

УДК 633.367

## Оценка биологической ценности белков люпина и перспектив его использования в пищевой промышленности

Канд. техн. наук С. В. АГАФОНОВА<sup>1</sup>, А. И. РЫКОВ<sup>2</sup>, д-р техн. наук О. Я. МЕЗЕНОВА<sup>3</sup>

<sup>1</sup>svetlana.agafonova@klgtu.ru, <sup>2</sup>temuha111@gmail.com, <sup>3</sup>mezenova@klgtu.ru

Калининградский государственный технический университет

*Глобальный дефицит животного белка в мире обуславливает актуальность поиска новых альтернативных источников, в том числе растительного происхождения. Перспективным сырьевым источником полноценного белка в Калининградской области является люпин, бобы которого содержат все незаменимые аминокислоты, но накапливают при этом некоторое количество алкалоидов, что придает им специфический горьковатый привкус. Для пищевых целей рекомендуются пищевые и малоалкалоидные сорта без горького привкуса, которые хорошо произрастают в регионе: белый люпин «Дега» и узколистный люпин «Витязь». Установлено высокое содержание белка в бобах данных сортов люпина: 37,8% («Дега») и 39,3% («Витязь»). Методом капиллярного электрофореза определен аминокислотный состав белков данных бобов. Наиболее высоким является суммарное содержание глутаминовой кислоты и глутамина (53,9 и 66,9 г/100 г белка в бобах люпинов «Дега» и «Витязь») и аспарагиновой кислоты и аспарагина (23,0 и 27,19 г/100 г белка соответственно), являющихся важными факторами в регуляции деятельности центральной нервной системы. Расчет аминокислотной сбалансированности белков через показатель скоры незаменимых аминокислот относительно белка «эталона» ФАО/ВОЗ показал высокую биологическую ценность белков обоих сортов люпина (76,12% и 75,28% для «Дега» и «Витязь» соответственно). Установлено, что основными лимитирующими аминокислотами являются изолейцин и лейцин (скоры менее 30%). Наиболее приближены к «эталону» белки люпинов по содержанию фенилаланина и тирозина (скоры 81,46 и 78,78%). Недостаточно высокие коэффициенты утилитарности аминокислотного состава (0,58 и 0,59 дол. ед.) свидетельствуют о рациональности комбинирования люпинового белка с белками — источниками лимитирующих аминокислот, таких как лейцин и изолейцин. При проектировании сбалансированных белковых композиций на основе бобов люпина рекомендуется применять метод замены и замещения и комбинировать их с орехами, чечевицей, злаковыми, соей, яйцами, мясом, рыбой, печенью, коллагеновыми гидролизатами из вторичного рыбного и мясного сырья. При проектировании сбалансированных по аминокислотному составу белковых продуктов вегетарианской диеты рекомендуется сочетать их с зерновыми, овощами, орехами, семечками и другими растительными источниками. Целесообразно люпин использовать в протеиновых биопродуктах для спортивного питания, для обогащения кондитерских и хлебобулочных изделий, в аналогах мясных, рыбных и молочных продуктов.*

**Ключевые слова:** люпин, белок, незаменимые аминокислоты, аминокислотный состав, биологическая ценность.

### Информация о статье:

Поступила в редакцию 27.01.2019, принята к печати 10.04.2019

DOI: 10.17586/1606-4313-2019-18-2-79-85

Язык статьи — русский

### Для цитирования:

Агафонова С. В., Рыков А. И., Мезенова О. Я. Оценка биологической ценности белков люпина и перспектив его использования в пищевой промышленности // Вестник Международной академии холода. 2019. № 2. С. 79–85.

## Biological value of lupine proteins and their prospects in the food industry

Ph. D. S. V. AGAFONOVA<sup>1</sup>, A. I. RYKOV<sup>2</sup>, D. Sc. O. Ya. MEZENOVA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>svetlana.agafonova@klgtu.ru, <sup>2</sup>temuha111@gmail.com, <sup>3</sup>mezenova@klgtu.ru

