



Разработка функциональных кулинарных изделий из бычка азовского (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814) с использованием цистозир (*Cystoseira barbata*)

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2026-3-163-169>
EDN: KWDLNO

Научная статья УДК 664.951.65

Кривонос Ольга Николаевна – главный специалист сектора технологий переработки водных биоресурсов, Ростов-на-Дону, Россия
E-mail: krivonoson@azniir.kh.vniro.ru

Есина Любовь Михайловна – заведующий сектором технологий переработки водных биоресурсов, Ростов-на-Дону, Россия
E-mail: esinalm@azniir.kh.vniro.ru

Южный филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («Южный»)

Бредихина Ольга Валентиновна – доктор технических наук, Доцент, ведущий научный сотрудник отдела инновационных технологий Департамента технического регулирования ФГБНУ «ВНИРО», Москва, Россия
E-mail: bredikhina@vniro.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»)

Адреса:

1. Южный филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («Южный») – Россия, 344002, Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21 в
2. Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО») – Россия, 107140, Москва, Окружной проезд, 19

Аннотация. Следствием повышения уровня урбанизации является увеличение спроса на готовую к употреблению продукцию, среди которой значительную нишу занимают рыбные кулинарные изделия, в том числе обладающие функциональными свойствами. Расширение ассортимента кулинарных рыбных продуктов функциональной направленности является актуальным. Целью данного исследования является разработка и обоснование технологических параметров кулинарных изделий из бычка азовского (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814) по технологии Sous Vide с использованием цистозир (*Cystoseira barbata*). Добавление бурой водоросли цистозир в состав продукта может помочь предотвратить йододефицитные заболевания в связи с высоким содержанием йода. Использование низкотемпературной технологии Sous Vide позволяет получить уникальный готовый продукт, отличающийся нежностью, сочностью и приятным ароматом. Была построена регрессионная модель, состоящая из целевой функции, определяемой микробиологическим показателем – количеством мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ). Также подобраны оптимальные значения: продолжительность обработки – 26 мин, температура – 67 °С. Аминокислотные скоры незаменимых аминокислот кроме метионина, являющегося лимитирующей аминокислотой, свидетельствуют о высокой биологической ценности белка. Содержание йода в готовом кулинарном изделии составляет 260 мкг, что обеспечивает суточную норму потребления человека.

Ключевые слова: Sous Vide, технологические параметры, тепловая обработка, рыбное кулинарное изделие, бычок азовский, цистозира, математическое моделирование.

Для цитирования: Кривонос О.Н., Есина Л.М., Бредихина О.В. Разработка функциональных кулинарных изделий из бычка азовского (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814) с использованием цистозиры (*Cystoseira barbata*) // Рыбное хозяйство. 2026. № 3. С. 163-169. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2026-3-163-169>

DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL CULINARY PRODUCTS DERIVED FROM THE ROUND GOBY— (*NEOGOBIUS MELANOSTOMUS* PALLAS, 1814) WITH ADDITION OF *CYSTOSEIRA BARBATA*

Olga N. Krivonos – Chief Specialist of the Sector of Technologies for Processing Aquatic Bioresources, Rostov-on-Don, Russia

Lyubov M. Yesina – Head of the Sector of Technologies for Processing Aquatic Bioresources, Rostov-on-Don, Russia

Southern branch of the State Research Center of the Russian Federation FGBNU "VNIRO" ("Yuzhny")

Olga V. Bredikhina – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of the Department of Innovative Technologies of the Department of Technical Regulation of FGBNU "VNIRO", Moscow, Russia

The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)

Addresses:

1. **Southern branch of the The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) ("Southern")** – Russia, 344002, Rostov-on-Don, Beregovaya Street, 21 v

2. **The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)** – Russia, 107140, Moscow, Okruzhnoy Proyezd, 19Moscow 107140, Russia

