

Научная статья

УДК 577.112:633.34

DOI: 10.25230/2412-608X-2024-4-200-39-44

## Характеристика белкового комплекса сортов сои селекции ВНИИМК

Юлия Михайловна Серова  
Сергей Григорьевич Ефименко

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК  
Россия, 350038, г. Краснодар, ул. Филатова, д. 17  
yug.serova@yandex.ru  
biohim@vniimk.ru

**Аннотация.** Биохимический состав семян сои обуславливает применение сои в качестве источника пищевого и кормового белка. В данной работе представлены результаты оценки белкового комплекса семян сортов сои селекции ВНИИМК. Определение массовой доли белка проводили методом Кьельдаля на приборе VELP Scientifica (Италия). Состав аминокислот определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на анализаторе аминокислот Sevco ARM-1000 (Россия). В работе использовали стандартные методики. Определено соотношение аминокислотного состава белка сои по функциональным группам. Установлено содержание белка в сортах сои селекции ВНИИМК (39,35–42,93 %). Выполнена оценка полноценности белка сои по содержанию незаменимых аминокислот относительно эталонного белка FAO/WHO. В ходе исследования определено, что скор более 100 % имеют все незаменимые аминокислоты. Расчетным путем установлена биологическая ценность образцов сои, находящаяся в диапазоне от 71,20 до 79,10 %. Показатель коэффициента различия аминокислотного состава варьирует от 20,90 до 28,80 %. Коэффициент утилитарности аминокислотного состава белка семян сои незначительно отличается между сортами (0,68–0,72 доли ед.). Лучшее соотношение качественных характеристик белкового комплекса отмечено у сорта Пума.

**Ключевые слова:** семена, соя, сорт, белок, незаменимые аминокислоты, биологическая ценность

**Для цитирования:** Серова Ю.М., Ефименко С.Г. Характеристика белкового комплекса сортов сои селекции ВНИИМК // Масличные культуры. 2024. Вып. 4 (200). С. 39–44.

**Characterization of the protein complex of soybean varieties bred at V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops**

Serova Yu.M., researcher

Efimenko S.G., head of the lab., leading researcher, PhD in biology

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops  
17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia  
yug.serova@yandex.ru  
biohim@vniimk.ru

**Abstract.** The biochemical composition of soybean seeds determines the use of soybeans as a source of food and feed proteins. In this study, the protein complex of seeds of soybean varieties bred at V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops was evaluated. The mass fraction of protein was determined by the Kjeldahl method on a VELP Scientifica device (Italy). Amino-acid composition was determined by high-performance liquid chromatography on a Sevco ARM-1000 amino-acid analyzer (Russia). Standard methods were used in the work. The ratio of amino-acid composition of soybean protein by functional groups as well as the protein content in soybean varieties bred at V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (39.35–42.93%) were determined. The wholesomeness of soybean protein was estimated on the basis of the content of essential amino acids in relation to the FAO/WHO reference protein. During the research it was determined that all essential amino acids have score more than 100%. The biological value of the soybean samples was calculated and ranged from 71.20 to 79.10 %. The ratio of differences in amino acid composition varied from 20.90 to 28.80%. The utility coefficient of the amino acid composition of soybean seed protein differed slightly among varieties (0.68-0.72 fractions of unit). The best ratio of qualitative characteristics of the protein complex was observed in the variety Puma.

**Key words:** seeds, soybean, variety, protein, essential amino acids, biological value

**Введение.** Соя является ценнейшей культурой благодаря своему химическому составу и исключительному положению по многообразию способов применения [1; 2; 3; 4].

Из литературных данных известно, что семена сои в среднем содержат 40–42 % белка в своем составе [3; 5; 6; 7; 8]. При этом наблюдается тенденция повышения белка в семенах у традиционных сортов сои и появление пищевых сортов с содержанием белка более 45 %.

