

Научная статья/Research Article

УДК 637.05.

DOI: 10.36718/1819-4036-2024-7-220-228

Алла Смалиевна Хамицаева^{1✉}, Алан Макарович Хозиев², Мира Ильинична Хестанова³,
Светлана Федоровна Зокоева⁴, Владимир Всеволодович Садовой⁵

^{1,2,3,4}Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Республика Северная Осетия – Алания, Россия

⁵Белгородский университет кооперации, экономики и права, Ставрополь, Россия

^{1,2,3,4}ggau@globalalania.ru

⁵vsadovoy@yandex.ru

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВОЙ ДОБАВКИ ИЗ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ФАСОЛИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕЦЕПТУРАХ МЯСНЫХ ГЕРОДИЕТИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ

Цель исследования – разработать технологию пищевой добавки из проращенной фасоли сорта Победитель, произрастающего на территории РСО – Алания, с целью добавления ее в рецептуры функциональных мясных продуктов геродиетической направленности. Задачи: теоретическое обоснование возможностей использования пищевой добавки из региональных растительных ресурсов в производстве функциональных мясных продуктов геродиетической направленности; разработка технологии пищевой добавки-концентрата белков фасоли (КБФ) из модифицированной фасоли сорта Победитель, произрастающего в регионе РСО – Алания; изучение химического состава разработанного КБФ; исследование функционально-технологических свойств разработанного КБФ; разработка рецептуры и технологии мясных котлет геродиетической направленности с добавлением пребиотика-КБФ на основе проведения оптимизации эссенциальных нутриентов состава сырьевых ингредиентов с помощью математического моделирования; исследование физико-химических и органолептических показателей, пищевой ценности готового мясного изделия с добавлением пребиотика-КБФ. Объекты исследования – нативная фасоль, пищевая добавка – пребиотик (КБФ), мясной полуфабрикат на основе пищевой добавки (КБФ), готовые котлеты с добавлением КБФ. Для изучения химического состава пищевой добавки-концентрата белков фасоли (КБФ) использовали классические методики. Содержание белка определяли по методу Кьельдаля, аминокислотный состав – методом ионообменной хроматографии на автоматическом аминокислотном анализаторе фирмы Hitachi. Количество триптофана определяли после щелочного гидролиза. Функционально-технологические свойства разработанной пищевой добавки – пребиотика исследовали на основе использования метода прессования, разработанного Р. Грау и Р. Хаммом, в модификации В. Волонинской и Б. Кельмана. В рамках исследования была проведена оценка состава и свойств разработанного пребиотика. Разработаны принципы компьютерного моделирования рецептуры мясного полуфабриката с КБФ, соответствующие медико-биологическим требованиям и обеспечивающие необходимую корректировку по эссенциальным пищевым веществам. Рассмотрены вопросы и способы создания пищевых продуктов, которые имеют функциональное назначение и ориентированы на геродиетическое питание в современных социально-экономических, экологических и демографических условиях.

Ключевые слова: нативная фасоль, пребиотик, геродиетическое питание, поликомпонентные мясные продукты, концентрат белков фасоли, функционально-технологические свойства, эссенциальные пищевые вещества, оптимизация витаминного состава

Для цитирования: Разработка технологии пищевой добавки из модифицированной фасоли для использования в рецептурах мясных геродиетических продуктов / А.С. Хамицаева [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2024. № 7. С. 220–228. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-7-220-228.

Alla Smalievna Khamitsaeva^{1✉}, Alan Makarovich Khoziev², Mira Ilinichna Khestanova³,
Svetlana Fyodorovna Zokoeva⁴, Vladimir Vsevolodovich Sadovoy⁵

^{1,2,3,4}Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Republic of North Ossetia – Alania, Russia

