

Характеристика пищевой продукции из голотурий при их комплексной переработке

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-5-

Научная статья
УДК 664.97

Кузнецов Юрий Николаевич – кандидат технических наук, заведующий отделом безопасности и технологии переработки сырья и разработок, @ yuriy.kuznetsov@tinro.ru, Владивосток, Россия;

Слуцкая Татьяна Ноевна – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории технологии переработки гидробионтов, @ tatyana.slutskaya@tinro.ru, Владивосток, Россия;

Тимчишина Галина Николаевна – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии переработки гидробионтов, @ galina.timchishina@tinro.ru, Владивосток, Россия –

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО») Тихоокеанский филиал («ТИНРО»)

Адрес: 690091, г. Владивосток, переулок Шевченко, дом 4

Аннотация.

Приведены результаты, показывающие возможность комплексного использования голотурий для получения пищевой продукции, в том числе – биологически активных добавок (БАД). Показана возможность корректировки аминокислотного состава кулинарной продукции на основе кукумарии, путем добавления компонентов наземного происхождения. Приведены характеристики БАД из мышечной ткани голотурий. Обоснованы условия рациональной переработки отходов от разделки трепанга и кукумарии с использованием протеолиза. Полученные продукты содержат гликозиды, аминоксахара, коллаген и селен.

Ключевые слова:

голотурии, комплексная переработка, протеолиз, БАД

Для цитирования:

Кузнецов Ю.Н., Слуцкая Т.Н., Тимчишина Г.Н. Характеристика пищевой продукции из голотурий при их комплексной переработке // Рыбное хозяйство. 2023. № 5. С. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-5-

CHARACTERISTICS OF FOOD PRODUCTS FROM HOLOTHURIAS DURING THEIR COMPLEX PROCESSING

Yuri N. Kuznetsov – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Safety and Technology of processing of Raw Materials and Developments, @ yuriy.kuznetsov@tinro.ru, Vladivostok, Russia;

Tatiana N. Slutskaia – Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Laboratory of Hydrobiont Processing Technology, @ tatyana.slutskaia@tinro.ru, Vladivostok, Russia;

Galina N. Timchishina – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, leading researcher at the Laboratory of Hydrobiont Processing Technology, @ galina.timchishina@tinro.ru, Vladivostok, Russia – All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) Pacific Branch (TINRO)

Address: 4 Shevchenko Lane, Vladivostok, 690091

Annotation. The results showing the possibility of complex use of holothurians for obtaining food products, including biologically active additives (BAA) are presented. The possibility of adjusting the amino acid composition of culinary products based on cucumaria by adding components of terrestrial origin is shown. The characteristics of dietary supplements from the muscle tissue of holothurians are given. The conditions for the rational processing of waste from the cutting of trepang and cucumaria using proteolysis are substantiated. The resulting products contain glycosides, amino sugars, collagen and selenium.

Keywords:

holothuria, complex processing, proteolysis, dietary supplements

For citation:

Kuznetsov Yu.N., Slutskaia T.N., Timchishina G.N. Characteristics of food products from holothurians during their complex processing // Fisheries. 2023. No. 5. Pp. ...DOI: 10.37663/0131-6184-2023-5-

ВВЕДЕНИЕ

Голотурии, особенно, трепанг, считаются одними из самых ценных морских объектов. Несмотря на то, что в российских прибрежных водах обитают около 100 видов голотурий, среди которых более известны *Thekenota ananas*, *Actinopyga miliaris*, *Holothuria nobilis*, дальневосточный трепанг *Apostichopus japonicus* ценится наиболее высоко (имеет наивысший уровень ценовой категории), и пользуется устойчивым спросом не только в России, но и в Китае, Японии, Корее [3]. Он содержит набор биологически активных соединений белкового, полисахаридного происхождения, а также метаболиты – тритерпеновые гликозиды, что обеспечивает комплексное воздействие на организм и обуславливает его высокую биологическую ценность [15; 19; 20].

