

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ,  
МАШИНЫ И АППАРАТЫ  
ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ**

**TECHNOLOGICAL PROCESSES,  
MACHINES AND APPARATUS  
FOR PROCESSING AQUATIC BIORESOURCES**

Научная статья  
УДК 664.951.6:664.955.3  
<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2026-2-115-121>  
EDN ZLHIDT

**Оптимизация режимных параметров гранулирования  
икры морских ежей**

**В. А. Гроховский<sup>1</sup>✉, М. А. Ершов<sup>2</sup>, Л. К. Куранова<sup>3</sup>,  
Ю. А. Артемьев<sup>4</sup>, В. И. Волченко<sup>5</sup>, Ю. В. Живлянцева<sup>6</sup>**

<sup>1-3, 5</sup>Мурманский арктический университет,  
Мурманск, Россия, [grokhovskiyva@mauniver.ru](mailto:grokhovskiyva@mauniver.ru)✉

<sup>4</sup>ООО «Баренцморепродукт»,  
Мурманск, Россия

<sup>6</sup>Национальный центр безопасности рыбной и сельскохозяйственной продукции  
агропромышленного комплекса,  
Москва, Россия

**Аннотация.** Разработка технологии производства зернистой (формованной) икры морских ежей сопряжена с проблемой формирования икринок, обладающих высокими органолептическими свойствами, а также стабильным размером, шарообразной формой и упругой консистенцией. Целью данного исследования являлась оптимизация ключевых параметров процесса гранулирования для получения продукта с заданными геометрическими характеристиками и максимальными показателями качества. Применена методика гелефикации икорной эмульсии с использованием структурообразователя Омгель 50 Стабил и последующим гранулированием в растворе хлорида кальция. Для оптимизации процесса использовался метод центрального ортогонального планирования эксперимента. В качестве независимых переменных были выбраны высота падения капель эмульсии от 13,6 до 27,4 см, напрямую влияющая на формование и конечный размер икринок, и концентрация раствора хлорида кальция от 0,75 до 1,25 %. Параметром оптимизации служила интегральная органолептическая оценка по разработанной авторами 15-балльной шкале. На основе экспериментальных данных было получено адекватное уравнение регрессии (критерий Фишера составил 11,37), позволившее определить оптимальные значения факторов: высота падения капли эмульсии – 16,5 см, концентрация хлорида кальция – 1,14 %. Изготовленные при оптимальных параметрах икринки имели размер от 3 до 5 мм и форму, близкую к шарообразной. Органолептическая оценка двух изготовленных образцов составила 14,3 и 14,6 балла. Микробиологические исследования подтвердили соответствие изготовленного продукта требованиям технических регламентов. Результаты химического анализа показали сбалансированный нутриентный состав готового продукта: содержание белков составило  $7,48 \pm 0,02$  %, липидов –  $3,41 \pm 0,1$  %, углеводов –  $0,8 \pm 0,03$  %. Уровень хлорида натрия находился в пределах  $3,88 \pm 0,02$  %. Важным показателем является низкая энергетическая ценность продукта, составляющая 267 кДж на 100 г (64 ккал на 100 г), что позволяет классифицировать зернистую (формованную) икру морских ежей как продукт здорового питания с высокой пищевой ценностью при невысокой калорийности.

**Ключевые слова:** зернистая икра морских ежей, технология гранулирования, оптимизация процесса, органолептическая оценка, поверхность отклика, пищевая ценность, функциональные продукты питания

**Благодарности:** исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-20058, <https://rscf.ru/project/24-26-20058/>, а также при реализации Соглашения № 199 от 03 мая 2024 г. между Минобрнауки Мурманской области и ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет». Авторы выражают искреннюю благодарность студентке направления подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» Швалева Екатерине Евгеньевне за активное участие в проведении экспериментальной части исследования и оформление полученных результатов.