⁵Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Stavropol, Russia

^{1,2,3,4}ggau@globalalania.ru

⁵vsadovoy@yandex.ru

FOOD ADDITIVE TECHNOLOGY DEVELOPMENT FROM MODIFIED BEANS FOR USE IN MEAT GERODIETETIC PRODUCTS FORMULATIONS

The objective of the study is to develop a technology for producing a food additive from sprouted beans of the Pobeditel variety grown in the Republic of North Ossetia – Alania in order to add it to the recipes for functional meat products of gerodietetic orientation. Objectives: theoretical substantiation of the possibilities of using a food additive from regional plant resources in the production of functional meat products of gerodietetic orientation; development of a technology for producing a food additive - bean protein concentrate (BPC) from modified beans of the Pobeditel variety grown in the Republic of North Ossetia – Alania; study of the chemical composition of the developed BPC; study of the functional and technological properties of the developed BPC; development of a recipe and technology for producing meat cutlets of gerodietetic orientation with the addition of the prebiotic BPC based on optimization of essential nutrients in the composition of raw ingredients using mathematical modeling; study of the physicochemical and organoleptic indicators, nutritional value of the finished meat product with the addition of the prebiotic BPC. The objects of the study are native beans, a food additive – prebiotic (BPC), a semi-finished meat product based on the food additive (BPC), and ready-made cutlets with the addition of BAP. Classical methods were used to study the chemical composition of the food additive – bean protein concentrate (BPC). The protein content was determined by the Kjeldahl method, the amino acid composition – by ion-exchange chromatography on an automatic amino acid analyzer from Hitachi. The amount of tryptophan was determined after alkaline hydrolysis. The functional and technological properties of the developed food additive – prebiotic were studied using the pressing method developed by R. Grau and R. Hamm, as modified by V. Volovinskaya and B. Kelman. The study assessed the composition and properties of the developed prebiotic. The principles of computer modeling of the recipe for a semi-finished meat product with BPC have been developed, corresponding to medical and biological requirements and providing the necessary adjustment for essential nutrients. The issues and methods of creating food products that have a functional purpose and are focused on gerodietetic nutrition in modern socio-economic, environmental and demographic conditions have been considered.

Keywords: native beans, prebiotic, gerodietetic nutrition, multicomponent meat products, bean protein concentrate, functional and technological properties, essential nutrients, optimization of vitamin composition

For citation: Food additive technology development from modified beans for use in meat gerodietetic products formulations / A.S. Khamitsaeva [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2024;(7): 220–228 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-7-220-228.

Введение. В настоящее время демографическая ситуация в нашей стране находится в крайне бедственном положении, и потому данная проблема является актуальной. По состоянию на 2022 г. уровень рождаемости составляет 9,71 новорожденных на 1000 жителей (193-е место в мире) [1–4].

Согласно прогнозам демографов, из года в год удельный вес пожилых людей будет продолжаться увеличиваться [2–5]. Существующие методы производства пищевых продуктов не

принимают во внимание специфику питания пожилых людей и не всегда соответствуют потребностям стареющего организма.

С учетом правильной коррекции состава функциональных пищевых продуктов для достижения баланса нутриентов в организме человека были выбраны бобы фасоли сорта Победитель, произрастающие в регионе РСО – Алания, которые были использованы в качестве исходного сырья для получения пребиотика (КБФ).

Фасоль в России пользуется большой популярностью среди вегетарианцев и людей, следящих за своим питанием [2, 6]. Ее полезность для здоровья неоспорима, поскольку она содержит множество витаминов и микроэлементов. В фасоли присутствует полный набор витаминов группы В, витамин С, витамин Е, а также железо, калий, кальций, магний, сера, йод, хром, фосфор и другие необходимые для нормального функционирования организма минералы [2, 5].

Выбранный план проведения исследований предполагает трансформировать свойства нативной фасоли на основе биотехнологической модификации при установленных технологических режимах, получить пребиотик-КБФ и использовать его в технологии функциональных мясных продуктов для геродиетического питания, что разрешит повысить показатели качества разрабатываемого продукта [4].

Определение параметров режимов модификации фасоли предопределяет возможность повышения биологической ценности.

Цель исследования – разработать технологию пищевой добавки из пророщенной фасоли сорта Победитель, произрастающего на территории РСО – Алания, для добавления ее в рецептуры функциональных мясных продуктов геродиетической направленности.

