

УДК 664.681.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕМЯН БЕЛОГО ЛЮПИНА (*LUPINUS ALBUS* L.)
В ТЕХНОЛОГИИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

А. И. Рыков, С. В. Агафонова

THE USE OF SEEDS OF WHITE LUPINE (*LUPINUS ALBUS* L.)
IN THE FLOUR CONFECTIONERY TECHNOLOGY

A. I. Rykov, S. V. Agafonova

Исследовано содержание белка и незаменимых аминокислот в ядрах белого люпина (*Lupinus albus* L.). Установлено высокое содержание белка на уровне 37,79 % и количество всех незаменимых аминокислот (г/100 г белка): валин (1,75), изолейцин + лейцин (2,36), лизин (1,85), метионин + цистин (0,82), треонин (1,75), триптофан (0,32), фенилаланин + тирозин (3,34). Рассчитана биологическая ценность люпинового белка, которая составила 76,12 %. Представлена рецептура вафель повышенной биологической ценности, которая включает в себя пшеничную муку, измельченные ядра люпина, маргарин, молоко коровье пастеризованное, яичный меланж, сахар. Обосновано количество люпиновой добавки, вносимой в сахарные вафли (15 %), и время выпечки изделий (1,5 мин). Приведена технологическая схема производства обогащенных вафель «Люпиновые», включающая такие операции, как приготовление люпиновой муки (замачивание, шелушение, сушка, измельчение люпина), просеивание муки, составление рецептурной смеси с последующим замесом теста, после чего идет выпечка вафель при температуре 200°C. Перед упаковыванием и маркированием продукция охлаждается и реализуется на конечный рынок. Исследован общий химический состав обогащенных вафель, содержащих 13,7 % белка с биологической ценностью 73,46, а также характеризующихся повышенным содержанием незаменимых аминокислот (г/100 г белка): валин (1,55), изолейцин + лейцин (2,36), лизин (2,03), метионин + цистин (1,43), треонин (1,35), триптофан (0,42), фенилаланин + тирозин (3,04). Разработаны проекты технических условий ТУ 10.72.12-XXX-00471544-2019 и технологической инструкции к ТУ 10.72.12-XXX-00471544-2019. Срок хранения вафель – 30 сут при относительной влажности воздуха не более 75 % и температуре (18±5)°C.

люпин, растительный белок, мучные кондитерские изделия, сахарные вафли, обогащенные продукты питания

The conten of protein and essential amino acids in the kernel of white Lupin (*Lupinus albus* L.) has been studied. The high protein content at the level of 37.79% and the number of all essential amino acids (g/100 g of protein) is the following: valine (1.75), isoleucine + leucine (2.36), lysine (1.85), methionine + cystine (0.82), threonine (1.75), tryptophan (0.32), phenylalanine + tyrosine (3.34). The biological value of lupine protein has been calculated, which amounted to 76.12 %. The formulation of waf-

file of increased biological value, including wheat flour, crushed lupine kernels, margarine, pasteurized cow's milk, egg melange, sugar, is presented. The amount of lupine additive introduced into sugar waffles (15 %) and the baking time of products (1.5 minutes) has been justified. The technological scheme of production of enriched waffles "Lupinovye", including such operations as preparation of lupine flour (soaking, peeling, drying, grinding lupine), flour bolting, formulation of a mixture followed by dough kneading, followed by baking waffles at a temperature of 200°C. Before packaging and labeling, products are cooled and sold to the final market. The total chemical composition of enriched proteins containing 13.7% protein with a biological value of 73.46 was studied, as well as the increased content of essential amino acids (g / 100 g of protein): valine (1.55), isoleucine + leucine (2.36), lysine (2.03), methionine + cystine (1.43), threonine (1.35), tryptophan (0.42), phenylalanine + tyrosine (3.04). Drafts of technical conditions of TU 10.72.12-XXX-00471544-2019 and technological instructions for TU 10.72.12-XXX-00471544-2019 have been developed. The shelf life of waffles is 30 days at relative humidity of not more than 75 % and temperature (18±5)°C.

lupine, vegetable protein, flour confectionery, sugar waffles, fortified food products

ВВЕДЕНИЕ

В современном обществе проблема обеспечения рациона человека необходимыми нутриентами становится все более острой. Темп жизни зачастую вынуждает отказываться от сбалансированного питания, прибегать к потреблению высококалорийной продукции, которая содержит большое количество углеводов, жира и быстро утоляет чувство голода. Систематический дефицит белка, макро- и микроэлементов, пищевых волокон, витаминов приводит к развитию алиментарных заболеваний, избыточному весу, снижению иммунитета, повышенной утомляемости.