Annotation. Increasing urbanization results in the growing demand for the food products ready for consumption; fish culinary products, including those with functional properties, are a significant contributor to this niche. Thus, it is crucial to expand the range of such products available on the market. This work is aimed at the development and substantiation of technological parameters involved in the production of culinary items derived from round goby (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814) using Sous Vide cooking technique with addition of cystoseira (*Cystoseira barbata*). The inclusion of brown algae cystoseira among the ingredients may prevent iodine deficiency disorders due to its high iodine content. The application of low-temperature Sous Vide cooking technique yields a unique ready-to-eat product characterized by a tender, juicy texture and appealing aroma. A regression model was constructed, with its objective function defined by a microbiological parameter—the quantity of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms (QMA&FAM). The optimal processing parameters were identified: heat treatment duration 26 minutes; temperature 67 °C. Amino acid scores for essential amino acids, except for the limiting amino acid methionine, are indicative of a high biological value of the protein. The iodine content in the final culinary product is 260 µg, which meets a recommended daily intake for humans.

Keywords: Sous Vide, technological parameters, heat treatment, fish culinary product, round goby, cystoseira, mathematical modeling.

For citation: Krivonos O.N., Esina L.M., Bredikhina O.V. 2026. Development of functional culinary products derived from the round goby (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814) with addition of *Cystoseira barbata* // Fisheries. No. 3. Pp. 163-169. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2026-3-163-169>



ВВЕДЕНИЕ

Рыбные кулинарные изделия с каждым годом набирают популярность у потребителей, благодаря широкому ассортименту, представленному в торговой сети, и минимальным затратам времени на их приготовление.

Использование технологии Sous Vide позволяет создавать готовые блюда с нежной и сочной структурой, с выраженным вкусом и ароматом, с пролонгированным сроком годности без использования консервантов [1-6]. Положительное применение технологии Sous Vide показано для рыб Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна [7-9]. При этом следует отметить возрастающий спрос потребителей на продукты питания с заданными функциональными свойствами. В связи с этим перспективным объектом переработки является бурая водоросль цистозира, характеризующаяся высоким содержанием йода [10]. Введение цистозеры в рацион людей способствует улучшению питания и повышению общего уровня здоровья, особенно в регионах, где йододефицит является распространенной проблемой. Йододефицит представляет собой серьёзную проблему, поскольку недостаток этого микроэлемента в организме выступает значимым фактором риска развития различных патологических состояний. Особенно критическое значение данный дефицит приобретает в периоды активного роста и развития организма, когда потребность в йоде существенно возрастает. Среди наиболее распространённых последствий йододефицита выделяются эутиреоидный зоб, проявляющийся увеличением размеров щитовидной железы, гипотиреоз со снижением функциональной активности железы, а в тяжёлых случаях – необратимые нарушения умственного развития [11].

Цистозира также содержит различные виды пищевых волокон, таких как: альгиновая кислота, фукоидан и ламинарин. Эти волокна могут способствовать улучшению пищеварения, снижению уровня холестерина, укреплению иммунной системы и общему поддержанию здоровья человека. Также они могут играть роль в профилактике различных заболеваний, благодаря своим антиоксидантным и противовоспалительным свойствам.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ходе эксперимента были использованы следующие биологические объекты: азовский бычок (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814) – материал осеннего улова (сентябрь 2024 г.), цистозира бородастая (*Cystoseira barbata*) – образцы, полученные при сборе штормовых выбросов в июле 2024 г. в Керченской бухте (г. Керчь).

Все исследуемые образцы сырья прошли комплексную оценку соответствия требованиям технических регламентов: ТР ТС 021/2011, ТР ЕАЭС 040/2016. Количественный состав мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) определялся в соответствии с требованиями ГОСТ 10444.15-94.

Определение оптимальных параметров термической обработки осуществлялось с применением метода математического моделирования. Исследование проводилось с использованием программного обеспечения «STATGRAPHICS» для определения продолжительности технологического процесса и установления температурного режима в сувиднице [12].

Обработка данных выполнялась стандартными методами для небольших наборов испытаний в Microsoft Excel 2010.