Задачи: теоретическое обоснование возможностей использования пищевой добавки из региональных растительных ресурсов в производстве функциональных мясных продуктов геродиетической направленности; разработка технологии пищевой добавки-концентрата белков фасоли (КБФ) из модифицированной фасоли сорта Победитель, произрастающего в регионе РСО – Алания; изучение химического состава разработанного КБФ; исследование функционально-технологических свойств разработанного КБФ; разработка рецептуры и технологии мясных котлет геродиетической направленности с добавлением пребиотика-КБФ на основе проведения оптимизации эссенциальных нутриентов состава сырьевых ингредиентов с помощью математического моделирования; исследование физико-химических и органолепти-

ческих показателей, пищевой ценности готового мясного изделия с добавлением КБФ.

Объекты и методы. Объекты исследования – нативная фасоль, пищевая добавка-КБФ, мясной полуфабрикат на основе пищевой добавки-КБФ, готовые котлеты с добавлением КБФ. Для изучения химического состава пищевой добавки-КБФ использовали классические методики. Содержание белка определяли по методу Кьельдаля, аминокислотный состав – методом ионообменной хроматографии на автоматическом аминокислотном анализаторе фирмы Hitachi. Количество триптофана определяли после щелочного гидролиза. Функционально-технологические свойства разработанной пищевой добавки – пребиотика исследовали на основе использования метода прессования, разработанного Р. Грау и Р. Хаммом, в модификации В. Воловинской и Б. Кельмана.

Результаты и их обсуждение. Изменение фасоли происходит путем проращивания ее при естественной ферментации. Чтобы не истощить питательные вещества зародыша, продолжительность ферментативного процесса должна быть ограничена. В результате модификации фасоли в определенных условиях температуры, времени и влажности получается образец проращенной фасоли, который имеет новый набор состава и свойств.

При изучении возможного использования модифицированной фасоли в технологии функциональных мясных продуктов для геродиетического питания особый интерес представляло получение концентрата белка из модифицированной фасоли.

Предложена технологическая схема получения пребиотика из модифицированной фасоли с целью использования его для обогащения состава функциональных пищевых продуктов геродиетической направленности макро- и микро-нутриентами (рис. 1).

Экспериментальные данные, количественно характеризующие химический состав, пищевую ценность нативной фасоли (НФ) и концентрата белков проращенных семян фасоли сорта Победитель, приведены в таблице 1.



Рис. 1. Технологическая схема получения пребиотика-КБФ

Таблица 1

Сравнительная оценка химического состава и энергетической ценности

Показатель, %	Образец	
	НФ	КБФ
Вода	14,0	5,0
Белки	26,2	52,3
Липиды	2,9	0,5
Зола	2,4	2,1
Углеводы	53,2	39,1
Энергетическая ценность, ккал	344	365

Результаты исследования, представленные в таблице 1, показывают, что содержание белков в проращенных семенах фасоли сорта Победитель в 2 раза больше по сравнению с исходным сырьем (нативной фасолью). Энергетическая ценность у пищевой добавки из проращенных семян фасоли сорта Победитель не-

значительно больше по сравнению с нативной фасолью.

Учитывая, что к важным пищевым физиологическим веществам относятся макро- и микроэлементы, исследован состав указанных элементов. Результаты исследования приведены в таблице 2.

Содержание витаминов и минеральных элементов в порошках НФ и КБФ, мг/100 г:

Показатель	НФ	КБФ
Витамины:		
РР	1,51	1,95
В ₁	1,3	1,61
В ₂	1,2	1,41
В ₆	0,19	1,31
В ₁₂	0,05	0,17
С	7,93	38,90
β-каротин	1,01	6,45
Минеральные элементы		
Fe	1,80	3,30
P	1,82	2,80
Se	2,03	3,50
Zn	1,5	1,5
Cu	1,5	1,9
Ca	13,7	17,7
Mg	1,01	1,19
Mn	1,9	3,5

Анализ данных по макро- и микроэлементному составу показал, что все исследуемые объекты содержат широкий спектр минеральных элементов, дефицит которых в настоящее время наблюдается в рационах питания.

Из приведенных данных по витаминному составу видно, что содержание витамина С в полученном продукте – пищевой добавке из пророщенных семян фасоли сорта Победитель повышается в 5 раз по сравнению с нативной фасолью, существенно возрастает также в нем содержание витаминов В₂, В₆, В₁₂ и β-каротина.