Среди так называемых «перекусов» особенное место занимают кондитерские изделия, которые за счет высокого содержания сахара утоляют голод и дают организму необходимую энергию. В 2018 г. потребление кондитерских изделий в России достигло рекордных 25,2 кг на душу населения. Рынок кондитерских изделий – второй по величине сегмент продовольственных товаров повседневного спроса и в России занимает пятую часть всего рынка потребительских в денежном выражении [1].

Мучные кондитерские изделия – важная составляющая кондитерского сегмента. В 2018 г. их производство в России достигло 1,96 млн т, что составляет порядка 36 % от общего объема рынка кондитерских изделий [2]. Среди различных видов мучных кондитерских изделий наибольшую долю рынка занимают продукты с длительным сроком хранения – печенье (43,3 %) и вафли (13,7 %) [3].

Основные компоненты в составе мучных кондитерских изделий – это углеводы и жиры растительного происхождения. Источниками пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов могут являться различные растительные добавки: ягодные, фруктовые и овощные пюре и сиропы, семена масличных культур и т. д. Актуально повышение содержания в мучных кондитерских изделиях белка, которым бедна пшеничная мука. Для этих целей используются семена сои, нута, амаранта, люпина, жмых кедровый и подсолнечника.

Люпин – растение из семейства бобовых. Как и другие бобовые, семена люпина богаты белком, минералами и клетчаткой. Содержание белка в семенах люпина (от 32,0 до 56,0 %) выше, чем у других бобовых, и близко к содержанию белка сои [4]. На сегодняшний день на пищевые и кормовые цели выращиваются только четыре вида люпина (*L. albus*, *luteus*, *angustifolius* и *mutabilis*) из-за содержания в других алкалоидов и антипитательных веществ.

Люпин, культивируемый на пищевые цели, используется в качестве пищевых добавок в веганских блюдах, спортивном питании и аналогах молочной продукции. Белок люпина содержит все незаменимые аминокислоты, что отличает его от других бобовых растений, таких как соя, горох, чечевица, арахис. Кроме того, в люпине много каротиноидов, витамина Е, макро и микроэлементов, в том числе калия, кальция, магния и железа [5]. Кроме того, люпиновая мука имеет связывающий эффект, который является неотъемлемым фактором в разработке рецептуры мучных и других изделий без добавления яиц.

В [6] исследована возможность использования структурированной люпиновой муки в рецептурах выпеченных полуфабрикатов на основе бесклейковинного песочного теста, показано повышение биологической ценности белков продукции. Разработаны и оптимизированы рецептуры печенья с применением муки из смолотого зерна люпина, бисквитов с добавлением концентрата люпиновых белков [7].

В Калининградской области сырьем для обогащения мучных кондитерских изделий могут являться зерна белого люпина, содержащие ценный белок, богатые калием, магнием, железом, а также каротиноиды.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для разработки рецептуры обогащенных мучных кондитерских изделий были выбраны семена белого люпина (*Lupinus albus* L.). Их освобождали от оболочки, составившей около 10 % от массы целого зерна.

В ядрах люпина и обогащенных вафлях определяли общее количество азота и содержание белка с помощью элементного анализатора EURO EA 3000 EURO Vector. Количество свободных аминокислот и аминокислотный состав белка устанавливали с помощью капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ-105» [8].

При расчете величины биологической ценности белка через коэффициент различия аминокислотного сора пользовались методом химического (аминокислотного) сора [8, 9].

Органолептическую оценку образцов вафель проводили по специально разработанной 15-балловой шкале, оцениваемыми показателями явились цвет, вкус и хрусткость.