Этапы работ по разработанной технологии: филе рыбы промывали в чистой проточной воде для устранения остатков внутренностей, слизи, крови, охлаждали до температуры 10 °С, измельчали на фарш. Лук, свиной шпик, соль, перец, крахмал, яйцо, молоко сухое, сухую водоросль цистозиру подготавливали заранее. Лук и шпик свиной мыли под холодной проточной водой, зачищали и измельчали. Сухую цистозиру измельчали до порошкового состояния.

Технологический процесс производства продукта включал последовательные этапы обработки сырья. На начальном этапе осуществлялось приготовление фаршевой массы, которая подвергалась интенсивному перемешиванию до достижения однородной консистенции.



После этого производилось формование полуфабрикатов округлой формы с нормированной массой 100 граммов каждый.

Для обеспечения сохранности формы изделий перед этапом вакуумирования проводилась процедура подмораживания. Формованные полуфабрикаты помещались в морозильную камеру, где подвергались воздействию температуры минус 18 °С в течение 4-5 часов. Данная операция позволяла предотвратить деформацию продукции в процессе последующей обработки.

Далее осуществлялась упаковка полуфабрикатов в полимерные пакеты с последующим вакуумированием при помощи специализированного оборудования Solis Vac Premium. Завершающим этапом технологического процесса являлась термическая обработка продукции методом Sous Vide. Параметры термообработки варьировались в соответствии с экспериментальным планом: температурный режим находился в диапазоне от 58 °С до 73 °С, а продолжительность процесса составляла от 15 до 33 минут.

При создании технологии рыбных фаршевых изделий в вакууме были определены оптимальные параметры термической обработки с помощью математического моделирования. Исследование позволило установить наилучшие значения температуры и продолжительности процесса, обеспечивающие качество готового продукта.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В результате экспериментальных работ наивысшую органолептическую оценку получили фаршевые изделия (котлеты) с добавлением измельченной цистозеры, изготовленные в соответствии с рецептурой, представленной в таблице 1.

В основе моделирования процесса термообработки лежит принцип исследования зависимости конечного результата от нескольких входных параметров. Главным критерием оценки качества термической обработки выбран микробиологический показатель КМАФАнМ.

Согласно техническому регламенту ТР ЕАЭС 040/2016, для замороженных и быстрозамороженных блюд максимально допустимый уровень КМАФАнМ составляет 2×10^4 КОЕ/г. На этот показатель оказывают прямое влияние два ключевых параметра: температура (T) и продолжительность термообработки (τ).

В ходе исследования были установлены следующие оптимальные параметры процесса:

- температурный режим: 55-70 °С
- продолжительность обработки: 15-30 минут

Результаты экспериментального исследования отражены в таблице 2.

После окончания каждого экспериментального цикла образцы немедленно охлаждали и замораживали в морозильной камере до температуры минус 18 °С внутри продукта.

Уравнение регрессии зависимости продолжительности термической обработки и температуры, необходимых для получения безопасной продукции – котлеты из бычка Sous Vide с добавлением цистозеры, имеет вид:

$$y = -46,9534 + 1,18535T + 0,623571\tau - 0,00749999T^2 - 0,00666667T\tau - 0,00333335\tau^2$$

$$F\text{-ratio} = 0,44;$$

$$R^2 = 0,92$$

Регрессионные уравнения, полученные в результате исследования, обладают важным аналитическим потенциалом, позволяющим не только осуществлять прогнозирование значе-

Таблица 1. Рецепт фаршевых изделий (котлет) с добавлением цистозеры (*C. Barbata*) / **Table 1.** Recipe for minced meat products (cutlets) with the addition of cystoseira (*C. barbata*)

Сырье и пищевые ингредиенты	Норма расхода, кг на 100 кг продукции
Фарш из бычка	73,0
Соль пищевая	1,0
Крахмал	1,0
Перец черный молотый	0,1
Лук свежий измельченный	6,0
Шпик свиной	4,5
Яйцо свежее	15,0
Молоко сухое	5,4
Цистозира сушеная	4,0