Для изучения характеристик концентрата белков фасоли были проведены исследования его функционально-технологических свойств (ФТС). С этой целью было изучено влияние степени дисперсности КБФ на его способность поглощать воду и жир (ВПС, ЖПС), а также удерживать воду и жир (ВУС, ЖУС).

На рисунках 2, 3 показаны графики, отражающие влияние степени дисперсности на способность выбранного объекта поглощать и удерживать влагу, а также жир.

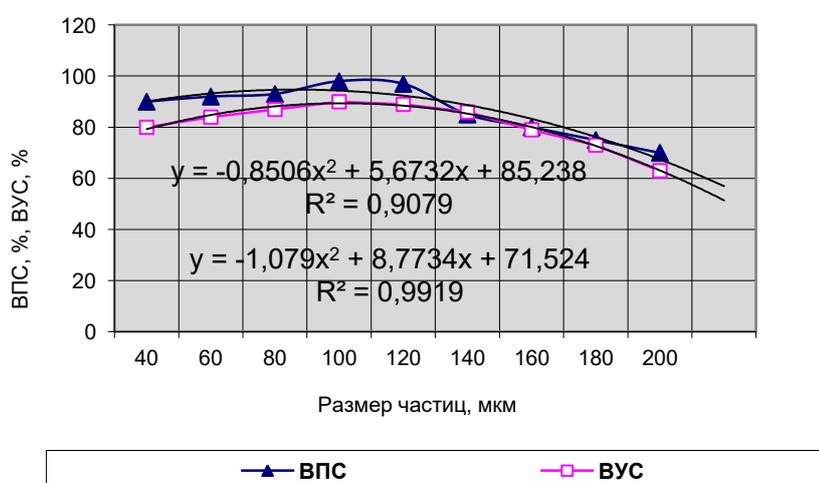


Рис. 2. Изменение ВПС и ВУС КБФ в зависимости от размера частиц

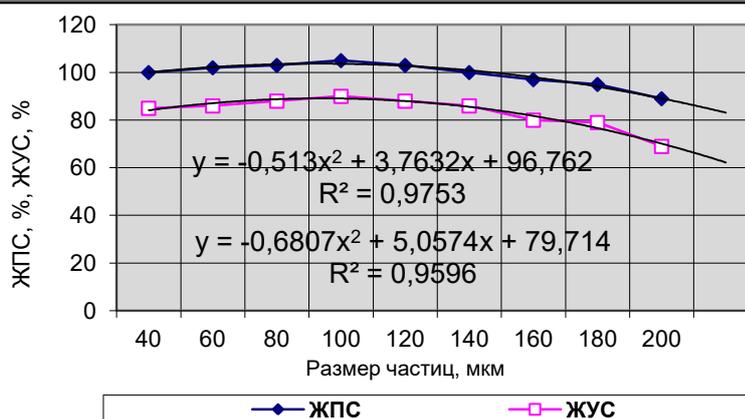


Рис. 3. Изменение ЖПС и ЖУС КБФ в зависимости от размера частиц

В ходе проведенных анализов ФТС КБФ установлена закономерность, заключающаяся в том, что значения исследуемых показателей ВПС, ВУС, ЖПС, ЖУС – максимальные при степени дисперсности 100–120 мкм и температуре 22 °С.

Высокие показатели ФТС позволяют использовать пищевую добавку как в качестве источника макро- и микронутриентов, так и в качестве структурообразователя в технологии функциональных пищевых продуктов.

Оптимизационную задачу состава разрабатываемой рецептуры решали по минеральному, витаминному составу (см. табл. 1, 2), аминокислотному составу (табл. 3) пребиотика, наилуч-

шее решение достигается на основе сбалансирования по аскорбиновой кислоте при использовании пакета SOLVER. Были исследованы аминокислотный, минеральный, витаминный составы исходных сырьевых ингредиентов, данные приводятся в таблице 3.

Результаты решения задач по оптимизации витаминного состава, в т. ч. по аскорбиновой кислоте, в мясном изделии с КБФ представлены в строке «Решение» таблицы 3.