**Для цитирования:** Гроховский В. А., Ершов М. А., Куранова Л. К., Артемьев Ю. А., Волченко В. И., Живлянцева Ю. В. Оптимизация режимных параметров гранулирования икры морских ежей // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2026. № 2. С. 115–121. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2026-2-115-121>. EDN ZLHIDT.

Original article

## Optimization of the operating parameters of pelletizing sea urchin caviar

V. A. Grokhovsky<sup>1</sup>✉, M. A. Ershov<sup>2</sup>, L. K. Kuranova<sup>3</sup>,  
Yu. A. Artemyev<sup>4</sup>, V. I. Volchenko<sup>5</sup>, Iu. V. Zhivlyantseva<sup>6</sup>

<sup>1-3, 5</sup>Murmansk Arctic University,  
Murmansk, Russia, [grokhovskiyva@mauniver.ru](mailto:grokhovskiyva@mauniver.ru)✉

<sup>4</sup>Barents Sea Products, LLC,  
Murmansk, Russia

<sup>6</sup>Nation Center for Fish and Agricultural Products Safety of the Agro-Industrial Complex,  
Moscow, Russia

**Abstract.** The development of technology for the production of granular (molded) sea urchin caviar (GSUC) is associated with the problem of the formation of eggs with high organoleptic properties, as well as stable size, spherical shape and elastic consistency. The purpose of this study was to optimize the key parameters of the pelletizing process to obtain a product with specified geometric characteristics and maximum quality indicators. The method of gelation of caviar emulsion using the Omgel 50 Stable structure builder and subsequent granulation in a solution of calcium chloride is applied. The method of central orthogonal experiment planning was used to optimize the process. Based on experimental data, an adequate regression equation was obtained (Fischer's criterion was 11.37), which made it possible to determine the optimal values of the factors: the drop height of the emulsion was 16.5 cm, and the concentration of calcium chloride was 1.14%. The rims manufactured at optimal parameters had a size from 3 to 5 mm and a shape close to spherical. The organoleptic evaluation of the obtained products was 14.3 and 14.6 points. Microbiological studies have confirmed the compliance of the manufactured product with the requirements of technical regulations. The results of the chemical analysis showed a balanced nutritional composition of the finished product: the protein content was  $7.48 \pm 0.02\%$ , lipids –  $3.41 \pm 0.1\%$ , carbohydrates –  $0.8 \pm 0.03\%$ . The sodium chloride level was within  $3.88 \pm 0.02\%$ . An important indicator is the low energy value of the product, which is 267 kJ per 100 g (64 kcal per 100 g), which makes it possible to classify granular (molded) sea urchin caviar as a healthy food product with high nutritional value and low-calorie content.

**Keywords:** granulated sea urchin roe, granulation technology, process optimization, sensory evaluation, response surface, nutritional value, functional foods

**Acknowledgments:** the research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation No. 24-26-20058, <https://rscf.ru/project/24-26-20058/>, as well as during the implementation of Agreement No. 199 dated 05/03/2024 between the Ministry of Education and Science of the Murmansk Region and the Federal State Educational Institution of Higher Education "UIA". The authors express their sincere gratitude to Ekaterina E. Shvaleva, a student of the 19.03.03 department of Animal Nutrition, for her active participation in the experimental part of the study and the design of the results obtained.

**For citation:** Grokhovsky V. A., Ershov M. A., Kuranova L. K., Artemyev Yu. A., Volchenko V. I., Zhivlyantseva Iu. V. Optimization of the operating parameters of pelletizing sea urchin caviar. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry.* 2026;2:115-121. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2026-2-115-121>. EDN ZLHIDT.

### Введение

Одним из важных промысловых водных биоресурсов является морская еж. Многолетние наблюдения доказали правдивость утверждения, что мор-

ские ежи не стареют. В науке считается, что первым показателем старения является снижение репродуктивных способностей и возможности регенерации клеток. У этих морских обитателей такого сниже-

ния не наблюдается, к тому же они умеют самоисцеляться [1, 2].

