические зависимости параметров технологического процесса получения соево-папоротниковой пасты: массовая доля композиции 5%-х водных растворов аскорбиновой и янтарной кислот – 12 %; продолжительность структурообразования коагулята – 5 мин при оптимальной температуре – 67 °С; прочность гранулированных концентратов гранул – 97 %; начальная влажность гранул – 42 %; температура сушки сформованных гранул – 64 °С; продолжительность их сушки – 60 мин. Пищевые продукты, полученные по разработанной технологии, в своем составе содержат значительное количество белка, жира, витаминов С и Е, минеральных веществ, в частности кальция, фосфора, меди, а также янтарную кислоту и пищевые волокна. Наличие данных незаменимых нутриентов в количестве, обеспечивающем более чем 15 % суточной потребности в них, позволяет отнести пищевые продукты, полученные по разработанной технологии, к группе продуктов функционального назначения и рекомендовать их для использования в домашнем и общественном питании при дефиците белка, витаминов и минеральных веществ. Инновационные функциональные продукты питания можно производить в соответствии с разработанной технической документацией на стандартном оборудовании пищевых и перерабатывающих предприятий.

Ключевые слова: соя, папоротник, белково-витаминно-минеральная суспензия, концентрат, белково-углеводный гранулят, технология.

The development of new methods and technologies of receiving foodstuff of functional purpose is one of priorities of state policy in the field of healthy nutrition. The researchers were directed to studying of structure and properties of non-traditional vegetable raw materials non-waste technology development of innovative food products functional orientation in the wet and dried form. As a result of researches mathematical dependences of parameters of technological process of receiving soybean-fern paste were established: the mass fraction of

the composition 5 % water solution of ascorbic and amber acids of 12 %; the duration of structure formation of the coagulate is 5 minutes, at the optimum temperature of 67 °C; granulated concentrates with a durability of granules of 97 %; initial moisture of the pellets is 42 %; drying temperature of formed granules equal to 64° C; the duration of their drying is 60 minutes. Food products obtained by developed technology, in their composition contain a significant amount of protein, fat, vitamins C and E, minerals, in particular calcium, phosphorus, copper, and also amber acid and nutritional fiber. The availability of these irreplaceable nutrients in the quantity providing more than 15 % of daily need for them allows to carry the foodstuff received on developed technology to group of products of functional purpose and to recommend them for use in domestic and public catering at the deficiency of protein, vitamins and mineral substances. Innovative functional food products can be produced in accordance with developed technical documentation on standard equipment of food and processing enterprises.

Keywords: soybean, fern, protein-vitamin-mineral suspension, concentrate, protein and carbohydrate granulate, technology.

Введение. Несмотря на постоянно растущий ассортимент продуктов питания, проблема качественной и здоровой пищи остается одной из самых актуальных. Качество питания ухудшается в условиях сложной социальной, экономической и экологической обстановки. Поэтому необходима разработка и внедрение в производство функциональных пищевых продуктов, употребление которых может способствовать сохранению и укреплению здоровья [1].

Как правило, производство таких продуктов связано с введением в рецептуру традиционных продуктов массового потребления новых ингредиентов, полученных из растительного сырья, в том числе дикорастущего.

Соевое зерно по-прежнему является наиболее популярным растительным компонентом, белковые вещества которого способны хорошо сочетаться со многими компонентами пищевого сырья. Семена сои содержат значительное количество белка с практически сбалансированным составом незаменимых аминокислот, жир с высококачественным жирнокислотным составом.

вом, витамины Е, группы В, углеводы, в том числе пищевые волокна, многие минеральные вещества, изофлавоноиды и другие необходимые для человека биологически ценные нутриенты, наличие которых в составе пищевого продукта позволяет отнести его к группе функциональных пищевых продуктов [2, 3].

Вместе с тем одним из перспективных натуральных природных источников витаминов, макро- и микроэлементов, пищевых волокон и других биологически активных веществ являются дикорастущие растения – съедобные папоротники. Среди дальневосточных папоротников *Osmundastrum asiaticum*, *Onoclea sensibilis*, *Pteridium aquilinum* и других наибольшее распространение как пищевое растение получил папоротник орляк, у которого в пищу употребляются наземные органы (вайи) и корневища [4]. Население стран Дальнего Востока уже много веков употребляет орляк в пищу. Этот вид папоротника поставляется на экспорт в Японию и Китай, но становится популярным и в нашей стране [5].