Kaliningrad State Technical University

*The global shortage of animal protein in the world determines the relevance of the search for new alternative sources including the ones of vegetable origin. A promising raw material source of valuable protein in Kaliningrad region is lupine, the beans of which contain all the essential amino acids, but at the same time accumulate a certain amount of alkaloids responsible for a specific bitter taste. For the purposes of the food industry the food and low alkaloid varieties which grow well in the region and do not have a bitter taste are recommended: Dega white lupine and Vityaz narrow-leaved lupine. High protein content was found in the beans of these varieties of lupine: 37.8% (Dega) and 39.3% (Vityaz). The amino acid composition of proteins of these beans was determined by capillary electrophoresis. The total content of glutamic acid and glutamine (53.9 and 66.9 g / 100 g of protein in Dega and Vityaz lupine beans) and aspartic acid and asparagine*

(23.0 and 27.19 g / 100 g of protein, respectively), which are important factors in the regulation of central nervous system activity, are the highest ones. Amino acid balance calculation of proteins by an indicator of the essential amino acids relative to the FAO / WHO reference protein showed high biological value of proteins of both lupine types (76.12% and 75.28% for Dega and Vityaz, respectively). It is proved that the main limiting amino acids are isoleucine and leucine (less than 30%). The closest to the "standard" are the proteins of lupins in terms of the content of phenylalanine and tyrosine (scores 81.46% and 78.78%). The insufficiently high coefficient of utility of the amino acid composition (0.58 and 0.59 unit fraction) indicates the rationality of combining lupine protein with proteins — sources of limiting amino acids such as leucine and isoleucine. When designing balanced protein compositions based on lupine beans, it is recommended to use the replacement and substitution method and combine them with nuts, lentils, cereals, soy, eggs, meat, fish, liver, and collagen hydrolysates from secondary fish and meat raw materials. When designing amino acid-balanced protein products for a vegetarian diet, it is recommended to combine them with cereals, vegetables, nuts, seeds, and other plant sources. It is advisable to use lupine in protein bioproducts for sports nutrition, enriched confectionery, bakery products, and in the analogues of meat, fish, and dairy products.

**Keywords:** Lupine, Dega, Vityaz, protein, essential amino acids, amino acid composition, biological value.

#### Article info:

Received 27/01/2019, accepted 10/04/2019

DOI: 10.17586/1606-4313-2019-18-2-79-85

Article in Russian

#### For citation:

Agafonova S. V., Rykov A. I., Mezenova O. Ya. Biological value of lupine proteins and their prospects in the food industry. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2019. No 2. p. 79–85.

### Введение

Недостаток полноценного белка в рационе современного человека является важнейшей проблемой питания. Дефицит белковой пищи приводит к нарушению азотистого баланса и водно-солевого обмена в организме, способствует угнетению активности некоторых ферментов. В результате человек страдает от нарушения функций кишечника, дистрофии, сахарного диабета, отеков, снижения иммунитета и общего упадка сил. В докладе Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) средняя суточная потребность организма в белке, только для поддержания азотного обмена, оценивается, как 0,66 г белка на 1 кг веса тела [1].

Между тем, в мире прогрессирует снижение потребления белка в среднем на 17–22%. Для минимизации дефицита полноценного протеина учеными в последнее время активно ищутся альтернативные источники белка, к которым относятся вторичное сырье животного происхождения, образующееся при изготовлении мясных, молочных и рыбных изделий [2], нетрадиционные водные биологические ресурсы, а также растительные источники, прежде всего, бобовые культуры. Последние (горох, фасоль, чечевица, соя и др.) содержат в своих зернах повышенное количество белка, в котором в разных соотношениях имеются все незаменимые аминокислоты. Содержание белка в общей массе семян бобовых находится на уровне 25–30% [3]. Среди бобовых чаще всего для получения белковых продуктов используется соя. Однако отношение потребителей к данной культуре в последнее время резко ухудшилось по причине широкого распространения генетически модифицированного сырья [4].

Перспективным источником растительного белка и древнейшей возделываемой культурой является люпин. Люпин (*Lupinus L.*) — травянистое растение, относящееся к семейству бобовых культур. В природе встречается свыше 200 видов люпина. По уровню белка люпин превосходит многие бобовые и зерновые культуры, в его

семенах содержание белка колеблется от 32,0 до 56,0%, в нем также много жира (от 5,0 до 12,6%), углеводов (от 20,0 до 25,0%), минеральных веществ (от 3,0 до 4,7%) [5–7].

В белке люпина отмечается повышенное содержание незаменимых аминокислот, в том числе лизина, валина, метионина, треонина, фенилаланина [6, 8].

Белок люпина не только является источником необходимых человеку аминокислот, но и обладает рядом терапевтических эффектов. К примеру, уменьшение гиперхолестеринемии наблюдалось у экспериментальных животных при скармливании им белков белого люпина [9].