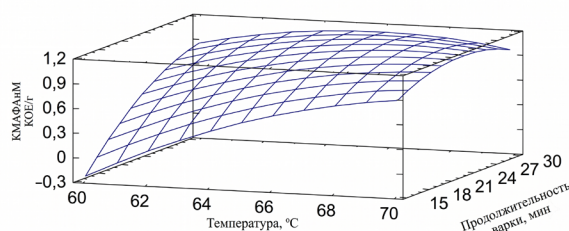


Рисунок 1. Поверхность отклика (зависимость значений КМАФАНМ от продолжительности и температуры варки) для опытных образцов

Figure 1. Response surface (dependence of QMA&OAMO values on cooking duration and temperature) for the test specimens

ний функции отклика при различных условиях эксперимента, но и проводить детальный анализ формы поверхности отклика. Исследование характеристик этой поверхности является необ-

ходимым этапом для определения оптимальных значений ключевых параметров технологического процесса – температуры и продолжительности обработки, что позволяет достичь требуемых показателей качества продукции при наиболее эффективных условиях производства.

Поверхность отклика у от заданных факторов эксперимента для всех опытных образцов представлена на рисунке 1.

С использованием программного обеспечения «STATGRAPHICS Plus Version 5.0» была выполнена оптимизация результатов микробиологического анализа исследуемых образцов. На основании полученных уравнений регрессии, описывающих взаимосвязь между переменными, проведена математическая оптимизация модели с учётом целевого показателя – (КМАФАНМ, КОЕ/г).

Цель оптимизации – установление оптимальных режимов термической обработки продукта. В процессе расчётов определялась

Таблица 2. План эксперимента по моделированию режима тепловой обработки продукции и результаты его реализации / **Table 2.** Experimental plan for simulating the heat treatment regime for food products and the results of its implementation

Номер образца	Условия		КМАФАНМ, КОЕ/г
	T, °C	t, мин	
1	60	15	2,5×10 ⁴
2	70	15	1,7 × 10 ⁴
3	60	30	1,9 × 10 ⁴
4	70	30	1,2 × 10 ⁴
5	58	22,5	2,0 × 10 ⁴
6	72	22,5	1,3 × 10 ⁴
7	65	11,8	2,2 × 10 ⁴
8	65	33,1	1,6 × 10 ⁴
9	65	22,5	1,7 × 10 ⁴
10	65	22,5	1,7 × 10 ⁴

Таблица 3. Химический состав котлеты из бычка Sous Vide с цистозирой (*C. barbata*) / **Table 3.** Chemical composition of the sous-vide goby cutlet with cystoseira (*C. barbata*)

Показатель	Вид готового блюда
	котлета из бычка Sous Vide с цистозирой
Содержание влаги, %	70,3±1,4
Содержание белка, %	14,0±0,14
Содержание жира, %	6,3±0,04
Содержание минеральных веществ, %	2,8±0,04
Содержание углеводов, %	5,9±0,03
Содержание йода, %	0,00026±0,03
Энергетическая ценность, ккал	124,6

оптимальная комбинация экспериментальных факторов, обеспечивающая заданный уровень микробиологического показателя.

Важно отметить, что, согласно установленным требованиям, показатель КМАФАнМ не должен превышать 2×10^4 КОЕ/г для варено-мороженных и быстрозамороженных блюд. На основе анализа полученных данных, программа определила оптимальные параметры обработки: температура – 67 °С, продолжительность – 26 минут.

Образцы, приготовленные с соблюдением данных параметров, полностью соответствовали установленным требованиям по органолептическим и микробиологическим показателям. Продукт характеризовался нежной текстурой, сочностью, приятным ароматом и характерным вкусом водорослей.

Химический состав котлеты из бычка Sous Vide с цистозирой представлен в таблице 3.

Согласно рецептуре (табл. 1), содержание цистозеры составляет 4 г на 100 г готового продукта. Содержание йода в котлете из бычка Sous Vide с цистозирой составляет 260 мкг в одной порции весом 100 грамм. Данное количество йода полностью покрывает суточную норму потребления йода человеком.