Для получения принципиально новых пищевых продуктов на основе сои и расширения ассортимента функциональных продуктов питания нами проведены исследования в области конструирования продуктов питания функциональной направленности на основе сырьевых ресурсов Амурской области.

Цель исследований. Разработка технологии функциональных белково-витаминно-минеральных продуктов в виде концентрата и гранулята с использованием соевого сырья и дикоросов – папоротника орляк.

Задачи исследований: получение новых знаний о процессе формирования белково-витаминно-минеральных коагуляционных структур в соево-папоротниковой композиции и разработка на их основе технологии инновационных белково-витаминно-минеральных пищевых добавок и продуктов; оценка их органолептических показателей и химического состава; разработка технической документации на производство нового ассортимента продуктов.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в лаборатории ФГБНУ «ВНИИ сои» с использованием измельчителя-экстрактора Joyong (КНР), нагревательных котлов; пресса для отжима жидкой фракции, пресса для формования гранул, мясорубки, миксе-

ров, блендеров, сушильной установки, инфракрасного сканера FOSS NIRSystem 5000 и т.д. Объектами исследований являлись семена сои сорта Алёна селекции ВНИИ сои (ГОСТ 17109-88); аскорбиновая кислота, соответствующая требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 и СанПиН 2.3.2.1290-03; янтарная кислота (ГОСТ 6341-75); папоротник свежий, замороженный, сушеный, соответствующий требованиям ТУ 61 РСФСР 01-101-89 Е, соленый ТУ 61 РСФСР 01-93-92 Е. Исследования проводились в соответствии со стандартными методами: химический состав сырья, полуфабрикатов, готовых продуктов (содержание белка, жира, углеводов, минеральных веществ, аминокислотный, жирнокислотный состав, влажность, трипсинингибирующая активность) – методом спектроскопии в ближней ИК области по ГОСТ Р 53600-2009; содержание витамина С – по ГОСТ 24556-89, витамина Е – по ГОСТ Р 54634-2011; оценку сенсорных свойств – путем определения внешнего вида, текстуры, консистенции, цвета, запаха и вкуса; обработку экспериментальных данных – с использованием программ Statistica 6.0, Excel.

Результаты исследований. Семена сои, являясь источником многих ценных питательных веществ и обладая многочисленными достоинствами, как функционально технологические добавки имеют и ряд недостатков, в том числе специфический вкус, который требуется нивелировать за счет комбинирования соевого сырья с дополнительными компонентами. Для получения продуктов функционального назначения, с целью обогащения их пищевыми волокнами, витаминами, минеральными веществами, придания особых (нетрадиционных) вкусовых и ароматических свойств, в качестве ингредиента, содержащего биологически активные вещества, мы использовали папоротник орляк, в большом количестве произрастающий в Дальневосточном регионе.

В описании биохимического и химического состава подземных и надземных органов орляка присутствуют крахмал, дубильные вещества, синильная и орляководубильная, фумаровая и янтарная кислоты, каротиноиды, среди углеводов и родственных соединений – галактоглоукоманнан. Молодые побеги орляка имеют сравнительно высокую питательную и биологическую

ценность за счет содержания каротинов (0,7 мг на 100 г сырой массы) [5, 6].

В качестве функционально-технологической добавки и как физиологически функциональный ингредиент разрабатываемых продуктов питания нами использованы кислоты – аскорбиновая в комбинации с янтарной. Как технологические добавки они регулируют pH и активность ферментов, свойства и устойчивость коллоидов, увеличивают способность белков к набуханию и др. Использование композиции из аскорбиновой и янтарной кислот для коагуляции позволяет придавать продуктам функциональную направленность, повышая в них антиоксидантную активность [7].