Из известных в мире около 1 000 видов морских ежей в настоящее время добывают не более 15 видов. Морской зеленый еж (*Strongylocentrotus droebachiensis*) является наиболее популярным видом мирового промысла этих гидробионтов и одним из наиболее многочисленных представителей обитателей сублиторали Мурмана [3]. Наибольшую ценность морского ежа представляют его половые железы – гонады, – включающие семенники и икру, однако при использовании их не разделяют, объединяя общим товарным термином «икра».

Полезные свойства икры ежей заключаются в широком спектре активных веществ, входящих в ее состав. Они интенсифицируют обменные процессы в организме, повышают энергичность, половую активность, оказывают благоприятное воздействие на сердечно-сосудистую систему и функцию щитовидной железы. Икра морских ежей имеет большой антиоксидантный потенциал и выраженное противовоспалительное действие. Антимикробное (антибактериальное и антигрибковое) действие икры морского ежа активно изучается и в будущем может стать основой для разработки природных антибиотиков [4–7].

Наиболее популярен этот деликатес в Японии, поскольку является неотъемлемой частью национальных блюд суши и сашими, в последние годы растет спрос на этот продукт и в Российской Федерации для питания в лечебных и оздоровительных целях [8].

Высокая пищевая и биологическая ценность и растущий спрос на икру морских ежей на внутреннем и международном рынках, с одной стороны, и слишком специфические и не для всех привлекательные ее вкусовые свойства, с другой, являются предпосылками разработки технологии производства продукции на основе икры ежей, привлекательной в гастрономическом плане.

Икра морских ежей извлекается в ястыках, которые по внешнему виду похожи на ярко-желтые или рыжеватые дольки, причем диаметр самой икринки составляет менее 1 мм. Ястыки под действием активного комплекса собственных ферментов постепенно теряют форму (в их составе более 70 % воды) и превращаются в киселеобразную массу.

У населения России слово «икра» ассоциируется с пищевым продуктом в форме отдельных икринок (зерен), поэтому внешний вид свежей икры морских ежей недостаточно презентабелен для потребителя. С целью укрупнения размера икринки был предложен и запатентован способ получения зернистой икры морских ежей [9], похожей по внешнему виду (размеру и форме икринок) на зернистую икру осетровых и лососевых рыб. Предложенный способ включает извлечение гонад из панциря ежей, их промывку, очищение от примесей, гомогенизацию до получения однородной массы, формирование гранул с использованием расти-

тельного загустителя Омгель 50 Стабил в растворе хлорида кальция, последующую промывку и посол полученных укрупненных зерен икры. При этом процесс гранулирования осуществляется поэтапно при температуре от 15 до 20 °С. Изобретение позволяет получить новый пищевой продукт «Зернистая икра морского ежа» (ЗИМЕ), который имеет традиционную для потребителя форму икры (диаметр зернистой икринки варьирует в пределах от 3,0 до 5,0 мм и при этом сохраняет все вкусоароматические характеристики и химические, биохимические и лечебно-профилактические свойства исходного продукта.

*Цель данной работы* – установление наиболее оптимальных значений факторов, влияющих на формирование икринок.

Задачи исследования:

- произвести анализ, уточнение и выбор факторов, влияющих на формирование икринок при изготовлении ЗИМЕ охлажденной;
- установить наиболее оптимальные значения параметров на стадии гранулирования, обеспечивающих получение ЗИМЕ с заданными свойствами (внешний вид, консистенция, вкус, общая приемлемость);
- выработать продукт по оптимизированным режимным параметрам и определить органолептические, физико-химические и микробиологические свойства готовой продукции.

#### **Материалы и методы**

Объект исследования – гонады морского зеленого ежа (*Strongylocentrotus droebachiensis*), выловленного в губе Териберская Баренцева моря в период с апреля по июнь 2025 г.