Характеристика аминокислотного состава и аминокислотного скор котлеты из бычка Sous Vide с цистозирой представлена в таблице 4.

Из представленной таблицы можно сделать следующие выводы об аминокислотном составе котлеты из бычка Sous Vide с цистозирой по сравнению с идеальным белком, установленным ФАО/ВОЗ:

- лимитирующей аминокислотой является метионин, а наибольшие аминокислотные скоры установлены для лизина и лейцина + изолейцина;
- уровень лейцина и изолейцина также выше нормы на 20,1%, что свидетельствует о хорошей питательной ценности продукта;
- содержание валина в котлете превышает идеальное значение на 3,6%;
- содержание лизина значительно превышает норму – на 75,6%, указывая на отличную его доступность для организма;
- содержание треонина превышает норму на 17,1%, что также является положительным аспектом;
- уровень фенилаланина+тирозина практически соответствует идеальному значению (недостаток составляет 0,7%);
- содержание гистидина в котлете превышает норму на 100,9%.

Котлета из бычка Sous Vide с цистозирой характеризуется высоким содержанием ряда незаменимых аминокислот: лизина и лейцина, и условно незаменимой аминокислоты

Таблица 4. Аминокислотный состав и аминокислотный скор котлеты из бычка азовского Sous Vide с цистозирой (*C. barbata*) / **Table 4.** Amino acid composition and amino acid score of the sous-vide cutlet made from Azov Sea goby with cystoseira (*C. barbata*)

Аминокислоты	Идеальный белок ФАО/ВОЗ [13]	Котлета из бычка Sous Vide с цистозирой	
	Аминокислотный состав (г на 100 г белка)	Аминокислотный состав (г на 100 г белка)	Аминокислотный скор (%)
Незаменимые аминокислоты			
Валин	4,0	4,14	103,6
Лейцин + изолейцин	9,1	10,93	120,1
Лизин	4,8	8,43	175,6
Метионин	2,3	1,64	71,4
Треонин	2,5	2,93	117,1
Фенилаланин + тирозин	4,1	4,07	99,3
Гистидин*	1,6	3,2	200,9
Аргинин		4,1	
Аланин		4,7	
Глицин		3,5	
Пролин		3,1	
Серин		2,8	

Примечание: * условно-незаменимая аминокислота

той гистицином, что делает ее питательным источником белка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение математического моделирования технологических параметров позволило определить оптимальные безопасные параметры тепловой обработки (продолжительность – 26 мин и температуру – 67 °C) для кулинарных изделий из бычка азовского по технологии Sous Vide. Добавление сушеной измельченной цистозеры, в количестве 4 г на порцию, позволяет удовлетворить суточную потребность организма взрослого человека в йоде. Данный продукт можно классифицировать как функциональный продукт, что делает его более привлекательным и полезным.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад авторов в работу: **О.Н. Кривonos** – идея статьи, систематизация и анализ данных, подготовка статьи; **Л.М. Есина** – коррективировка текста и окончательная проверка статьи; **О.В. Бредихина** – анализ данных, коррективировка текста.

The authors advertise the rejection of the conflict of interests. The tab in the authors' work: **Krivos O.N.** – idea Status, systematization and analysis of data, texture correction; **Esina L.M.** – texture correction and its window check; **Bredikhina O.V.** – data analysis, texture correction.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/ REFERENCES AND SOURCES