Другие виды голотурий представляют интерес не только в качестве пищевого сырья, но и как источники биологически активных веществ – кукумария японская и охотская (*C.japonica*, *C.okhotensis*); запасы их в дальневосточных морях значительны, и промысел никогда не прекращался. Известно, что голотурии содержат тритерпеновые гликозиды, сходные по биологическому действию с гликозидами женьшеня [8], что, в сочетании с пептидами коллагена, обеспечивает лечебно-профилактический эффект [16]. При разделке кукумарии и трепанга, в процессе производства пищевых продуктов образуются отходы – обрезки прианальных участков и венчиков со щупальцами вместе с небольшими прирезами (1-2 см) мышечной ткани, не имеющие до настоящего времени рационального применения. Целью данной работы является обоснование комплексной переработки голотурий с получением различных вариантов пищевой продукции, в том числе – БАД.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Химический состав определяли по ГОСТ 7636-85 [10]; количество тритерпеновых гликозидов устанавливали спектрофотометрически [2]; количество аminosахаров определяли в соответствии с Руководством Р.4.1.1672-03 [9]. Измерение концентрации селена проводили на атомно-абсорбционном спектрофотометре АА6800 (Shimadzu, Япония) с применением матричного палладиевого модификатора 7289 (Merk, Германия), после кислотной минерализации образцов по ГОСТ 26929-94 [11]. Для гидролиза отходов использовали протамекс (Novozymes, Дания) или протосубтилин (ООО «Сиббиофарм», Россия) с активностью 400 ПЕ/г и 2000 ЦЕ/г, соответственно. Температурные условия протеолиза находились в пределах 50-55°C, согласно известным температурным оптимумам для ферментов, реакцию проводили при рН 5,8-6,0, продолжительностью 1-4 часа. Аминокислотный состав исследовали на аминокислотном анализаторе Hitachi L-8800, с учетом шкалы ФАО/ВОЗ [13]. Определение количества коллагена проводили по стандартной методике [4], в качестве стандарта, для построения калибровочного графика, использовали оксипролин. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью пакета статистических программ «Master Statistics», «Statistica», «Excel».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Традиционным способом получения пищевой продукции из мышечной ткани (мышечного мешка) голотурий является приготовление кулинарных изделий с добавлением компонентов животного и растительного происхождения, количество и соотношение которых зависит от принятых условий на предприятии-изготовителе. Как правило, массовая

Таблица 1. Количество незаменимых аминокислот кукумарии и кулинарной продукции из нее, г/100 г белка, среднее $\pm \sigma$ / **Table 1.** The amount of essential amino acids of cucumaria and culinary products from it, g /100 g of protein, average $\pm \sigma$

Аминокислота	Вареная кукумария		Кулинарная продукция		Шкала ФАО/ВОЗ*
	<i>C.japonica</i>	<i>C.okhotensis</i>	<i>C.japonica</i>	<i>C.okhotensis</i>	
Валин	3,9 \pm 0,1	4,3 \pm 0,2	4,2 \pm 0,1	4,4 \pm 0,1	3,9
Лейцин	4,5 \pm 0,1	5,5 \pm 0,2	6,8 \pm 0,2	7,2 \pm 0,3	5,9
Изолейцин	2,8 \pm 0,1	3,5 \pm 0,1	3,9 \pm 0,1	4,2 \pm 0,1	3,0
Треонин	4,0 \pm 0,2	4,6 \pm 0,2	4,2 \pm 0,1	4,6 \pm 0,2	2,3
Метионин + цистеин	0,7 \pm 0,1	1,9 \pm 0,1	2,0 \pm 0,1	2,4 \pm 0,1	3,2
Лизин	2,3 \pm 0,1	4,0 \pm 0,1	6,3 \pm 0,3	6,8 \pm 0,2	5,5
Фенилаланин + тирозин	4,3 \pm 0,2	4,5 \pm 0,2	6,5 \pm 0,2	6,0 \pm 0,3	3,8
Гистидин	1,0 \pm 0,1	1,4 \pm 0,1	2,8 \pm 0,2	2,9 \pm 0,1	1,5

* Примечание: ФАО/ВОЗ [13]

доля трепанга или кукумарии при этом составляет 30-35%.