В процессе экспериментальных работ применяли методы планирования эксперимента, органолептические, физико-химические, микробиологические методы исследования.

В процессе аналитических и экспериментальных исследований использовали ортогональный центральный композиционный план второго порядка для ряда факторов.

Органолептические и физические показатели сырья и продукции определяли по ГОСТ 7631-2008, химические показатели – по ГОСТ 7636-85, микробиологические показатели: количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) – по ГОСТ 10444.15-94; бактерии группы кишечных палочек (колиформы) (БГКП) – по ГОСТ 31747-12; *S. aureus* – ГОСТ 31746-12; *Salmonella* – ГОСТ 31659-2024; *Listeria monocytogenes* – ГОСТ 32031-2022; *V. parahaemolyticus* – МУК 4.2.2046-06.

Размер икринки определяли штангенциркулем Mechanic 150.

В качестве устройства для формирования капель использовали лабораторную мультипипетку, позволяющую формировать одновременно капли эмульсии объемом  $5 \times 10^{-3} \text{ см}^3$  со скоростью 50 кап./мин.

### Результаты исследования и обсуждение

Проведены эксперименты по изготовлению ЗИМЕ с целью решения научной проблемы по формированию икринок, имеющих стабильные органолептические показатели качества, в первую очередь по внешнему виду (шарообразной формы и упругой консистенции).

После выемки икры, ее очистки (путем миксирования с последующей фильтрацией и инспектирования с целью удаления возможных частиц панциря, иголок и других примесей) икру смешивали с 5 %-м раствором структурообразователя Омгель 50 Стабил в соотношении 1 : 1, миксировали до получения однородной икорной эмульсии. Подготовленную

эмульсию гранулировали путем прокапывания из мультипипетки, зафиксированной на определенной высоте (от 13,6 до 27,4 см от уровня раствора) в емкость с раствором хлорида кальция различной концентрации (от 0,61 до 1,39 %), в котором осуществлялось образование икринок (при постоянном перемешивании магнитной мешалкой для исключения слипания образовавшихся гранул).

При оптимизации технологии ЗИМЕ были выбраны следующие факторы, влияющие на формирование икринок: высота падения капель икорной эмульсии  $X_1$  и концентрация раствора хлорида кальция  $X_2$ . Проведено планирование эксперимента, исходные данные которого представлены в табл. 1.

Таблица 1

Table 1

#### Значения изменяемых факторов, интервалы и пределы

#### Values of variable factors, intervals, and ranges

Фактор	Значение			Интервал
Высота падения капель икорной эмульсии $X_1$ , см	15,0	20,0	25,0	5,0
Концентрация раствора $\text{CaCl}_2$ $X_2$ , %	0,75	1,0	1,25	0,25

В качестве параметра оптимизации  $Y$  выбрана органолептическая оценка создаваемого продукта (ЗИМЕ) в баллах в соответствии с ранее разработанной 15-балльной шкалой, включающей коэффициенты значимости.

По отработанной технологии, в соответствии с пла-

ном эксперимента, изготовлены образцы нового икорного продукта с использованием влияющих на формирование икринок факторов  $X_1$  и  $X_2$ . Полученные образцы ЗИМЕ подвергнуты органолептической оценке. Результаты эксперимента занесены в табл. 2.

Таблица 2

Table 2

#### Результаты экспериментальных работ по изготовлению формованной икры

#### Results of experimental work on the production of molded caviar

№ эксперимента	Условия опытов		Параметр оптимизации $Y_0$ , баллы
	$X_1$	$X_2$	
1	25,0	1,25	11,2
2	25,0	0,75	10,0
3	15,0	1,25	14,4
4	15,0	0,75	8,5
5	20,0	1,00	11,1
6*	13,6	1,00	8,7
7*	27,4	1,25	10,2
8*	20,0	0,61	7,8
9*	20,0	1,39	9,9

\* Эксперименты, где все факторы, кроме одного, зафиксированы на центральном уровне, а оставшийся варьируется на величину  $\pm 1,41$ .