В готовых вафлях содержание жира устанавливали экстракцией в аппарате Сокслета, минеральных веществ – озолением навески в муфельной печи, влаги и сухих веществ – термогравиметрическим методом.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследования позволили установить содержание белка в ядрах белого люпина на уровне 37,79 %. Были обнаружены все заменимые аминокислоты, за исключением гистидина, и все незаменимые. Особенно высоко содержание глутаминовой кислоты и глутамина (53,90 г/100 г белка), аспарагиновой кислоты и ас-

парагина (23,00 г/100 г белка) [8]. Содержание незаменимых аминокислот в люпиновом белке в сравнении с «идеальным» белком ФАО/ВОЗ [10] представлено на рис. 1.

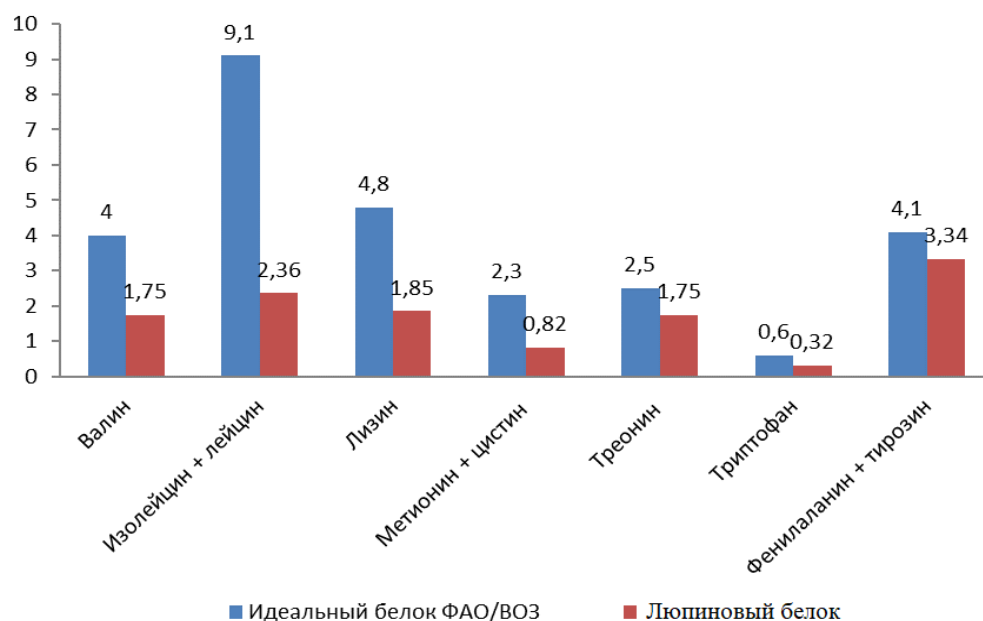


Рис. 1. Содержание незаменимых аминокислот в белке семян белого люпина и «идеальном» белке ФАО/ВОЗ, г/100 г белка

Fig. 1. The content of essential proteins in the protein of the seeds of white lupine and FAO / WHO «ideal» protein, g / 100 g protein

Расчет показателей аминокислотной сбалансированности люпинового белка позволил установить достаточно высокую его биологическую ценность – 76,12 %, что значительно превышает таковую белка пшеничной муки – 31,72 и соевого белка – 64,2 %.

Для разработки рецептуры обогащенных измельченными ядрами люпина вафель в качестве базовой использовалась рецептура сахарных вафель на основе пшеничной муки с добавлением маргарина, сахара и меланжа. В базовой рецептуре часть пшеничной муки заменяли на измельченные ядра люпина.

Для обоснования рецептуры и технологических режимов изготовления вафель были проанализированы органолептические характеристики девяти экспериментальных образцов, отличающихся количеством вносимых измельченных ядер люпина и временем выпечки (табл. 1).

При анализе экспериментальных образцов обогащенных вафель было выявлено: с увеличением количества вносимой люпиновой добавки увеличивалась влажность готового продукта, и требовалось больше времени для пропекания вафель, что негативно сказывалось на их хрусткости. Также при замене 22,5 % пшеничной муки в вафлях на люпиновые ядра отмечалось появление легкого постороннего привкуса, характерного для бобовых, а при замене 30 % этот привкус отмечен как выраженный посторонний. Было также отмечено, что при хорошей пропеченности изделий цвет вафель был более насыщенным в изделиях с большей дозировкой люпиновых ядер, что связано с присутствием каротиноидов в их составе.