Помимо ценного пищевого белка, люпин содержит жир, богатый ненасыщенными кислотами и жирорастворимыми витаминами, среди которых токоферолы, стеролы, каротиноиды. По содержанию водорастворимых витаминов группы В, а также аскорбиновой кислоты, зерна люпина значительно превосходят зерновые источники белка (рожь, пшеница) [3].

Благодаря своей нетребовательности к природно-климатическим и почвенным условиям люпин может возделываться практически на всей территории Российской Федерации. В отличие от сои, люпин менее требователен к кислотности почв, азотистым и фосфорным удобрениям. По данным ВНИИ люпина, урожайность зерна люпина (25,8–32,5 ц/га) превышает урожайность соевых бобов (11,8 ц/га), что обуславливает более высокую экономическую эффективность возделывания данной культуры. Люпин является единственной культурой, способной развиваться даже на очень бедных песчаных почвах, наращивая при этом большую урожайность зерна с высоким содержанием протеина [6].

Калининградским филиалом ФГБНУ «ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса» проведены испытания по выращиванию 4 видов люпина: желтого, узколистного, белого и многолетнего. Кроме многолетнего, все эти виды могут использоваться на пи-

щевые цели. В условиях Калининградской области положительно оценена урожайность узколистного люпина сорта «Белозерный 110», желтого люпина сортов «Смена», «Надежный», «Престиж», белого люпина сорта «Дега». У растений отмечена устойчивость к фузариозу, антракнозу, серой гнили, вирусным поражениям [6].

Люпин используется в пищу во многих странах мира. Из него изготавливают муку для производства и обогащения хлебобулочных, мучных кондитерских изделий. Крупнейшим производителем пищевого люпина в мире является Австралия [6, 10]. Российскими учеными разработаны технологии белковых концентратов и гидролизатов из зерна люпина и рецептуры продуктов, обогащенных ими. С использованием белковых добавок изготавливают обогащенные молочные и кисломолочные продукты, белковые пасты, макаронные и мучные кондитерские изделия [3, 4, 11, 12]. Тем не менее, стоит отметить, что в России переработка люпина на пищевые цели не получила на данный момент широкого распространения.

Лимитирующим фактором для широкой переработки бобов люпина является содержание в них алкалоидов [13]. Люпин содержит более 10 видов различных алкалоидов хинолизидинового ряда, среди которых большую часть составляют лупинин, спартеин, анагирин, лупанин, оксилупанин [14]. Алкалоиды люпина оказывают токсическое действие на живой организм при их содержании в семенах выше 0,3% [15]. В различных видах люпина содержится от 0,005 до 4% алкалоидов. Для пищевых целей возможно использование пищевых сладких (содержание алкалоидов <0,025%) и малоалкалоидных (0,025–0,099%) сортов люпина, в которых отсутствует или мало выражен привкус горечи.

Целью настоящего исследования являлось исследование пищевой ценности белков малоалкалоидных люпинов на основе их аминокислотного состава и оценка рациональности проектирования на их основе полноценных белковых продуктов, сбалансированных по незаменимым аминокислотам.

### Материалы и методы исследования

Объектами исследования явились зерна белого пищевого люпина сорта «Дега» урожая 2017 г. и узколистного малоалкалоидного люпина сорта «Витязь» урожая 2018 г., выращенных в Калининградской области.

Необходимой операцией при переработке зерна люпина является удаление оболочки, содержащей большое количество антипитательных веществ. В связи с трудоемкостью отделения плотной оболочки, состоящей преимущественно из целлюлозы и гемицеллюлозы, зерна предварительно замачивали в воде с начальной температурой 80 °С в течение 3 ч. Очищенные зерна измельчали с помощью лабораторной мельницы.

Содержание воды в зернах люпина определяли высушиванием навески в сушильном шкафу при температуре 100–105 °С, содержание жира — экстракцией в аппарате Сокслета, золы — сжиганием навески в муфельной печи при температуре 650 °С, содержание углеводов — расчетным методом.

В образцах люпина определяли общее количество азота с помощью элементного анализатора EURO EA

3000 EURO Vector. По полученным данным, с использованием коэффициента пересчета (6,25 по ГОСТ 10846–91) устанавливали общее содержание белка в объектах.