Разработанная технология получения функциональных соево-папоротниковых продуктов заключается в следующем. Вначале получаем белково-витаминно-минеральную суспензию путем совместной дезинтеграции и экстракции предварительно замоченных семян сои и измельченных побегов папоротника в соотношении 1:1 по объему при гидромодуле 1:6. В процессе моделирования использовали папоротник, заготовленный четырьмя способами. Свежий папоротник предварительно вымачивали в течение 8–10 часов для удаления горечи, затем бланшировали в кипящей воде в течение 15–20 минут до размягчения. Соленый папоротник вымачивали в воде в течение 2–3 часов; сушеный – регидратировали в воде температурой 20–22 °С до полного восстановления, затем бланшировали 3–5 минут; замороженный папоротник дефростировали на воздухе. Все виды подготовленного папоротника резали на кусочки, соответствующие размеру замоченных семян сои, и направляли на дальнейшую обработку.

Полученную суспензию разделяли на две фракции: жидкую и нерастворимую. В жидкую фракцию вносили композицию 5%-х водных растворов аскорбиновой и янтарной кислот и проводили коагуляцию. Сформировавшийся коагулят отделяли от сыворотки, гранулировали и сушили, получая при этом белково-витаминно-минеральный концентрат. Отделенную нерастворимую фракцию также гранулировали и сушили, получая белково-углеводный гранулят.

Проведенные исследования позволили сделать выводы, что использование соленого и сушеного папоротника замедляет процесс коагуляции, ухудшает органолептические показатели готовых продуктов (цвет, вкус), не позво-

ляет использовать сыворотку как вторичное сырьё для переработки. Кроме того, многочисленными исследованиями доказан тот факт, что предварительная обработка папоротника – тепловая сушка или посол – приводит к изменению, денатурации и потере значительной части ценных питательных веществ.

Положительные результаты были достигнуты при использовании замороженных и свежих побегов папоротника. Белково-витаминно-минеральная паста, концентрат и белково-углеводный гранулят в этом случае имели насыщенный зеленый цвет, отлично выраженный вкус и аромат папоротника, а все технологические процессы получения и отделения коагулята проходили без видимых затруднений: коагулят хорошо формовался и сохранял форму в процессе сушки. Отмечены некоторые различия по вкусу белково-витаминно-минеральной пасты: паста, полученная на основе свежего папоротника, имела горьковатый привкус, который исчезал после сушки в белково-витаминно-минеральном концентрате.

Таким образом, в результате проведенных исследований нами установлено, что лучшими вариантами для получения соево-папоротниковых продуктов является использование свежих побегов папоротника в сезон его сбора и замороженных побегов – в межсезонный период.

Для определения соотношения аскорбиновой и янтарной кислот были проведены специальные исследования, в результате которых установлено, что увеличение дозы янтарной кислоты приводит к значительной отсрочке времени начала процесса структурообразования, то есть формирования хлопьев коагулята, а увеличение дозы аскорбиновой кислоты в смеси приводит к снижению функциональных свойств янтарной кислоты. Процесс образования хлопьев при соотношении аскорбиновая:янтарная кислота как 10:90 % начинается спустя 300 с, а при соотношении 50:50 % значительно ускоряется, более чем в пять раз, и начало структурообразования наблюдается через 60 с. Таким образом, оптимальным является соотношение янтарной и аскорбиновой кислоты 50:50 %.

В процессе проведения эксперимента выявлено, что наибольшее влияние на процесс структурообразования, за критерий оптимизации которого принята температура коагуляции T , °С, оказывают такие факторы, как: массовая

доля композиции водных растворов аскорбиновой и янтарной кислот $M_{\text{КК}}$, %; концентрация кислотной композиции $K_{\text{КК}}$, %; и продолжительность коагуляции t , мин. В результате регресси-

онного анализа зависимости $T=f(M_{\text{КК}}; K_{\text{КК}}; t)$ получена математическая модель приготовления белково-витаминно-минерального соево-папоротникового коагулята

$$t = 108,36 - 4,14 \cdot M_{\text{КК}} - 7,38 \cdot K_{\text{КК}} + 0,457 \cdot \tau - 1,914 \cdot M_{\text{КК}} \cdot K_{\text{КК}} + 0,47 \cdot M_{\text{КК}}^2 + 1,054 \cdot K_{\text{КК}}^2 + 2,468 \cdot \tau^2 \rightarrow \min. \quad (1)$$