Таблица 1. Органолептическая оценка качества вафель, обогащенных измельченными ядрами белого люпина

Table 1. Organoleptic quality assessment of waffles enriched with crushed kernels of white lupine

Но- мер опыта	Варьируемые параметры		Суммарная органолеп- тическая оценка, балл
	Масса люпина, % от массы пшеничной муки	Время выпечки вафель, мин	
1	15	1	13
2	15	1,5	15
3	15	2	13
4	22,5	1	10
5	22,5	1,5	13
6	22,5	2	14
7	30	1	7
8	30	1,5	10
9	30	2	13

На основе данных, представленных в табл. 1, была принята дозировка измельченных ядер люпина в количестве 15 % от массы пшеничной муки при продолжительности выпечки 1,5 мин.

Расход сырья и вспомогательных материалов при производстве вафель по базовой рецептуре и вафель «Люпиновые» повышенной биологической ценности представлен в табл. 2.

Таблица 2. Рецепт вафель

Table 2. Waffle recipe

Наименование сырья	Расход сырья, кг на 100 кг, муки при производстве	
	сахарных вафель	вафель «Люпиновые»
Мука пшеничная высшего сорта	100,00	85,0
Люпин продовольственный	-	15,0
Молоко коровье пастеризованное	109,1	109,1
Яичный меланж (сухие вещества не менее 22,5%)	43,8	43,8
Маргарин (жирность 75%)	31,9	31,9
Сахар белый	13,6	13,6
Ванилин	1,0	1,0
Натрия карбонаты E500	1,0	1,0
Итого	300,4	300,4
Выход	113,7	113,7

Схема технологического процесса изготовления сахарных вафель представлена на рис. 2.