Содержание свободных аминокислот и аминокислотный состав белка исследовали с помощью капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ-105». Метод основан на разложении проб кислотным, либо щелочным гидролизом с переводом аминокислот в свободные формы, получении фенилизотиокарбамильных (ФТК) производных, дальнейшем их разделении и количественном определении методом капиллярного электрофореза.

Методика предусматривает проведение анализа из трех навесок пробы (№ 1, № 2, № 3). В навеске № 1 после кислотного гидролиза определяли аргинин, лизин, тирозин, фенилаланин, гистидин, сумму лейцина и изолейцина, метионин, валин, пролин, треонин, серин, аланин и глицин. В навеске № 2 после предварительного окисления и проведения кислотного гидролиза определяли аспарагиновую кислоту и аспарагин (суммарно), глутаминовую кислоту и глутамин (суммарно), а также цистин (в форме цистеиновой кислоты). В навеске № 3 после щелочного гидролиза определяли триптофан в форме ФТК-производного с использованием боратного буферного раствора.

Гидролиз проб проводили в герметично закрытых виалах, установленных в сушильном шкафу, при температуре 110 °С в течение 14–16 ч. По окончании гидролиза навески № 1 и № 2 охлаждали, содержащее фильтровали, после чего переходили к получению ФТК-производных аминокислот. Горячий раствор из виалы с навеской № 3 количественно переносили в мерную колбу, после чего для нейтрализации раствора и осаждения ионов бария добавляли раствор серной кислоты. Нейтрализованный раствор охлаждали, центрифугировали и переходили к получению ФТК-производного.

Для получения ФТК-производных аминокислот растворы выпаривали досуха в струе теплого воздуха. В бюксы с сухими остатками вносили раствор карбоната натрия и раствор фенилизотиоцианата (ФИТЦ). Тщательно перемешивали до растворения осадка и оставляли на 35 мин при комнатной температуре. Затем растворы выпаривали досуха в струе теплого воздуха. Сухие остатки растворяли в дистиллированной воде и использовали для анализа. Электрофоретическое разделение при анализе навесок № 1 и № 2 проводили с использованием фосфатного буферного раствора, при анализе навески № 3 — с использованием боратного буферного раствора. Детектирование проводили в ультрафиолетовой области спектра при длине волны 254 нм.

Для оценки биологической ценности белков люпина рассчитывали показатели их аминокислотной сбалансированности [16]. Аминокислотный скор конкретной незаменимой аминокислоты ( $AC_i$ , %) рассчитывали по формуле:

$$AC_i = \frac{AK_i}{AK_{i,ст}} \times 100, \quad (1)$$

где  $AK_i$  — содержание каждой  $i$ -й незаменимой аминокислоты в 100 г исследуемого белка, г;  $AK_{i,ст}$  — содержание той же незаменимой аминокислоты в 100 г белка «эталона», г.

Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС, %) рассчитывали по формуле:

$$\text{КРАС} = \frac{\sum \Delta \text{РАС}}{n}, \quad (2)$$

где  $\Delta \text{РАС} = \text{АС}_i - \text{АС}_{\min}$  — различия аминокислотного сора  $i$ -й незаменимой аминокислоты, %;  $\text{АС}_{\min}$  — минимальный из скоров незаменимых аминокислот в исследуемом белке, %;  $n$  — количество незаменимых аминокислот в исследуемом белке.

Данный коэффициент показывает среднюю величину избытка аминокислотного сора незаменимых аминокислот по сравнению с наименьшим уровнем сора какой-либо незаменимой аминокислоты:

Показатель биологической ценности (БЦ, %) белка люпина рассчитывали по формуле:

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС} \quad (3)$$

Коэффициент утилитарности  $i$ -й незаменимой аминокислоты ( $a_i$ , доли единиц) рассчитывали по формуле:

$$a_i = \frac{\text{АС}_{\min}}{\text{АС}_i}. \quad (4)$$

Коэффициент утилитарности  $i$ -й незаменимой аминокислоты использовали для расчета коэффициента утилитарности аминокислотного состава ( $U$ , доли единиц), который наиболее полно отражает сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к эталону:

$$U = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{АК}_i \times a_i)}{\sum_{i=1}^n \text{АК}_i}. \quad (5)$$

### Обсуждение результатов исследования

В табл. 1 представлен общий химический состав зерна люпина сортов «Дега» и «Витязь».

Из данных табл. 1 видно, что зерна люпина сортов «Дега» и «Витязь» являются богатыми источниками белка. Содержание белка в них выше, чем в других бобовых, в том числе сое [4–6]. Достаточно высоко в люпине содержание жира, в особенности, в зернах сорта «Дега» (11,32%).