Соевый белок – это один из высококачественных растительных белков, кото-

рые очень важны для здоровья. Многочисленные исследования подтверждают, что аминокислотный состав соевого белка максимально соответствует стандартам FAO/WHO и содержит полный набор аминокислот, в том числе незаменимых [1; 3; 4; 5; 6; 8]. Именно состав и соотношение незаменимых аминокислот являются определяющим фактором полноценности белка. Соевый белок – абсолютный лидер среди продуктов, потребляемых человеком, по составу незаменимых аминокислот (НАК). В нем присутствуют все девять НАК, необходимых для жизнедеятельности, при этом содержание шести из них (лейцин, валин, лизин, изолейцин, фенилаланин, треонин) находится на максимальном уровне по сравнению с другими культурами [9].

Доказано, что аминокислотный коэффициент усвояемости белка сои эквивалентен коэффициенту усвояемости животного белка (80–95 %), что открывает большие возможности для его применения в производстве кормов и изолятов с высоким содержанием протеина [3].

Во ВНИИМК ведется селекционная работа как на повышение урожайности сортов сои, так и по качественным критериям, в частности на увеличение показателей белкового комплекса.

Целью работы было изучение и проведение сравнительной характеристики сортов селекции ВНИИМК по показателям содержания белка, аминокислотного состава и по расчетным данным биологической ценности белковых компонентов.

**Материалы и методы.** Объектами исследований являлись семена трех сортов сои (Вита, Пума, Ирбис) селекции ВНИИМК, выращенные в 2023 г. в условиях центральной зоны Краснодарского края (табл. 1).

Анализ белкового комплекса семян сои осуществляли в лаборатории биохимии отдела биологических исследований.

Таблица 1  
*Характеристика исследуемых сортов сои*

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2024 г.

Характеристики	Вита	Пума	Ирбис
Год регистрации сорта	2020	2019	2019
Группа спелости	очень ранний	очень ранний	ранний
Вегетационный период, сут.	96–100	91–96	100–112
Содержание белка, %*	38,9–40,4	37,7–41,6	43,2–45,8

\* – данные сортоиспытаний [10; 11; 12]

Химическая структура аминокислот определяет свойства белковых молекул. В данной работе использовали классификацию аминокислот по функциональным группам:

- моноаминомонокарбоновые: глицин, аланин, валин, изолейцин, лейцин;
- оксимоноаминокарбоновые: серин, треонин;
- моноаминодикарбоновые: аспарагиновая и глутаминовая кислоты;
- диаминомонокарбоновые: лизин, аргинин;
- серосодержащие: цистеин, метионин;
- ароматические: фенилаланин, тирозин, триптофан;
- гетероциклические: гистидин, пролин.

Массовую долю белка определяли методом Кьельдаля на полуавтоматической установке VELP Scientifica (Италия) согласно рекомендациям изготовителя прибора, являющейся оптимизированным вариантом ГОСТ 13496.4-2019 [13].

Определение аминокислотного состава белка проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на анализаторе Sevcos ARM-1000 (Россия), пробоподготовку – согласно стандартным методикам [14; 15]. Каждую пробу анализировали в четырех повторностях, за результат принимали среднее значение измерений.

Расчёт концентрации определяли по стандартному образцу аминокислот в качестве внешнего стандарта (Сукам, Германия).

Оценку биологической ценности белковых компонентов (АКС,  $K_i$ , U, КРАС, БЦ)

проводили по общепринятым критериям и показателям, позволяющим выявить сбалансированность и качество протеина [16].

Аминокислотный скор каждой незаменимой аминокислоты (АКС, %) рассчитывали по формуле:

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

где  $AK_i$  – содержание каждой  $i$ -й незаменимой аминокислоты в 100 г исследуемого белка, г;

$AK_{i,ст}$  – содержание той же аминокислоты в 100 г белка «эталона», г.

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

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

где  $\Delta PАС = AC_i - AC_{min}$  – различия аминокислотного сора  $i$ -й незаменимой аминокислоты, %;

$AC_{min}$  – минимальный из скоров незаменимой аминокислоты в исследуемом белке, %;

$n$  – количество незаменимой аминокислоты в исследуемом белке.