С помощью программы DataFit 9.1 и метода центрального ортогонального планирования эксперимента проведена математическая обработка результатов экспериментов, указанных в табл. 2, и получе-

но соответствующее уравнение регрессии, адекватно описывающее влияние используемых ингредиентов на органолептическую оценку качества ЗИМЕ:

$$Y = 569,9 + 78,1 \cdot x_1 - 4,1 \cdot x_1^2 + 7,1 \cdot x_1^3 + 293,5 / x_2 - 268,4 / x_2^2 + 76,9 / x_2^3,$$

где  $Y$  – органолептическая оценка создаваемого продукта, балл;  $x_1$  – высота падения капель икорной эмульсии, см;  $x_2$  – концентрация раствора хлорида кальция, %. Коэффициенты регрессии, полученные с помощью программы DataFit 9.1, значимы с дове-

рительной вероятностью 0,95, критерий Фишера 11,37; вероятность неадекватности – 0,083. Графическая интерпретация уравнения регрессии приведена на рис. 1.

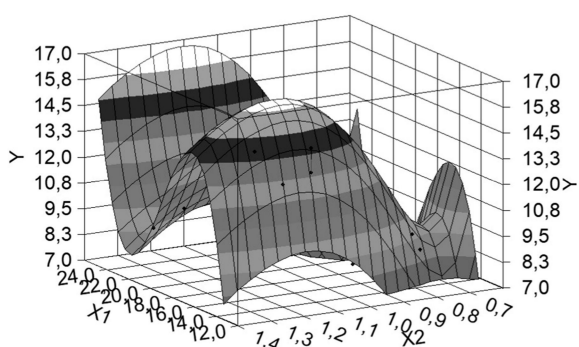


Рис. 1. Поверхность отклика в виде графической интерпретации уравнения регрессии

Fig. 1. Response surface as a graphical interpretation of the regression equation

Оптимальные факторы  $X_1$  и  $X_2$  были определены методом дифференцирования (нахождения экстремумов) и имеют следующие значения:

–  $X_1$  – высота падения капель икорной эмульсии составила 16,5 см;

–  $X_2$  – концентрация раствора  $\text{CaCl}_2$  составила 1,14 %.

В соответствии с найденными оптимальными факторами  $X_1$  и  $X_2$  был проведен эксперимент (в двукратной повторности) по формированию икринок с последующей промывкой и посолом полученных укрупненных зерен, т. е. с доведением продукта до готовности.

Полученные икринки морских ежей по своей форме приближались к сферической с диаметром от 3 до 5 мм (рис. 2).



Рис. 2. Зернистая (формованная) икра морских ежей

Fig. 2. Granular (molded) sea urchin caviar

Изготовленная зернистая икра морских ежей была расфасована в стеклянные банки и направлена на исследования по комплексу микробиологических, органолептических и химических показателей.

В табл. 3 представлены результаты микробиологического исследования качества продукции на соответствие требованиям технических регламентов [10, 11], в табл. 4 – результаты исследования ее химического состава.

Таблица 3

Table 3

**Микробиологическая оценка качества зернистой (формованной) икры морского ежа**

**Microbiological assessment of the quality of granular (molded) sea urchin caviar**

Показатель	Норматив*	Результат исследований
КМАФАнМ	не более $5 \cdot 10^4$ КОЕ/г	менее $1 \cdot 10^1$
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы)	не допускаются в 0,01 г продукции	не обнаружено
<i>S. aureus</i>		
<i>Salmonella</i>		
<i>Listeria monocytogenes</i>		
<i>V. parahaemolyticus</i>	не более 100 КОЕ/г	менее $1,0 \cdot 10^1$

\* Согласно [11].