Исследованный аминокислотный (АК) состав белков зерна люпина представлен в табл. 2.

Из данных табл. 2 видно, что люпины обоих сортов являются, прежде всего, источниками таких заменимых, но физиологически важных аминокислот, как глутаминовая и аспарагиновая кислоты, и их амидов — глутамин и аспарагин. Известно, что глутаминовая кислота обладает антигипоксическим свойством, она может легко связывать аммиак с образованием глутамин. Глутамин обеспечивает нервные клетки головного мозга энергией и играет важную роль в поддержании умственных способностей. Аспарагиновая кислота и аспарагин способствуют поддержанию в организме баланса процессов торможения и возбуждения, что является необходимым для нормальной работы центральной нервной системы.

Таблица 1

### Общий химический состав зерна люпина сортов «Дега» и «Витязь», %

Table 1

#### Chemical composition of Dega and Vityaz lupine seeds, %

Сорт	Вода	Белок	Углеводы	Жир	Зола
«Дега»	8,25	37,79	38,77	11,32	3,87
«Витязь»	10,30	39,31	40,18	6,97	3,24

Таблица 2

### Аминокислотный состав зерна люпина сортов «Дега» и «Витязь»

Table 2

#### The content of amino acids in of Dega and Vityaz lupine seeds

АК	Содержание в люпине сорта «Дега»		Содержание в люпине сорта «Витязь»	
	г/100 г зерна	г/100 г белка	г/100 г зерна	г/100 г белка
Аланин	0,53	1,42	0,61	1,55
Аргинин	2,37	6,27	2,62	6,66
Аспарагин+аспарагиновая кислота	8,69	23,00	10,69	27,19
Валин	0,66	1,75	0,78	1,98
Глицин	0,52	1,38	0,68	1,73
Глутамин+глутаминовая кислота	20,37	53,90	26,31	66,93
Изолейцин+лейцин	0,89	2,36	0,99	2,52
Лизин	0,70	1,85	0,69	1,76
Метионин+цистин	0,31	0,82	0,12	1,43
Пролин	0,65	1,72	0,78	1,98
Серин	0,90	2,38	0,95	2,42
Тирозин	0,66	1,75	0,57	1,45
Треонин	0,66	1,75	0,69	1,76
Триптофан	0,12	0,32	0,10	0,25
Фенилаланин	0,60	1,59	0,70	1,78
Гистидин	не обнаружено		не обнаружено	

## Биологическая ценность белков зерна люпина сортов «Дега» и «Витязь»

Table 3

## Biological value of proteins in Dega and Vityaz lupine seeds

Незаменимые АК	Содержание АК в белке «эталона» ФАО/ВОЗ, г/100 г [1]	Люпин сорта «Дега»		Люпин сорта «Витязь»	
		Содержание АК, г/100 г белка	АК скор, %	Содержание АК, г/100 г белка	АК скор, %
Валин	4,00	1,75	43,75	1,98	49,50
Изолейцин+лейцин	9,10	2,36	25,93	2,52	27,69
Лизин	4,80	1,85	38,54	1,76	36,67
Метионин+цистин	2,30	0,82	35,65	1,43	62,17
Треонин	2,50	1,75	70,00	1,76	70,40
Триптофан	0,60	0,32	53,33	0,25	41,67
Фенилаланин+тирозин	4,10	3,34	81,46	3,23	78,78
Сумма:	27,40	12,19		12,93	
КРАС, %		23,88		24,72	
БЦ, %		76,12		75,28	
Коэффициент утилитарности АК состава, дол. ед.		0,58		0,59	

Достаточное потребление аспарагиновой кислоты является важным фактором в поддержании сопротивляемости организма к усталости [17].

Исследования позволили идентифицировать в зернах люпина обоих сортов все незаменимые аминокислоты: валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, цистин, треонин, триптофан, фенилаланин, тирозин. Показатели, характеризующие биологическую ценность белка люпина, в сравнении с белком «эталона» ФАО/ВОЗ, представлены в табл. 3.