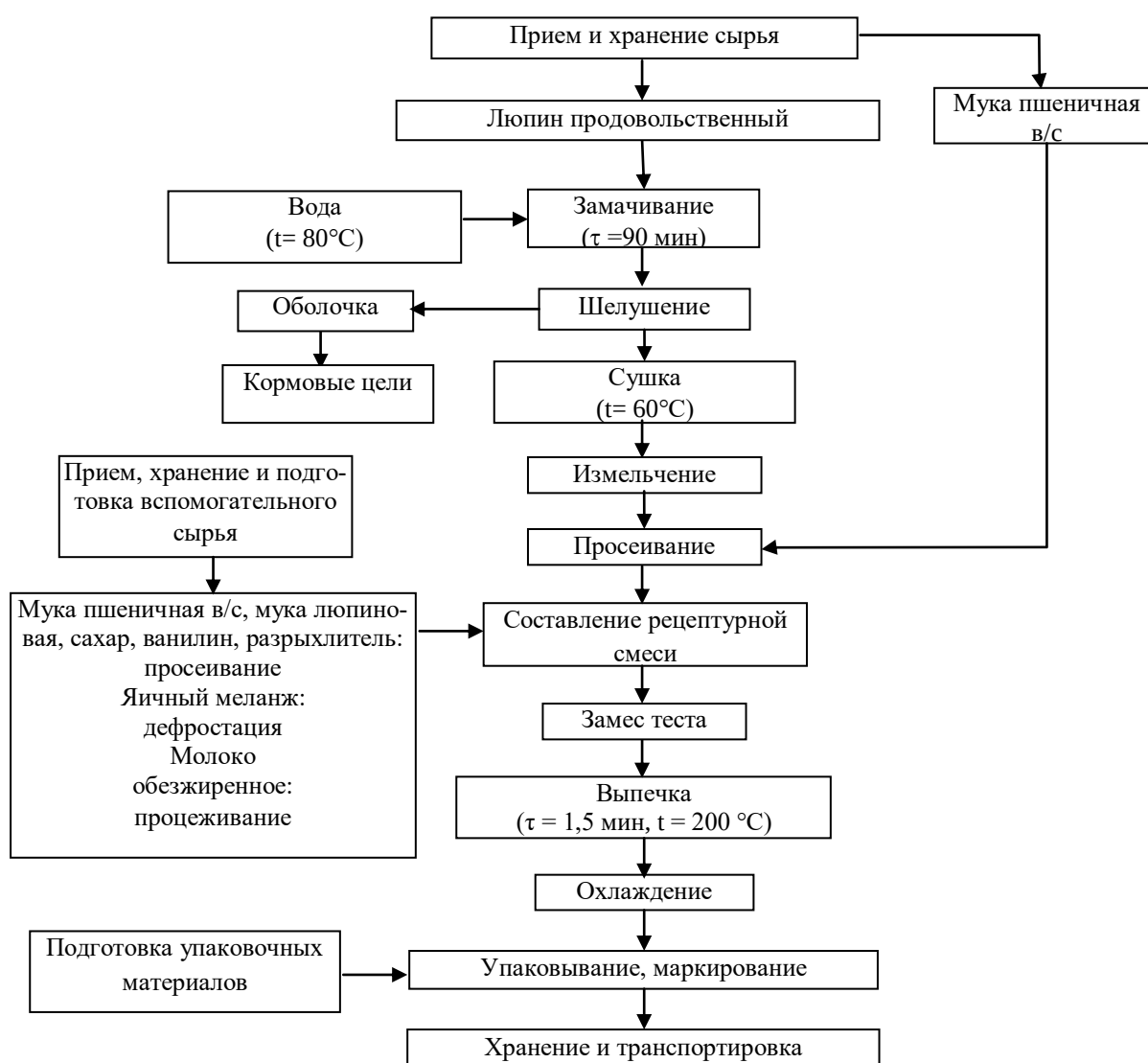


Рис. 2. Структурная технологическая схема процесса производства вафель повышенной биологической ценности «Люпиновые»

Fig. 2. Structural flow chart of the production process of «Lupinovy» waffles of increased biological value

Люпин предварительно замачивается в воде с начальной температурой 80 °C в течение 90 мин. В дальнейшем ядро люпина освобождается от оболочки, сушится и измельчается до влажности не более 10 % в муку и пропускается через мучное сито с диаметром ячеек 1,00 мм. Тесто замешивают в соответствии с рецептурой. Влажность теста составляет 55-60 %. Выпечка вафель осуществляется при температуре 200 °C в течение 1,5 мин.

Исследование химического состава (табл. 3) обогащенных вафель «Люпиновые» позволило установить высокое содержание белка – 13,70 %, что превышает таковое в большинстве мучных кондитерских изделий.

Содержание влаги в обогащенных вафлях (4,5 %) соответствует уровню, регламентированному в ГОСТ 14031-2014 «Вафли. Общие технические условия» (не более 5,0 %).

Таблица 3. Содержание основных пищевых веществ в вафлях «Люпиновые», %
Table 3. The content of basic nutrients in «Lupinovy» waffles, %

Показатель	Значение
Содержание белка	13,70
Содержание жира	25,54
Содержание углеводов*	54,67
Содержание воды	4,5
Содержание золы	1,59

*Содержание углеводов установлено расчетным методом

На рис. 3 представлено содержание незаменимых аминокислот в вафлях «Люпиновые» в сравнении с «идеальным» белком ФАО/ВОЗ. Расчет биологической ценности белка позволил установить ее на уровне 73,46 %.