Таблица 4

Table 4

**Химический состав зернистой (формованной) икры морского ежа, %**

**Chemical composition of granular (molded) sea urchin caviar, %**

Липиды	Белки	Углеводы	Вода	Зола	Хлорид натрия	Энергетическая ценность 100 г продукта, ккал/кДж
$3,41 \pm 0,1$	$7,48 \pm 0,02$	$0,8 \pm 0,03$	$83,66 \pm 0,4$	$4,45 \pm 0,23$	$3,88 \pm 0,02$	64/267

Результатами микробиологических исследований подтверждено соответствие качества разработанного

продукта требованиям, предъявляемым к пищевой продукции из морского ежа; результаты химических

исследований зернистой икры морского ежа свидетельствуют о сбалансированном составе нутриентов продукции и ее невысокой калорийности.

Проведена дегустационная оценка готовой продукции по основным органолептическим показателям. Полученный продукт представляет собой икринки округлой формы диаметром 3–5 мм, с четкими краями; икринки чистые, целые; консистенция икринок плотная, упругая; вкус слегка солоновато-сладковатый со слабым привкусом йода, свойственный икре морских ежей; аромат, свойственный охлажденной икре морских ежей, со слабым ароматом йода; цвет от светло-желтого до светло-оранжевого.

В соответствии с разработанной балльной шкалой оценки качества зернистой икры результаты суммарной балльной оценки качества изготовленных по уточненной технологии образцов ЗИМЕ составили от 14,3 до 14,6 баллов, что соответствует отличному качеству сформированных икринок.

По результатам проведенных исследований разработан проект изменений в технологическую инструкцию по выпуску нового вида пищевой продукции «Икра морских ежей "Зернистая"».

В настоящее время научно-исследовательские работы продолжаются в направлении изучения биологической ценности (амино- и жирнокислотного составов) ЗИМЕ и использования щадящих

режимов тепловой обработки ЗИМЕ для увеличения срока хранения разработанной продукции.

### Заключение

Оптимизирована технология производства зернистой икры морских ежей, позволяющая получать продукт с заданными геометрическими характеристиками – сферической формой и размером икринок от 3 до 5 мм.

Определены параметры процесса гранулирования, близкие к оптимальным: установлено, что высота падения капли эмульсии 16,5 см и концентрация раствора хлорида кальция 1,14 % обеспечивают стабильное формирование икринок с высокими органолептическими показателями.

Созданный продукт расширяет ассортимент пищевой продукции функционального назначения, предложенная технология придает ценному сырью – икре морских ежей – привычную для потребителя форму зернистой икры лососевых рыб, что повышает его потребительскую привлекательность.

Подтверждена пищевая ценность и безопасность продукта «Зернистая икра морских ежей» характеризуется сбалансированным составом с содержанием белка 7,48 %, липидов 3,41 % и низкой калорийностью (64 ккал / 100 г) при полном соответствии микробиологическим показателям безопасности.

### Список источников

1. Лебская Т. К., Шаповалова Л. А. Биохимические особенности баренцевоморского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis* и аспекты комплексной его переработки. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2008. 136 с.

2. Польза икры морского ежа для организма. URL: <https://dikoved.ru/article/19463-polza-ikry-morskogo-ezha-dlya-organizma/> (дата обращения: 03.11.2025).

3. Лебская Т. К. и др. Химический состав и биохимические свойства гидробионтов прибрежной зоны Баренцева и Белого морей. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1998. 150 с.

4. Пат. № 2604821 С1 РФ, МПК А23L 33/10, А23L 17/00, А23L 17/30. Биологически активная добавка к пище (варианты) / Воскобойников Г. М., Стадников В. Л.; № 2015146909/13; заявл. 30.10.2015; опубл. 10.12.2016.