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

$$БЦ = 100 - КРАС. \quad (3)$$

Коэффициент утилитарности ( $K_i$ )  $i$ -й незаменимой аминокислоты рассчитывали по формуле:

$$K_i = \frac{AC_{min}}{AC_i}. \quad (4)$$

Коэффициенты утилитарности ( $K_i$ )  $i$ -й незаменимой аминокислоты использовали для расчета коэффициента утилитарности аминокислотного состава ( $U$ , доли единиц):

$$U = \frac{\sum_{i=1}^n (AK_i \times K_i)}{\sum_{i=1}^n AK_i}. \quad (5)$$

Расчетные результаты сравнивали с актуальными данными эталонного белка, рекомендованного продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН совместно с Всемирной организацией здравоохранения (FAO/WHO) [17].

**Результаты и обсуждение.** Аминокислотный состав белка сои по функциональным группам характеризуется высоким уровнем моноаминокарбоновых и моноаминодикарбоновых кислот, доля этих аминокислот в белке в среднем составляет 25,24 и 28,64 % соответственно (табл. 2).

Таблица 2  
*Содержание различных по функциональным группам аминокислот (%) в белке семян сортов сои*

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2024 г.

Функциональная группа	Вита	Пума	Ирбис	Средние данные
Моноамино-монокарбоновые	25,19	25,02	25,52	25,24
Оксиамино-карбоновые	9,33	9,33	9,20	9,29
Моноамино-дикарбоновые	28,36	29,34	28,23	28,64
Диамино-монокарбоновые	14,56	14,81	14,88	14,75
Серосодержащие	3,61	3,40	3,62	3,54
Ароматические	9,55	9,01	9,00	9,19
Гетероциклические	9,42	9,51	9,54	9,49

Группа диаминокарбоновых кислот представлена лизином и аргинином, составляющими от 14,56 до 14,88 % от общего количества аминокислот. В белке семян сои их содержание выше, чем в каких-либо других белках растительного происхождения [9].

Функциональные группы оксиаминокарбоновых, ароматических и гетероциклических аминокислот характеризуются долей содержания кислот в белке сои на уровне 9,29%, 9,19 и 9,49% соответственно.

Подтверждены литературные данные о наименьшем содержании в соевом белке группы серосодержащих аминокислот – 3,40–3,62 % от общей доли.

Среди представленных функциональных групп белков сои наибольшая разность между сортами отмечена в содержании моноаминодикарбоновых кислот (1,11 %). Остальные группы характеризуются незначительными различиями между изучаемыми сортами сои, вариабельность которых не превышает 0,55 %, что лежит в пределах ошибки определения.

Содержание белка в исследуемых сортах сои достигает от 39,35 до 42,93 г, что обеспечивает 49,19–53,66 % от рекомендуемой суточной потребности в белке (табл. 3).

Содержание белка в исследуемых сортах сои достигает от 39,35 до 42,93 г, что обеспечивает 49,19–53,66 % от рекомендуемой суточной потребности в белке (табл. 3).

Таблица 3

**Содержание белка и аминокислот в сое, г/100 г семян**

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2024 г.

Показатель	Вита	Пума	Ирбис	Суточная потребность, г
Белок (N × 6,25)	39,35	42,49	42,93	80–100
Незаменимые аминокислоты				
Лизин	2,92	3,08	3,17	3,00–5,00
Метионин	0,69	0,72	0,77	2,00–4,00
Изолейцин	1,82	1,82	1,99	3,00–4,00
Лейцин	3,03	3,24	3,40	4,00–6,00
Валин	1,90	1,91	2,02	3,00–4,00
Треонин	1,67	1,74	1,79	2,00–3,00
Фенилаланин	2,11	2,19	2,22	2,00–4,00
Гистидин	1,72	1,83	1,89	1,50–2,00
Триптофан	0,38	0,32	0,41	1,00
Заменимые аминокислоты				
Аспарагиновая кислота	4,46	5,04	5,07	6,00
Глутаминовая кислота	6,98	7,61	7,41	16,00
Цистеин	0,76	0,75	0,83	2,00–4,00
Аланин	1,66	1,82	1,93	3,00
Серин	2,09	2,29	2,28	3,00
Глицин	1,74	1,84	1,94	3,00–4,00
Аргинин	2,95	3,30	3,42	5,00–6,00
Тирозин	1,37	1,36	1,35	3,00–4,00
Пролин	2,08	2,27	2,32	3,00–4,00

Преимущество соевого белка состоит в том, что он содержит полный набор аминокислот в высоких значениях. При употреблении 150–250 г сои полностью удовлетворяется суточная потребность во всех аминокислотах, при отсутствии других источников белка в рационе [6].