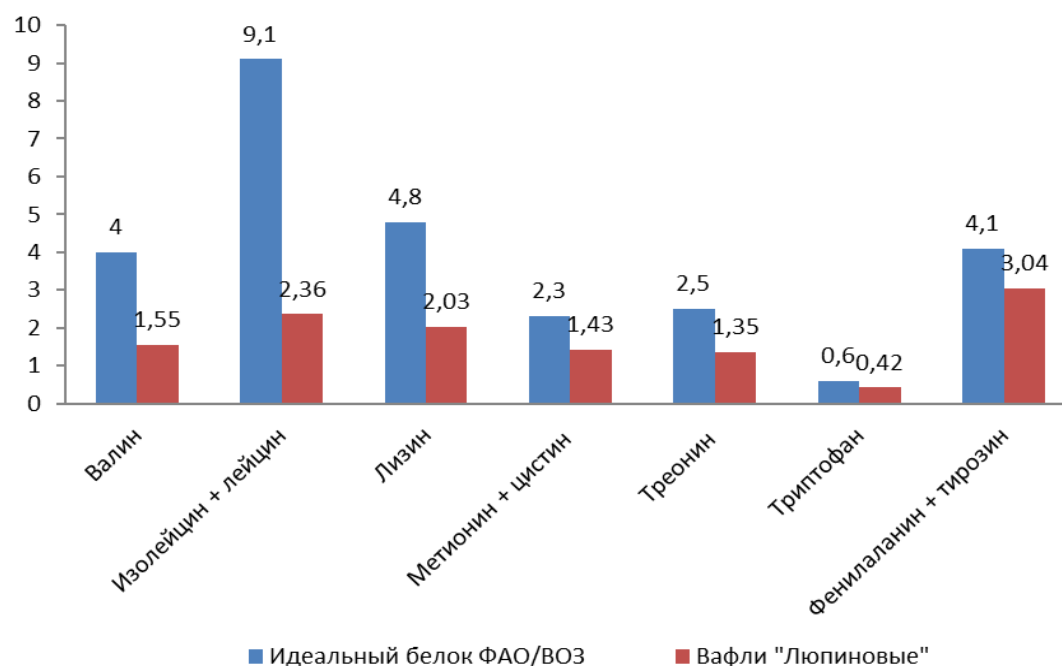


Рис. 3. Содержание незаменимых аминокислот в вафлях «Люпиновые» и «идеальном» белке ФАО/ВОЗ, г/100 г белка

Fig. 3. The content of essential amino acids in «Lupinovy» waffles and FAO / WHO «ideal» protein, g / 100 g protein

Помимо ценного белка, вафли содержат пищевые волокна, железо (4,8 мг%), калий (618,9 мг%), фосфор (268,0 мг%) и различные витамины (тиамин, рибофлавин, пантотеновую и аскорбиновую кислоты, β -каротин) [11].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, белый люпин обладает большим потенциалом для использования в пищевой промышленности, так как является источником белка с содержанием всех незаменимых аминокислот. Кроме того, люпин представляет собой источник пищевых волокон, минеральных веществ и незаменимых жирных кислот. Обогащенные вафли «Люпиновые» являются источником полноценного белка, макро- и микроэлементов, эссенциальных веществ в ежедневном рационе человека. На вафли «Люпиновые» разработаны проекты технических условий ТУ ТУ 10.72.12-XXX-00471544-2019 и технологической инструкции к ТУ 10.72.12-XXX-00471544-2019.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ассоциация предприятий кондитерской промышленности (Асконд) [Электронный ресурс]. Официальный сайт. Режим доступа: <http://ascond.ru/> (дата обращения 08.12.2019).
2. BusinesStat. Готовые обзоры рынков. Официальный сайт. Режим доступа: <https://businesstat.ru/> (дата обращения 08.12.2019).
3. Intesco Research Group – Бизнес-планы, маркетинговые исследования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://i-plan.ru/> (дата обращения 08.12.2019).
4. Буянкин, Н. И. Люпин на корм и сидерат в Калининградской области: монография / Н. И. Буянкин, А. Г. Красноперов, З. Н. Федорова. – Калининград, 2018. – 148 с.
5. Тарасенко, Н. А. Порошок из семян люпина – перспективный белковый обогатитель / Н. А. Тарасенко, Ю. Н. Никонович, М. В. Михайленко // Научный журнал КубГАУ. – 2017. – № 129 (05). – С. 236-247.
6. Хрулева, Л. К. Использование белковых добавок в производстве диетических мучных кондитерских изделий: автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.18.16 / Хрулева Лола Кадировна. – Санкт-Петербург, 1993. – 21 с.
7. Матвеева, Т. В. Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры / Т. В. Матвеева, С. Я. Корякина. – Орел, 2011. – 326 с.
8. Агафонова, С. В. Оценка биологической ценности белков люпина и перспектив его использования в пищевой промышленности / С. В. Агафонова, А. И. Рыков, О. Я. Мезенова // Вестник Международной академии холода. – 2019. – № 2. – С. 79-85.
9. Мезенова, О. Я. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов: учеб. пособие / О. Я. Мезенова. – Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2015. – 224 с.
10. Consultation FE. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. FAO Food and Nutrition Paper 2013:1-66.
11. Агафонова, С. В. Мука из люпина сорта «Дега» в технологии вафель повышенной биологической ценности / С. В. Агафонова, А. И. Рыков // материалы VII Международного Балтийского морского форума 7-12 октября 2019 года

[Электронный ресурс]: «Пищевая и морская биотехнология», VIII Международная научно-практическая конференция. – Калининград, 2019. – С. 8-12.