Исходные данные – соответствующие формулы, объемы ограничений по пищевым веществам передаются в окно «Поиск решения» надстройки Solver (рис. 4).

Таблица 3

Математическая модель оптимизации состава функциональных котлет геродиетической направленности по максимуму витамина С (задача 1)

Показатель	Гов. жил 1-й сорт	Свинина жил. п/ж	КБФ	Левая часть ограничения	Тип ограничения	Объем ограничения
1	2	3	4	5	6	7
Обозначение переменных	X ₁	X ₂	X ₃			
Решение	40,70	34,55	24,63			
По массе	1	1	1	100	=	100
Никотиновая кислота, мг/100 г продукта	0,010	1,79	1,95	9,10	>=	6,10
Тиамин, мг/100 г продукта	0,003	1,57	1,61	1,45	>=	0,39
Рибофлавин, мг/100 г продукта	0,0001	0,0008	0,0021	0,72	>=	0,59
Пиридоксин, мг/100 г продукта	0,005	1,11	1,11	0,53	>=	0,50
Цианокобаламин, мг/100 г продукта	0,0002	0,0011	0,0013	0,0023	>=	0,0012
β-каротин, мг/100 г продукта	0,001	0,0575	0,0645	1,24	>=	1,23
Zn, мг/100 г продукта	0,010	0,011	0,015	1,12	>=	0,7
Fe, мг/100 г продукта	0,015	0,035	0,039	6,73	>=	3,5
P, мг/100 г продукта	0,034	0,0388	0,0395	43,58	>=	30,96

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
Se, мг/100 г продукта	0,005	0,021	0,025	0,55	>=	0,327
Cu, мг/100 г продукта	0,002	0,003	0,0019	0,49	>=	0,047
Ca, мг/100 г продукта	0,5	0,174	0,177	49,51	>=	40,59
Pb, мг/100 г продукта	0	0,00001	0	0,00	>=	0
Mg, мг/100 г продукта	0,111	0,109	0,199	21,15	>=	18,9
Mn, мг/100 г продукта	0,005	0,0045	0,0035	0,35	>=	0,21
Изолейцин, мг/100 г продукта	0,048	0,0537	0,0541	3,75	>=	1,99
Лейцин, мг/100 г продукта	0,085	0,09	0,093	6,70	>=	3,77
Лизин, мг/100 г продукта	0,025	0,089	0,087	2,63	>=	2,7
Метионин + цистеин, мг/100 г продукта	0,014	0,044	0,051	1,47	>=	1,37
Фенилаланин + тирозин, мг/100 г продукта	0,05	0,064	0,05	5,01	>=	3,00
Треонин, мг/100 г продукта	0,027	0,048	0,049	2,75	>=	1,63
Валин, мг/100 г продукта	0,049	0,052	0,051	4,90	>=	2,902
КБФ	1			24,63	>=	24,5
Гов. жил. 1-й сорт		1		40,7	>=	41,7
Свинина жил. п/ж			1	34,55	>=	33,3
Витамин С	0,05	0,09	18,92	35,08	→	max