На основании данных таблицы 2 был произведен пересчет содержания незаменимых аминокислот в 100 г белка семян сои и рассчитан аминокислотный скор каждой аминокислоты по эталонному белку FAO/WHO 2013 г. (табл. 4).

Сопоставив табличные данные шкалы FAO/WHO с полученными данными аминокислотного состава белка сои, выявили

избыток по всем незаменимым аминокислотам. В сортовом разрезе существует незначительный диапазон изменчивости в накоплении аминокислот: минимальные различия выявлены по гистидину (0,09 %), максимальные – в паре аминокислот фенилаланин + тирозин (0,53 %), находящиеся в пределах ошибки определения.

Сумма незаменимых аминокислот в белке изучаемых сортов сои превосходит эталонный белок на 60,63 % в семенах сорта Вита, на 53,58 % – Пума, на 59,02 % – Ирбис.

В ходе исследования установлено, что скор более 100 % имеют все незаменимые аминокислоты (табл. 4).

**Содержание незаменимых аминокислот в белке семян сои (г/100 г белка) и их аминокислотный скор, %**

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2024 г.

Наименование аминокислоты	Эталонный белок по шкале FAO/WHO	Вита	АКС*	Пума	АКС*	Ирбис	АКС*
Валин	4,00	4,83	120,75	4,50	112,50	4,71	117,75
Изолейцин	3,00	4,63	154,33	4,28	142,67	4,64	154,67
Лейцин	6,10	7,70	126,23	7,63	125,08	7,92	129,84
Лизин	4,80	7,42	154,58	7,25	151,04	7,38	153,75
Метионин + цистеин	2,30	3,68	160,00	3,46	150,43	3,72	161,74
Фенилаланин + тирозин	4,10	8,84	215,61	8,35	203,66	8,31	202,68
Треонин	2,50	4,24	169,60	4,10	164,00	4,17	166,80
Триптофан	0,66	0,97	146,97	0,75	113,64	0,96	145,45
Гистидин	1,60	4,37	273,13	4,31	269,38	4,40	275,00
Σ НАК	29,06	46,68	-	44,63	-	46,21	-

\* – аминокислотный скор

В таблице 5 представлены расчетные показатели качества белка сои изучаемых сортов.

Таблица 5

**Показатели качественной оценки белка сои**

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2024 г.

Показатели	Эталонный белок FAO/WHO	Вита	Пума	Ирбис
КРАС, %*	0,00	27,80	20,90	28,80
БЦ, %**	100	72,20	79,10	71,20
U, доли ед.***	1,00	0,69	0,72	0,68

\* – коэффициент различия аминокислотного сора; \*\* – биологическая ценность; \*\*\* – коэффициент утилитарности аминокислотного состава

Установлено, что показатель КРАС, характеризующий избыток незаменимых аминокислот, находится в диапазоне от 20,90 (Пума) до 28,80 % (Ирбис). Биологическая ценность обратно пропорциональна значению КРАС и составляет от 71,20 до 79,10 %.

Показатели коэффициента утилитарности аминокислотного состава белков семян сои имеют близкие значения (0,68–0,72), уступая эталонному белку на 0,32–0,28 доли единицы.

Результаты экспериментов подтверждают литературные данные о высокой ценности сои с точки зрения сырьевого источника протеина для пищевых целей в ре-

шении белковой проблемы, а именно в вопросах балансировки рационов по дефицитным аминокислотам.

**Заключение.** В ходе данного исследования установили соотношение аминокислотного состава белка сои по функциональным группам: доля моноаминодикарбоновых кислот в белке составляет 28,64 %; моноаминокарбоновых кислот – 25,24 %; диаминокарбоновых кислот – 14,75 %; оксиаминокарбоновых кислот – 9,29 %; ароматических кислот – 9,19 %; гетероциклических кислот – 9,49 %; серосодержащих кислот – 3,54 % (средние данные).