5. Пат. № 2219806 С1 РФ, МПК А23L 1/30, А23L 1/325, А23L 1/328. Пищевая биологически активная добавка «Энерголам плюс» / Масленников Б. Н., Костелев Н. А.; № 2002110993/13; заявл. 25.04.2002; опубл. 27.12.2003.

6. Куранова Л. К., Гроховский В. А., Бражная И. Э., Скрипова О. Е., Ромашов В. К. К вопросу разработки технологии новых пищевых продуктов на основе икры морских ежей // Биотехнология – драйвер развития экономики территорий: материалы II Всерос. науч.-практ.

конф. (Мурманск, 26 ноября 2024 г.). Мурманск: Изд-во МАУ, 2025. С. 34–37.

7. Бондаренко А. Г., Гроховский В. А. Майонезный соус с функциональными добавками // Современные эколого-биологические и химические исследования, техника и технология производств: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Мурманск, 25 апреля 2018 г.). Мурманск: Изд-во МГТУ, 2018. С. 141–147.

8. Матвеева В. А., Шульгина Л. В. Технология получения мороженой икры морских ежей и оценка ее качества // Изв. Дальневосточ. федер. ун-та. Экономика и управление. 2023. № 3 (107). С. 109–121.

9. Пат. 2732494 РФ № 2019114441. Способ получения зернистой икры морских ежей / Артемьев Ю. А., Артемьев Р. Ю.; заявл. 08.05.2019; опубл. 17.09.2020, Бюл. № 26. 5 с.

10. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции // Евразийская экономическая комиссия. URL: [https://docs.cntd.ru/document/902320560?ysclid=mpcisxojl49593333333/](https://docs.cntd.ru/document/902320560?ysclid=mpcisxojl4959333333/) (дата обращения: 03.11.2025).

11. ТР ЕАЭС 040/2016. О безопасности рыбы и рыбной продукции // Евразийская экономическая комиссия. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420394425?ysclid=mpcirg9zb7545333729/> (дата обращения: 03.11.2025).

### References

1. Lebskaya T. K., Shapovalova L. A. *Biohimicheskie osobennosti barencevomorskogo ezha Strongylocentrotus droebachiensis i aspekty kompleksnoj ego pererabotki* [Biochemical features of the Barents Sea urchin *Strongylocentrotus*

*droebachiensis* and aspects of its complex processing]. Murmansk, Izd-vo MG TU, 2008. 136 p.

2. *Pol'za ikry morskogo ezha dlya organizma* [The benefits of sea urchin caviar for the body]. Available at:

<https://dikoved.ru/article/19463-polza-ikry-morskogo-ezha-dlya-organizma/> (accessed: 03.11.2025).

3. Lebskaya T. K. i dr. *Himicheskij sostav i biohimicheskie svoystva gidrobiontov pribrezhnoj zony Barenceva i Belogo morej* [Chemical composition and biochemical properties of aquatic organisms of the coastal zone of the Barents and the White Seas]. Murmansk, Izd-vo PINRO, 1998. 150 p.

4. Voskobojnikov G. M., Stadnikov V. L. *Biologicheski aktivnaya dobavka k pishche (varianty)* [Biologically active food additive (options)]. Patent № 2604821 C1 RF; 10.12.2016.

5. Maslennikov B. N., Kostelev N. A. *Pishchevaya biologicheskii aktivnaya dobavka «Energolam plyus»* [Dietary bio-logically active supplement “Energolam plus”]. Patent № 2219806 C1 RF; 27.12.2003.

6. Kuranova L. K., Grohovskij V. A., Brazhnaya I. E. Skripova O. E., Romashov V. K. K voprosu razrabotki tekhnologii novyh pishchevyh produktov na osnove ikry morskikh ezhej [On the issue of developing technology for new food products based on sea urchin caviar]. *Biotekhnologiya – drazver razvitiya ekonomiki territorij: materialy II Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Murmansk, 26 noyabrya 2024 g.)*. Murmansk, Izd-vo MAU, 2025. Pp. 34-37.