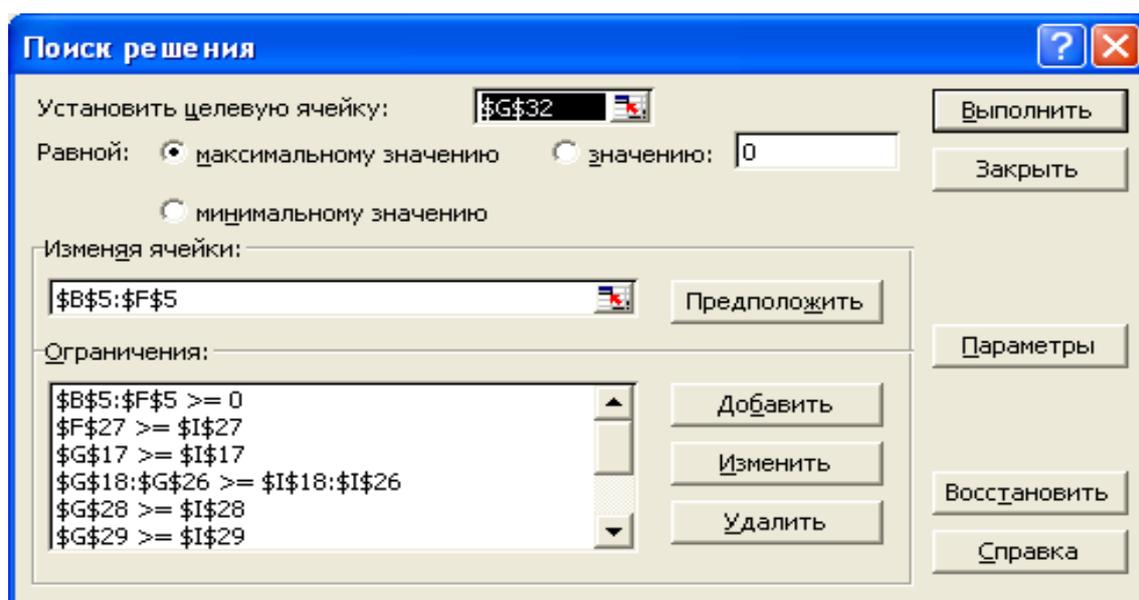


Рис. 4. Окно «Поиск решения» надстройки Solver для расчета оптимизированного состава рецептуры коллет

КБФ используется в качестве дополнительного источника аминокислот, минеральных элементов, а главное витаминов С, Е, группы В.

Результаты органолептических, физико-химических и биохимических характеристик обусловили установить оптимальные количественные дозы сырьевых компонентов рецептур

опытных образцов функциональных мясных изделий геродиетической направленности, в максимальной степени отвечающих современным требованиям науки о питании.

Эксперименты проводили на основе модельных рецептур мясных полуфабрикатов, в том числе, с использованием КБФ.

Результаты решения задачи 1 представлены в строке «Решение» таблицы 3, что соответствует:

X_1 – говядина жил. 1-й сорт = 40,70 г;

X_2 – свинина жил. п/ж = 34,55 г;

X_3 – КБФ = 24,63 г.

Заключение. В результате проведенных исследований разработана технология пребиотика-концентрата белков фасоли из модифицированной фасоли сорта Победитель, произрастающего в регионе РСО – Алания.

Новизна разработанной технологии подтверждается патентом на изобретение РФ № 2586144 «Способ производства пищевой добавки из пророщенных семян фасоли сорта Победитель». Результаты исследований показывают, что содержание белков в разработанном пребиотике почти в 2 раза больше по сравнению с исходным сырьем и составляет 52,3 %.

Анализ данных по содержанию витаминов и минеральных элементов пребиотика свидетельствует, что его можно использовать в технологии пищевых продуктов для обогащения их состава эссенциальными факторами питания. Применение пребиотика из пророщенных семян фасоли сорта Победитель позволит обогатить белковый состав рецептур функциональных продуктов, что может придать разрабатываемым продуктам профилактические, диетические свойства.

Разработана рецептура мясных котлет геродиетической направленности на основе проведения оптимизации минерального, витаминного, аминокислотного состава сырьевых ингредиентов с помощью математического моделирования в соответствии с заданной концепцией.

Установлено, что при употреблении 100 г разработанного мясного изделия с КБФ суточная потребность организма в минеральных веществах, витаминах и незаменимых аминокислотах удовлетворяется на 19,5–60 %, в т. ч. по аскорбиновой кислоте – на 35 %.

В соответствии с ГОСТ Р 52349-2005 разработанное мясное изделие относится к функциональным пищевым продуктам. Разработанные мясные изделия с добавлением КБФ рекомендуются для профилактического питания всех групп населения, в т. ч. для людей пожилого возраста. Выявлена возможность введения пребиотика из модифицированной фасоли в рецептуры мясных изделий геродиетической

направленности для обеспечения пищевой адекватности и улучшения их здоровья.