Из данных, приведенных в табл. 3, видно, что белок люпинов сортов «Дега» и «Витязь» характеризуется достаточно высокой биологической ценностью — 76,12 и 75,28%, соответственно. Скор всех незаменимых аминокислот в люпинах обоих сортов меньше 100%, при этом главными лимитирующими аминокислотами являются изолейцин и лейцин (скор менее 30% для люпина обоих сортов). Наибольшей величиной характеризуется скор суммы фенилаланина и тирозина (81,46% и 78,78%, соответственно, в люпине сортов «Дега» и «Витязь»). Учитывая невысокие значения скоров аминокислот и относительно невысокие коэффициенты утилитарности аминокислотного состава (0,58 и 0,59 дол. ед.), можно сделать вывод, что монобелковые продукты, содержащие только люпиновый белок, не могут являться источниками полноценного протеина для человека.

С учетом полученных результатов, проектирование сбалансированных по аминокислотному составу белковых изделий на основе бобов люпина рационально вести с применением методов замены и замещения [16], при этом люпиновое сырье (мука, концентрат, изолят) целесообразно комбинировать с источниками дефицитных аминокислот. Например, источником изолейцина и лейцина являются фасоль, горох, чечевица, рожь, гречиха, куриное мясо, печень, рыба, орехи, мука пшеницы. Источниками лизина — красное мясо, дрожжи, молоко, сыр, яйца, рыба, шпинат [18].

Исходя из этого, при проектировании сбалансированных по аминокислотному составу продуктов рационально обогащать люпиновой мукой хлебобулочные и кондитерские изделия, мясные, рыбные и молочные

продукты. Проведенные ранее исследования [19] показали возможность использования муки из люпина сорта «Дега» для обогащения сахарных вафель. Установлено, что замена 20% пшеничной муки на люпиновую позволяет получить продукт с благоприятными органолептическими характеристиками, без посторонних вкуса и запаха. Кроме того, люпиновая мука, являющаяся богатым источником каротиноидов [3], оказывает положительное влияние на цвет изделия, усиливая оттенок, свойственный мучной выпечке.

С учетом дефицита в белках люпина ценных для костей и связок аминокислот (глицина, пролина и оксипролина), целесообразно комбинировать люпиновое сырье с коллагеновыми гидролизатами вторичного рыбного или мясного сырья, богатыми данными аминокислотами [2].

### Выводы

В ходе исследования было установлено, что зерна малоалкалоидных сортов люпина Калининградской области «Дега» и «Витязь» содержат достаточное количество белка, характеризующегося высокой биологической ценностью, но невысокими коэффициентами утилитарности аминокислотного состава. Для повышения усвояемости люпинового белка рекомендуется комбинировать его с источниками лимитирующих незаменимых аминокислот, к которым относятся, прежде всего, лейцин и изолейцин. Использование люпина в качестве белковой добавки позволит получить сбалансированные по аминокислотному составу продукты питания и рационализировать их себестоимость за счет уменьшения содержания или полного исключения животного белка.

Такая композиция могла бы служить основой для использования в спортивном протеиновом питании. Принимая во внимание нарастающую популярность вегетарианства, перспективным видится использование люпинового белка для создания мясных и рыбных аналогов, что возможно в комбинировании с другим растительным сырьем — источником дефицитных для люпинового белка аминокислот (зерновые, орехи, грибы, семена и др.).