Для получения белково-витаминно-минерального концентрата (коагулята в высушенном виде) и белково-углеводного гранулята (высушенного нерастворимого остатка), хорошо сохраняющих форму и имеющих максимальную прочность ПР, значительное влияние оказывают такие факторы, как: начальная влажность

$$PP = -410,16 + 3,786 \cdot B_{\text{H}} + 5,817 \cdot t + 5,182 \cdot \tau - 0,0353 \cdot B_{\text{H}}^2 - 0,0258 \cdot t^2 - 0,0469 \cdot \tau^2 \rightarrow 100\%. \quad (2)$$

На основе полученных моделей установлены оптимальные значения параметров технологии приготовления белково-витаминно-минеральных соево-папоротниковых коагулята (пасты), концентрата и гранулята. Оптимальная температура коагуляции, при которой сохраняются полезные вещества комбинированного продукта, – 66,5 °С, достигается при массовой доле композиции растворов аскорбиновой и янтарной кислот 12,2 %, концентрации кислотной композиции 4,9 % и продолжительности коагуляции 5,0 мин. Начальная влажность гранул 42,3 %, температура сушки 64,4 °С и продолжительность их сушки 60 мин позволяют получить концентрат и гранулят с прочностью гранул не менее 97 %.

При проведении процесса коагуляции в качестве технологических потерь образуется сыворотка, отделенная от белково-витаминно-минерального коагулята, которая содержит незначительное количество растительных жиров, белков, витаминов и минеральных веществ.

сформованных гранул B_{H} , температура t и продолжительность t их сушки. Проведенный методом регрессии анализ зависимости $PP=f(B_{\text{H}}; t; \tau)$ позволил получить следующую математическую модель (2) для процесса получения концентрата и гранулята:

Учитывая то, что она является ценным вторичным сырьем, к образовавшейся сыворотке добавляли овощные пасты (морковную, тыквенную, томатную, др.), смешивали компоненты до получения консистенции напитка, смесь гомогенизировали. Полученный напиток можно использовать без предварительной обработки.

Полученные белково-витаминно-минеральные пасты, концентраты и белково-углеводные грануляты характеризуются высокими органолептическими показателями, имеют характерный выраженный цвет, вкус и аромат, соответствующие используемому сырью (рис. 1–4).

Разработанная безотходная технология, при указанных значениях режимов и параметров, позволяет получить белково-витаминно-минеральную пасту (соево-папоротниковую) или белково-витаминно-минеральный концентрат из пасты, белково-углеводный гранулят и напиток на основе сыворотки, имеющие высокое содержание ценных питательных веществ (табл.).



Рис. 1. Белково-витаминно-минеральный концентрат (соево-папоротниковый)



Рис. 2. Белково-углеводный гранулят (соево-папоротниковый)



Рис. 3. Белково-витаминно-минеральная паста (соево-папоротниковая)



Рис. 4. Напиток на основе соево-папоротниковой сыворотки и тыквы

Соево-папоротниковые продукты содержат значительное количество основных пищевых и физиологически ценных биологически активных веществ и способны обеспечить удовлетворение суточной потребности человека (при употреблении 100 г в сутки) по витамину С на 100–170 %, Е – 15–106 %, янтарной кислоте – 65–75 %, кальцию – 21–50 %, фосфору – 16–48 %,

меди – 25–40 % и пищевым волокнам на 14–129 % от рекомендуемой суточной нормы потребления, что подтверждает их функциональную направленность.

Содержание питательных и биологически активных веществ в разработанных соево-папоротниковых продуктах и степень удовлетворения ими суточной потребности человека (при употреблении 100 г продукта)