1. Carrascal J.R. Sous-vide cooking of meat: A Maillardized approach. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 2019; 16: 100-108.
2. Mathias P.C. The quest for umami: Can sous vide contribute? *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 2018; 13: 129-133. DOI:10.1016/j.ijgfs.2018.03.002.
3. Shenggian S.F. Texture, color and sensory evaluation of sous-vide cooked beef steaks processed using high pressure processing as method of microbial control. *LWT*, 2019; 103: 169–177. DOI:10.1016/j.lwt.2018.12.072.
4. Uttaro B. Efficacy of multi-stage sous-vide cooking on tenderness of low value beef muscles. *Meat Science*, 2019; 14: 40-46. DOI: 10.1016/j.meatsci.2018.11.008.
5. Stringer S.C. Predicting bacterial behaviour in sous vide food. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 2018; 13: 117-128. DOI:10.1016/j.ijgfs.2017.09.001.
6. Cosansu S. Effect of grape seed extract on heat resistance of *Clostridium perfringens* vegetative cells in sous vide processed ground beef. // *Food Research International*, 2019: 33-37. DOI:10.1016/j.foodres.2019.02.014.
7. Кривonos О.Н., Долганова Н.В., Богомолова В.В. Обоснование технологических параметров ЛТ-обработки рыбных кулинарных изделий из черноморской кефали-лобана и азовского бычка // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2020. № 4 (63). С. 8-13. DOI:10.33979/2219-8466-2020-63-4-8-13.
7. Krivos O.N., Dolganova N.V., Bogomolova V.V. Justification of technological parameters of LT-treatment of fish culinary products derived from Black Sea grey mullet and Azov gobies. *Technology and Merchandising of the Innovative Foodstuff*, 2020; 4 (63): 8–13. – DOI:10.33979/2219-8466-2020-63-4-8-13. (In Russ.).
8. Кривonos О.Н., Долганова Н.В., Богомолова В.В. Определение срока годности замороженных кулинарных изделий из бычка азовского с применением технологии sous vide // *Рыбное хозяйство*. 2021. № 1. С. 112-118. DOI:10.37663/0131-6184-2021-1-112-118.
8. Krivos O.N., Dolganova N.V., Bogomolova V.V. Determination of expiration date of frozen culinary products derived from Azov Sea Gobiidae using sous vide technology. // *Fisheries*. 2021. №1. С. 112-118. DOI:10.37663/0131-6184-2021-1-112-118. (In Russ.).
9. Кривonos О.Н., Долганова Н.В., Чернявская С.Л. Поиск оптимального режима термической обработки кулинарных изделий из азово-черноморского сырья на основе математического моделирования // *Товаровед продовольственных товаров*. 2019. № 1. С. 23-27.
9. Krivos O.N., Dolganova N.V., Chernyavskaya S.L. Search for the optimal mode of thermal treatment of culinary products from Azov-Black Sea raw material based on mathematical modeling. // *Food Products Commodity Expert*. 2019. 1. Pp. 23-27. (In Russ.).
10. Подкорытова А.В., Вафина Л.Х. Химический состав бурых водорослей Черного моря: род *Cystoseira*, перспектива их использования // *Труды ВНИРО*. 2013. Т. 150. С. 100-107.
10. Podkorytova A.V., Vafina L.Kh. Chemical composition of brown algae from the Black Sea: genus *Cystoseira*, perspectives for their use. // *VNIRO Proceedings*. 2013. 150. Pp.100-107. (In Russ.).
11. Савкина К.Н., Шокина Ю.В. Проблема йододефицита в питании современного человека: обзор современных подходов к ее решению // *Известия высших учебных заведений. Арктический регион*. 2022. № 1. С. 63-73. EDN HOXIZG.
11. Savkina K.N., Shokina Yu.V. The problem of iodine deficiency in modern human nutrition: A review of modern approaches to its solution. // *Higher Education Newsletter. Arctic Region*. 2022. 1. Pp. 63-73. EDN HOXIZG. (In Russ.).
12. Ашихмин В.Н., Гитман М.Б., Келлер И.Э. [и др.] Введение в математическое моделирование: учебное пособие / Под ред. П.В. Трусова. – М.: ЛОГОС, 2005. 440 с.
12. Ashikhmin V.N., Gitman M.B., Keller I.E. et al. An introduction to mathematical modeling. Study guide. P.V. Trusov. – Moscow: LOGOS. 2005. 440 p. (In Russ.).
13. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation. – Rome: FAO Publ., 2013. 66 p. URL: <https://www.fao.org/4/i3124e/i3124e.pdf>.

Материал поступил в редакцию/ Received 17.03.2026
Принят к публикации / Accepted for publication 07.05.2026