## Литература

1. Consultation FE. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. FAO Food and Nutrition Paper 2013: 1–66.
2. Мезенова О. Я. Перспективы получения и использования протеинов из вторичного рыбного сырья // Вестник Международной академии холода. 2018. № 1. С. 5–10.
3. Тарасенко Н. А., Никонович Ю. Н., Михайленко М. В. Порошок из семян люпина — перспективный белковый обоганитель // Научный журнал КубГАУ. 2017. № 129 (05). С. 236–247.
4. Забодалова Л. А. и др. Применение комплекса гидролитических ферментов при получении концентрата белков люпина // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2012. № 1. С. 24.
5. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. И. М. Скурихина, В. А. Тутельяна. М.: ДеЛи принт, 2002. 236 с.
6. Буйанкин Н. И., Красноперов А. Г., Федорова З. Н. Люпин на корм и сидерат в Калининградской области: монография. Калининград, 2018. 148 с.
7. Tomczak A. et al. Blue lupine seeds protein content and amino acids composition // *Plant Soil. Environ.*, 2018, Vol. 64, no 4, P. 147–155.
8. Khalid et al. Amino acid composition and physicochemical properties of bitter lupine (*Lupinus termis*) seed flour // *Orient. J. Chem.*, 2016, Vol. 32 (6), P. 3175–3182.
9. Cesare R. et al. Proteins of White Lupin Seed, a Naturally Isoflavone-Poor Legume, Reduce Cholesterolemia in Rats and Increase LDL Receptor Activity in HepG2 Cells. American Society for Nutritional Sciences, 2003, P. 18–23.
10. Kefale B., Abrha E. Sweet lupine recipe development and nutritional content at Holeta, Ethiopia. // *J. Food Sci. Nutr.* 2018, 4 (1): 009–011. DOI: <http://dx.doi.org/10.17352/jfsnt.000014>.
11. Kuznetsova L., Zabodalova L., Domoroshchenkova M. Study of functional and technological characteristics of protein concentrates from lupin seeds. // *Agronomy Research*, 2015, no 4, P. 979–991.
12. Панкина И. А., Борисова Л. М. Перспективные направления использования люпина узколистного и исследование реологических свойств белковой пасты на его основе // Материалы III МНПК «Потребительский рынок Евразии: современное состояние, теория и практика в условиях Евразийского экономического союза и ВТО». Екатеринбург, 2015. С. 123–127.
13. Король В. Ф., Лахмоткина Г. Н. Использование ультразвука при выделении антиалиментарных веществ из зерна люпина // Южно-Сибирский научный вестник. 2018. № 1 (21). С. 27–34.
14. Lupin Alkaloids in Food. A Toxicological Review and Risk Assessment. Australia New Zealand Food Authority, 2001.
15. Панкина И. А., Борисова Л. М. Исследование алкалоидности семян люпина // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2015. № 4. С. 80–87.
16. Мезенова О. Я. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов: учебное пособие. СПб.: Проспект Науки, 2015. 224 с.
17. Гордынец С. А., Калтович И. В. Мясо сырье для производства продуктов питания учащейся молодежи и людей, занимающихся умственным трудом // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти В. М. Горбатова. Москва, 2015. С. 144–148.

## References

1. Consultation FE. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. FAO Food and Nutrition Paper 2013: 1–66.
2. Mezenova O. J. Prospects for producing and using proteins from secondary fish raw materials. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2018, no 1, p. 5–10. (in Russian)
3. Tarasenko N. A., Nikonovich Yu. N., Mihajlenko M. V. Powder from lupine seeds — the perspective proteinaceous food dresser. *Nauchnyj zhurnal KubGAU*, 2015, no 129 (05), p. 236–239. (in Russian)
4. Zabodalova L. A. et al. Application of a complex of hydrolytic enzymes when receiving a concentrate of proteins of a lupine. *Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya «Processy i apparaty pishchevyh proizvodstv»*, 2012, no 1, p. 24. (in Russian)
5. Skurihin I. M., Tutel'yan V. A. Chemical composition of the Russian foodstuff: Reference book, Moscow: DeLi print, 2002, 236 p. (in Russian)
6. Buyankin N. I., Krasnoperov A. G., Fedorova Z. N. Lupine on a forage and green manure in the Kaliningrad region. Monograph. Kaliningrad, 2018, 148 p. (in Russian)
7. Tomczak A. et al. Blue lupine seeds protein content and amino acids composition. *Plant Soil. Environ.*, 2018, Vol. 64, no 4, P. 147–155.
8. Khalid et al. Amino acid composition and physicochemical properties of bitter lupine (*Lupinus termis*) seed flour. *Orient. J. Chem.*, 2016, Vol. 32 (6), P. 3175–3182.
9. Cesare R. et al. Proteins of White Lupin Seed, a Naturally Isoflavone-Poor Legume, Reduce Cholesterolemia in Rats and Increase LDL Receptor Activity in HepG2 Cells. American Society for Nutritional Sciences, 2003, P. 18–23.
10. Kefale B., Abrha E. Sweet lupine recipe development and nutritional content at Holeta, Ethiopia. *J. Food Sci. Nutr.* 2018, 4 (1): 009–011. DOI: <http://dx.doi.org/10.17352/jfsnt.000014>.
11. Kuznetsova L., Zabodalova L., Domoroshchenkova M. Study of functional and technological characteristics of protein concentrates from lupin seeds. *Agronomy Research*, 2015, no 4, P. 979–991.
12. Pankina I. A., Borisova L. M. The perspective directions of use of a lupine narrow-leaved and a research of rheological properties of proteinaceous paste on its basis. Collection of the III international scientific and practical conference “Consumer market of Eurasia: the current state, the theory and practice in the conditions of the Eurasian Economic Union and the WTO”, Yekaterinburg, 2015, p. 123–127. (in Russian)
13. Korol' V. F., Lahmotkina G. N. Use of ultrasound at release of anti-alimentary substances from lupine grain. *Yuzhno-Sibirskij nauchnyj vestnik*, 2018, no 1 (21), p. 27–34. (in Russian)
14. Lupin Alkaloids in Food. A Toxicological Review and Risk Assessment. Australia New Zealand Food Authority, 2001.
15. Pankina, I. A., Borisova L. M. Alkaloidness investigation of Lupin seeds. *Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya «Processy i apparaty pishchevyh proizvodstv»*, 2015, no 4, p. 80–87. (in Russian)
16. Mezenova O. J. Design multicomponent food: a tutorial. SPb.: Prospekt Nauki, 2015, 224 p. (in Russian)
17. Gordynec S. A., Kaltovich I. V. Meat raw materials for production of food of the studying youth and people who are engaged in brainwork. Collection of the International scientific and practical conference devoted to V. M. Gorbatov's memory. Moscow, 2015, p. 144–148. (in Russian)