Продукт	Содержание ($\bar{x} \pm m; m \leq 0,05$)											Степень удовлетворения суточной потребности человека (% от рекомендуемой суточной нормы потребления)							Энергетическая ценность, ккал
	воды	пищевых веществ, %			биологически активных веществ, мг/100 г				кальция, мг/100 г	фосфора, мг/100 г	меди, мг/100 г	в витамине С	в витамине Е	в янтарной кислоте	в кальции	в фосфоре	в меди	в пищевых волокнах	
		белков, N x 6,25	жиров	углеводов, в т.ч. пищевых волокон	минеральных веществ	витамина С	витамина Е	янтарная кислота											
Соево-папоротниковый коагулят (паста)	50,0	20,5	7,9	16,7 (3,6)	4,9	120	3,4	150	226	302	0,5	170	34	75	25	30	25	14	220
Соево-папоротниковый концентрат (сушеный коагулят)	12,0	42,5	11,6	22,0 (7,2)	12,9	70	10,6	130	456	571	0,8	100	106	65	50	48	40	29	362
Соево-папоротниковый гранулят (сушеный нерастворимый соево-папоротниковый статок)	9,0	10,8	7,9	64,2 (32,3)	8,1	-	1,5	-	186	188	0,7	-	15	-	21	16	35	129	371

Выводы. Таким образом, проведенные экспериментальные исследования позволили создать технологию производства новых видов пищевых продуктов функциональной направленности с использованием растительных ресурсов Амурской области, имеющих относительно высокую пищевую и биологическую ценность, которые можно отнести к продуктам здорового питания, разработать техническую документацию (СТО и ТИ) для их промышленного производства.

Литература

1. Сергиенко И.В., Куцова А.Е., Куцов С.В. Инновационно-технологические решения в создании функциональных продуктов питания // Вестник ВГУИТ. – 2015. – № 2. – С. 126–129.
2. Скрипко О.В. Использование сои и дальневосточных дикоросов в технологии функциональных продуктов // Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты: сб. ст. – Пермь: ИП Сигитов Т.М., 2016. – С. 51–52.
3. Петибская В.С. Соя: химический состав и использование / под ред. акад. В.М. Лукомца. – Майкоп: Полиграф-ЮГ, 2012. – 432 с.
4. Прокопенко С.Т., Шалиско И.В. Современные аспекты использования дикорастущего сырья в качестве продуктов питания на примере папоротника-орляка // Техника – технологические проблемы сервиса. – 2013. – № 3 (25). – С. 69–74.
5. Храпко О.В. Дальневосточные папоротники: возможность использования // Бюл. Ботан. сада Ин-та ДВО РАН. – 2007. – Вып. 1. – С. 81–87.
6. Типсина Н.Н., Мельникова Е.В. Использование порошка папоротника в производстве песочного печенья и бисквитного полуфабриката // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 12. – С. 219–224.
7. Кондрашова М.И. Янтарная кислота – источник энергии в организме // Норма-пресс. – 1991. – № 9. – С. 17–19.

Literatura

1. Sergienko I.V., Kucova A.E., Kucov S.V. Innovacionno-tehnologicheskie reshenija v sozdanii funkcional'nyh produktov pitaniija // Vestnik VGU-IT. – 2015. – № 2. – S. 126–129.
2. Skripko O.V. Ispol'zovanie soi i dal'nevostochnyh dikorosov v tehnologii funkcional'nyh produktov // Razvitie sovremennoj nauki: teoreticheskie i prikladnye aspekty: sb. st. – Perm': IP Sigitov T.M., 2016. – S. 51–52.
3. Petibskaja V.S. Soja: himicheskij sostav i ispol'zovanie / pod red. akad. V.M. Lukomca. – Majkop: Poligraf-JuG, 2012. – 432 s.
4. Prokopenko S.T., Shalisko I.V. Sovremennye aspekty ispol'zovanija di-korastushhego syr'ja v kachestve produktov pitaniija na primere paporotni-ka-orljaka // Tehnika – tehnologicheskie problemy servisa. – 2013. – № 3 (25). – S. 69–74.
5. Hrapko O.V. Dal'nevostochnye paporotniki: vozmozhnost' ispol'zovanija // Bjul. Botan. sada In-ta DVO RAN. – 2007. – Vyp. 1. – S. 81–87.
6. Tipsina N.N., Mel'nikova E.V. Ispol'zovanie poroshka paporotnika v proizvodstve pesochnogo pechen'ja i biskvitnogo polufabrikata // Vestnik KrasGAU. – 2014. – № 12. – S. 219–224.
7. Kondrashova M.I. Jantarnaja kislota – istochnik jenerгии v organizme // Norma-press. – 1991. – № 9. – S. 17–19.