Содержание белка в изучаемых сортах сои селекции ВНИИМК находится в пределах от 39,35 г до 42,93 г.

Экспериментальные данные свидетельствуют о высоком накоплении белком сои незаменимых аминокислот относительно эталонного белка FAO/WHO. Расчетный скор незаменимых аминокислот исследуемых белков сои превышает 100 %.

Оценка сортов сои по показателям качества белкового комплекса показала диапазон значений КРАС от 20,90 до 28,80 %; БЦ – от 71,20 до 79,10 %; U – от 0,68 до 0,72 доли единицы. Лучшее соотношение качественных характеристик белкового комплекса отмечено у сорта Пума на основании минимального значения КРАС (20,90 %) и максимальных значений БЦ (79,10 %) и U (0,72 доли ед.).

## Список литературы

1. Зинченко В.Е., Гринько А.В., Вошедский Н.Н. Возделывание сои на богаре в условиях Ростовской области // Известия Оренбургского ГАУ. – 2017. – № 4 (66). – С. 79–82.
2. Баранов В.Ф., Клюка В.И., Кочегура А.В. Роль сои в решении белковой проблемы // Сб. научных трудов: Повышение продуктивности сои. – Краснодар, 2005. – С. 6–11.
3. Мендельсон Г.И. Значение соевых белковых продуктов в питании человека // Пищевая промышленность. – 2004. – № 6. – С. 90–91.
4. Guo B., Sun L., Jiang S. [et al.]. Soybean genetic resources contributing to sustainable protein production // Theoretical and Applied Genetics. – 2022. – Vol. 135 (11). – P. 4095–4121.
5. Фадеева М.Ф., Воробьева Л.В. Соя стратегическая культура в экономической политике // Растениеводство. – 2017. – № 1 (79) – С. 27–28.
6. Соя. Биология и технология возделывания / Под ред. В.Ф. Баранова, В.М. Лукомца. – Краснодар, 2005. – 433 с.
7. Синеговская В.Т., Очкурова В.В., Синеговский М.О. Содержание белка и жира в семенах сортов сои различного генетического происхождения // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – № 5. – С. 15–19.
8. Banaszkiwicz T. Nutritional value of soybean meal // In: Soybean and Nutrition. – 2011. – P. 1–20.
9. Санакин А.В. Вся правда о сое: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.infotechno.ru/rossoya2018/dok\\_sanakin2018.php](http://www.infotechno.ru/rossoya2018/dok_sanakin2018.php) (дата обращения: 14.09.2024).
10. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В., Ткачева А.А., Трунова М.В., Будников Е.Н., Бубнова Л.А., Рамазанова С.А., Валиев Ф.Ф. Очень ранний сорт сои Вита // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2018. – Вып. 3 (175). – С. 157–160.
11. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В., Ткачева А.А., Рамазанова С.А., Трунова М.В., Будников Е.Н., Бубнова Л.А. Очень ранний сорт сои Пума // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2018. – Вып. 2 (174). – С. 148–151.
12. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В., Ткачева А.А., Рамазанова С.А., Трунова М.В., Будников Е.Н., Бубнова Л.А., Олейник В.И. Высокобелковый холодоустойчивый сорт сои Ирбис // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2017. – Вып. 3 (171). – С. 115–119.
13. ГОСТ 13496.4-2019. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. – М.: Стандартинформ, 2019. – 16 с.
14. ГОСТ 32195-2013. Корма, комбикорма. Метод определения содержания аминокислот. – М.: Стандартинформ, 2014. – 19 с.
15. ГОСТ 32201-2013. Корма, комбикорма. Метод определения содержания триптофана. – М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.
16. Липатов Н.Н. Предпосылки компьютерного проектирования продуктов и рационов с задаваемой пищевой ценностью // Хранение и перераб. с.-х. сырья. – 1995. – № 3. – С. 4–9.
17. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation // FAO FOOD AND NUTRITION PAPER. – 2013. – No. 92. – 66 p.