18. Кудряшева А. А., Преснякова О. П. Медико-биологические особенности натуральных пищевых аминокислот // Пищевая промышленность. 2014. № 3. С. 68–73.
19. Рыков А. И., Агафонова С. В. Перспективы использования муки из семян люпина для обогащения мучных кондитерских изделий // Вестник молодежной науки. 2018. № 5 (17)
18. Kudryasheva A. A., Presnyakova O. P. Medical and biological features of natural food amino acids. Pishchevaya promyshlennost', 2014, no 3, p. 68–73. (in Russian)
19. Rykov A. I., Agafonova S. V. The prospects of use of flour from lupine seeds for enrichment of flour confectionery. Vestnik molodezhnoj nauki, 2018. № 5 (17)

### Сведения об авторах

#### Агафонова Светлана Викторовна

к. т. н., доцент кафедры пищевой биотехнологии Калининградского государственного технического университета, 236022, Россия, Калининград, Советский пр., 1, svetlana.agafonova@klgtu.ru

#### Рыков Артем Игоревич

студент кафедры пищевой биотехнологии Калининградского государственного технического университета, 236022, Россия, Калининград, Советский пр., 1, temuha111@gmail.com

#### Мезенова Ольга Яковлевна

д. т. н., профессор, зав. кафедрой пищевой биотехнологии Калининградского государственного технического университета, 236022 Россия, Калининград, ул. Советский пр., 1, mezenova@klgtu.ru

### Information about authors

#### Agafonova Svetlana Viktorovna

Ph. D., Associate Professor of the Department of Food Biotechnology of Kaliningrad State Technical University, 236022 Russia, Kaliningrad, Soviet Av., 1, svetlana.agafonova@klgtu.ru

#### Rykov Artem Igorevich

Student of the Department of Food Biotechnology of Kaliningrad State Technical University, 236022 Russia, Kaliningrad, Soviet Av., 1, temuha111@gmail.com

#### Mezenova Olga Yakovlevna

D. Sc., professor, Chair of the Department of Food Biotechnology of Kaliningrad State Technical University, 236022 Russia, Kaliningrad, Soviet Av., 1, mezenova@klgtu.ru



<http://www.md-expo.ru>

18-я Международная выставка оборудования и технологий для молочного производства

## DairyTech | Dairy & Meat 2020

18–21 февраля 2020 г.

Международная выставка оборудования и технологий для животноводства, молочного и мясного производств «DairyTech | Dairy & Meat 2020» — это ведущее бизнес-мероприятие, демонстрирующее оборудование и технологии для агропромышленного производства полного цикла: от репродукции племенных животных, их выращивания, содержания и откорма до переработки и упаковки продукции животноводства: как для молочной индустрии, так и для мясной.

### РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

- ❖ Оборудование и технологии для выращивания и содержания сельскохозяйственных животных;
- ❖ Оборудование и технологии для производства молока и молочной продукции;
- ❖ Оборудование для производства и розлива напитков.

### Место проведения:

Россия, Москва, МВЦ «Крокус Экспо», павильон 1  
<http://www.crocus-expo.ru>

### Организатор выставки: ITE Москва

+7 (499) 750-08-28, 750-08-30  
md@ite-expo.ru  
[www.ite-expo.ru](http://www.ite-expo.ru)