7. Bondarenko A. G., Grohovskij V. A. Majoneznyj sous

s funkcional'nymi dobavkami [Mayonnaise sauce with functional additives]. *Sovremennye ekologo-biologicheskie i himicheskie issledovaniya, tekhnika i tekhnologiya proizvodstv: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Murmansk, 25 aprelya 2018 g.)*. Murmansk, izd-vo MGTU, 2018. Pp. 141-147.

8. Matveeva V. A., Shul'gina L. V. Tekhnologiya polucheniya morozhenoj ikry morskikh ezhej i ocenka ee kachestva [The technology of obtaining frozen sea urchin caviar and its quality assessment]. *Izvestiya Dal'nevostochnogo federal'nogo universiteta. Ekonomika i upravlenie*, 2023, no. 3 (107), pp. 109-121.

9. Artem'ev Yu. A., Artem'ev R. Yu. *Sposob polucheniya zernistoj ikry morskikh ezhej* [The method of obtaining granular caviar of sea urchins]. Patent 2732494 RF № 2019114441; 17.09.2020.

10. *TR TS 021/2011. O bezopasnosti pishchevoj produkcii* [On Food Safety]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/902320560?ysclid=mpcisxojl4959333333/> (accessed: 19.05.2026).

11. *TR EAES 040/2016. O bezopasnosti ryby i rybnoj produkcii* [The Law on the Safety of Fish and Fish products]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/420394425?ysclid=mpcirg9zb7545333729/> (accessed: 19.05.2026).

Статья поступила в редакцию 15.11.2025; одобрена после рецензирования 22.01.2026; принята к публикации 20.05.2026  
The article was submitted 15.11.2025; approved after reviewing 22.01.2026; accepted for publication 20.05.2026

### Информация об авторах / Information about the authors

**Владимир Александрович Гроховский** – доктор технических наук, профессор; профессор кафедры технологий пищевых производств; Мурманский арктический университет; grokhovskiyva@mauniver.ru

**Михаил Александрович Ершов** – кандидат технических наук; старший научный сотрудник кафедры технологий пищевых производств; Мурманский арктический университет; ershovma@mstu.edu.ru

**Людмила Казимировна Куранова** – кандидат технических наук; ведущий научный сотрудник кафедры технологий пищевых производств; Мурманский арктический университет; kuranovalk@mstu.edu.ru

**Юрий Александрович Артемьев** – директор; ООО «Баренцморепродукт»; artemevfish@ya.ru

**Василий Игоревич Волченко** – кандидат технических наук, доцент; профессор кафедры технологий пищевых производств; Мурманский арктический университет; volchenkovi@mauniver.ru

**Юлия Вячеславовна Живлянцева** – начальник отдела микробиологических исследований; Национальный центр безопасности рыбной и сельскохозяйственной продукции агропромышленного комплекса; youliapetrakova@mail.ru

**Vladimir A. Grokhovskiy** – Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department of Food Production Technologies; Murmansk Arctic University; grokhovskiyva@mauniver.ru

**Mikhail A. Ershov** – Candidate of Technical Sciences; Senior Researcher of the Department of Food Production Technologies; Murmansk Arctic University; ershovma@mstu.edu.ru

**Ludmila K. Kuranova** – Candidate of Technical Sciences; Leading Researcher of the Department of Food Production Technologies; Murmansk Arctic University; kuranovalk@mstu.edu.ru

**Yuri A. Artemyev** – Director; Barents Sea Products, LLC; artemevfish@ya.ru

**Vasily I. Volchenko** – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Professor of the Department of Food Production Technologies; Murmansk Arctic University; volchenkovi@mauniver.ru

**Iuliia V. Zhivlyantseva** – Head of Department of Microbiological Research; Nation Center for Fish and Agricultural Products Safety of the Agro-Industrial Complex; youliapetrakova@mail.ru