## References

1. Zinchenko V.E., Grin'ko A.V., Voshedskiy N.N. Vozdelyvanie soi na bogare v usloviyakh Rostovskoy oblasti // Izvestiya Orenburgskogo GAU. – 2017. – № 4 (66). – S. 79–82.
2. Baranov V.F., Klyuka V.I., Kochegura A.V. Rol' soi v reshenii belkovoy problemy // Sb. nauchnykh trudov: Povyshenie produktivnosti soi. – Krasnodar, 2005. – S. 6–11.

3. Mendel'son G.I. Znachenie soevykh belkovykh produktov v pitanii cheloveka // Pishchevaya i promyshlennost'. – 2004. – № 6. – S. 90–91.
4. Guo B., Sun L., Jiang S. [et al.]. Soybean genetic resources contributing to sustainable protein production // Theoretical and Applied Genetics. – 2022. – Vol. 135 (11). – P. 4095–4121.
5. Fadeeva M.F., Vorob'eva L.V. Soya strategicheskaya kul'tura v ekonomicheskoy politike // Rasteniyevodstvo. – 2017. – № 1 (79) – S. 27–28.
6. Soya. Biologiya i tekhnologiya vozdeleyvaniya / Pod red. V.F. Baranova, V.M. Lukomtsa. – Krasnodar, 2005. – 433 s.
7. Sinegovskaya V.T., Ochкурова V.V., Sinegovskiy M.O. Soderzhanie belka i zhira v semenakh sortov soi razlichnogo geneticheskogo proiskhozhdeniya // Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka. – 2020. – № 5. – S. 15–19.
8. Banaszkiwicz T. Nutritional value of soybean meal // In: Soybean and Nutrition. – 2011. – P. 1–20.
9. Sanakin A.V. Vsy a pravda o soe: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: [http://www.infotechno.ru/rossoya2018/dok\\_sanakin2018.php](http://www.infotechno.ru/rossoya2018/dok_sanakin2018.php) (data obrashcheniya: 14.09.2024).
10. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V., Tkacheva A.A., Trunova M.V., Budnikov E.N., Bubnova L.A., Ramazanova S.A., Valiev F.F. Ochen' ranniy sort soi Vita // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2018. – Vyp. 3 (175). – S. 157–160.
11. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V., Tkacheva A.A., Ramazanova S.A., Trunova M.V., Budnikov E.N., Bubnova L.A. Ochen' ranniy sort soi Puma // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2018. – Vyp. 2 (174). – S. 148–151.
12. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V., Tkacheva A.A., Ramazanova S.A., Trunova M.V., Budnikov E.N., Bubnova L.A., Oleynik V.I. Vysokobelkovyy kholodoustoychivyy sort soi Irbis // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2017. – Vyp. 3 (171). – S. 115–119.
13. ГОСТ 13496.4-2019. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya soderzhaniya azota i syrogo proteina. – M.: Standartinform, 2019. – 16 s.
14. ГОСТ 32195-2013. Korma, kombikorma. Metod opredeleniya soderzhaniya aminokislot. – M.: Standartinform, 2014. – 19 s.
15. ГОСТ 32201-2013. Korma, kombikorma. Metod opredeleniya soderzhaniya triptofana. – M.: Standartinform, 2014. – 16 s.
16. Lipatov N.N. Predposylki komp'yuternogo proektirovaniya produktov i ratsionov s zadavaemoy pishchevoy tsenost'yu // Khraneniye i pererab. s.-kh. syr'ya. – 1995. – № 3. – S. 4–9.
17. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation // FAO FOOD AND NUTRITION PAPER. – 2013. – No. 92. – 66 p.

## Сведения об авторах

**Ю.М. Серова**, науч. сотр.

**С.Г. Ефименко**, зав. лаб., вед. науч. сотр., канд. биол. наук

*Получено/Received*

10.10.2024

*Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed*

16.10.2024

*Получено после доработки/Manuscript revised*

18.10.2024

*Принято/Accepted*

31.10.2024

*Manuscript on-line*

25.12.2024