REFERENCES

1. *Assotsiatsiya predpriyatiy konditerskoy promyshlennosti* [Confectionery Industry Association], available at: <http://ascond.ru/> (Accessed 8 December 2019).
2. *BusinesStat. Gotovye obzory rynkov* [BusinesStat. Market ready reviews], available at: <https://businessstat.ru/> (Accessed 8 December 2019).
3. *Intesco Research Group – Biznes-plany, marketingovye issledovaniya* [Intesco Research Group – Business plans, marketing research], available at: <http://i-plan.ru/> (Accessed 8 December 2019).
4. Buyankin N. I., Krasnoperov A. G., Fedorova Z. N. *Lyupin na korm i siderat v Kaliningradskoy oblasti* [Lupine for feed and siderate in the Kaliningrad region]. Kaliningrad, 2018, 148 p.
5. Tarasenko N. A., Nikonovich Yu. N., Mikhaylenko M. V. Poroshok iz se- myan lyupina – perspektivnyy belkovyy obogatitel' [Lupine seed powder – a promising protein enricher]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU*, 2017, no. 129 (05), pp. 236-247.
6. Khruleva L. K. *Ispol'zovanie belkovykh dobavok v proizvodstve dieticheskikh muchnykh konditerskikh izdeliy. Avtoreferat diss. cand. tekhn. nauk* [The use of protein supplements in the production of dietetic pastry. Abstract of dis. cand. techn. sci.]. Saint-Petersburg, 1993, 21 p.
7. Matveeva T. V., Koryachkina S. Ya. *Muchnye konditerskie izdeliya funktsional'nogo naznacheniya. Nauchnye osnovy, tekhnologii, retseptury* [Functional flour confectionery. Scientific fundamentals, technologies, recipes]. Orel, 2011, 326 p.
8. Agafonova S. V., Rykov A. I., Mezenova O. Ya. Otsenka biologicheskoy tsennosti belkov lyupina i perspektiv ego ispol'zovaniya v pishchevoy promyshlennosti [Assessment of the biological value of lupine proteins and the prospects for its use in the food industry]. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii kholoda*, 2019, no. 2, pp.79-85.
9. Mezenova O. Ya. *Proektirovanie polikomponentnykh pishchevykh produktov: uchebnoe posobie* [Multicomponent Food Design: tutorial]. Saint-Petersburg, Prospekt Nauki, 2015, 224 p.
10. Consultation FE. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. *FAO Food and Nutrition Paper* 2013:1-66.
11. Agafonova S. V., Rykov A. I. *Muka iz lyupina sorta "Dega" v tekhnologii vafel' povyshennoy biologicheskoy tsennosti* ["Dega" lupine flour in waffle technology of increased biological value]. *Materialy VII Mezhdunarodnogo Baltiyskogo morskogo foruma 7-12 oktyabrya 2019 goda: "Pishchevaya i morskaya biotekhnologiya"* [Proceedings of the VII International Baltic Maritime Forum 7-12 October 2019: "Food and marine biotechnology", VIII International scientific and practical conference]. Kalinin- grad, 2019, pp. 8-12.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Рыков Артем Игоревич – Калининградский государственный
технический университет; магистрант; E-mail: temuha111@gmail.com

Rykov Artyom Igorevich – Kaliningrad State Technical University;
holder of a Master degree; E-mail: temuha111@gmail.com

Агафонова Светлана Викторовна – Калининградский государственный
технический университет; кандидат технических наук,
доцент кафедры пищевой биотехнологии; E-mail: andronova_sv@bk.ru

Agafonova Svetlana Viktorovna – Kaliningrad State Technical University;
PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Food Biotechnology;
E-mail: andronova_sv@bk.ru