Список источников

1. Forecasting the molecular properties of dietary supplement used in the recipe of foodstuff for diabetes mellitus prevention / V.V. Sadovoy [et al.] // Research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences. 2018. Т. 9, № 4. P. 1620–1625.
2. URL: https://ayzdorov.ru/tvtravnik_fasol.php Ay-Zdorov.ru (дата обращения: 04.09.2023).
3. Жаринов А.И. Современное мясное сырье: особенности состава, свойств, технологического использования // Мясная индустрия. 2017. № 3. С. 21–27.
4. Хамицаева А.С., Цогоева Ф.Н., Хортмиев З.А. Биотехнологические характеристики порошков дикорастущих растений как ингредиентов функциональных препаратов // Перспективы развития АПК в современных условиях: мат-лы 10-й междунар. науч.-практ. конф. Владикавказ, 2021. С. 157–159.
5. Современные методы проектирования рецептур пищевых продуктов / В.В. Садовой [и др.] // Инновационная траектория науки: становление, развитие, прогнозы: мат-лы VIII Междунар. науч.-практ. конф. М., 2022. С. 108–114.
6. Пат. RU 2586144 С1. Способ производства пищевой добавки из пророщенных семян фасоли сорта «Победитель» / Хамицаева А.С., Газзаева М.С., Кудзиева Ф.Л., Будаев Ф.И., Будаев А.П., Себетов В.Х., Хадаева И.А., Кастуева Д.А. № 2015130695/13; заявл. 23.07.2015; опубли. 10.06.2016.

References

1. Forecasting the molecular properties of dietary supplement used in the recipe of foodstuff for diabetes mellitus prevention / V.V. Sadovoy [et al.] // Research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences. 2018. Т. 9, № 4. P. 1620–1625.
2. URL: https://ayzdorov.ru/tvtravnik_fasol.php Ay-Zdorov.ru (data obrascheniya: 04.09.2023).
3. Zharinov A.I. Sovremennoe myasnnoe syr'e: osobennosti sostava, svojstv, tehnologichesk-

- kogo ispol'zovaniya // Myasnaya industriya. 2017. № 3. S. 21–27.
4. *Hamicaeva A.S., Cogoeva F.N., Hortiev Z.A.* Biotehnologicheskie karakteristiki poroshkov dikorastuschih rastenij kak ingredientov funkcional'nyh preparatov // Perspektivy razvitiya APK v sovremennyh usloviyah: mat-ly 10-j mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Vladikavkaz, 2021. S. 157–159.
 5. *Sovremennye metody proektirovaniya receptur pischevyh produktov / V.V. Sadovoj [i dr.] // Innovacionnaya traektoriya nauki: stanovlenie, razvitie, prognozy: mat-ly VIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. M., 2022. S. 108–114.*
 6. *Pat. RU 2586144 C1. Sposob proizvodstva pischevoj dobavki iz proraschennyh semyan fasoli sorta «Pobeditel'» / Hamicaeva A.S., Gazzaeva M.S., Kudzieva F.L., Budaev F.I., Budaev A.R., Sebetov V.H., Hadaeva I.A., Kastueva D.A. № 2015130695/13; zayavl. 23.07.2015; opubl. 10.06.2016.*

Статья принята к публикации 15.05.2024 / The article accepted for publication 15.05.2024.

Информация об авторах:

Алла Смалиевна Хамицаева¹, профессор кафедры технологии продукции и организации общественного питания, доктор технических наук

Алан Макарович Хозиев², доцент кафедры биотехнологии и стандартизации, кандидат сельскохозяйственных наук

Мира Ильинична Хестанова³, старший преподаватель кафедры информационных технологий

Светлана Федоровна Зокоева⁴, аспирант

Владимир Всеволодович Садовой⁵, профессор кафедры товароведения и технологии общественного питания, доктор технических наук

Information about the authors:

Alla Smalievna Khamitsaeva¹, Professor at the Department of Technology of Products and Organization of Public Catering, Doctor of Technical Sciences

Alan Makarovich Khoziev², Associate Professor at the Department of Biotechnology and Standardization, Candidate of Agricultural Sciences

Mira Ilinichna Khestanova³, Senior Lecturer at the Department of Information Technologies

Svetlana Fyodorovna Zokoeva⁴, Postgraduate student

Vladimir Vsevolodovich Sadovoy⁵, Professor at the Department of Commodity Science and Public Catering Technology, Doctor of Technical Sciences