Поскольку большую часть белка голотурий составляет коллаген [6], который, как давно известно, является неполноценным, использование компонентов животного происхождения, при производстве пищевой продукции, позволяет скорректировать аминокислотный состав, приближая его, по количеству большинства незаменимых аминокислот, к рекомендуемому (табл. 1).

Отмечено, что использование в составе кулинарной продукции (на примере кукумарии) мяса, овощей, а также – вкусовых добавок обеспечивает ее высокую органолептическую оценку.

Получение кулинарной продукции из голотурий, после их предварительной термообработки, как известно, сопровождается значительной и неизбежной потерей физиологически ценных белков, минеральных веществ, полисахаридов, аминокислот и, характерных для этого сырья, метаболитов, в частности – тритерпеновых гликозидов [1; 18].

Технология же биологически активных добавок основана на приемах сохранения указанных компонентов, а также концентрировании, с целью повышения количества целевых веществ на единицу продукции. Этот принцип нашел воплощение в процессе получения из мышечной ткани голотурий БАД «Морской кудесник» и «Морской целитель» (табл. 2), при производстве которых

предусмотрена кратковременная тепловая обработка, а высокое количество гликозидов, аминокислот и коллагена обеспечивается удалением воды посредством специального термического воздействия.

В технологиях «Морского Кудесника» и «Морского Целителя» используется кратковременная тепловая обработка сырья, приводящая к частичной деструкции коллагена. Готовые продукты представляют собой сухие порошки в желатиновых капсулах (рис. 1, а, б).

Получение «Трепанга на меду» (рис. 1, в) основано на продолжительной экспозиции смеси измельченной мышечной ткани и меда, что способствует частичному переходу твердых компонентов в желеобразное состояние.

Дальнейшее тепловое воздействие, а также использование разрешенных структурообразователей приводит к формированию вязкого продукта (вязкость от 2,5 до 4,0 Па*с), устойчивого в хранении. Длительное хранение данного БАД обеспечивается как тепловой обработкой в процессе изготовления (пастеризация и горячий розлив), так и использованием меда, который является не только вкусовой добавкой, но и проявляет консервирующие свойства. Согласно современным представлениям, антимикробный эффект меда определяется ингибином – гормоном сложного белково-углеводного состава, который участвует в репродуктивных процессах [12]. Возможно, что при хранении антимикробное действие обеспечивается выделением в меду



Рисунок 1. Образцы БАД:

- а) Морской кудесник;
- б) Морской целитель;
- в) Трепанг на меду

Figure 1. Samples of dietary supplements:

- a) Sea magician;
- b) Sea healer;
- c) Trepang on honey

Таблица 2. Характеристика БАД, полученных из мышечной ткани голотурий / **Table 2.** Characteristics of dietary supplements obtained from the muscle tissue of holothurium

Наименование БАД	Гликозиды, мг/г	Аминосакхара, мг/г	Коллаген, мг/г	Селен, мг/кг	Вода, %
«Морской Кудесник» из трепанга»	8,0 - 12,0	4,0 - 8,0	42,0-45,0	9,1 -10,3	10,0 - 12,0
«Морской Целитель» из голотурии»	5,0 - 7,0	7,0 - 10,0	50,0-58,0	7,9- 8,4	10,0 - 12,0
«Трепанг на меду»	5,0 - 8,0	3,0 -5,0	5,0-7,0	3,8-4,1	50,0 - 60,0

Таблица 3. Количество биологически активных веществ в лиофильно высушенных ферментолизатах отходов голотурий, среднее $\pm \sigma$ / **Table 3.** The amount of biologically active substances in freeze-dried fermentolysates of holothurium waste, average $\pm \sigma$

Компоненты	Гидролизат из отходов трепанга	Гидролизат из отходов кукумари
Гликозиды, мг/г	220,1 \pm 8,1	280,4 \pm 5,4
Аминосакхара, мг/г	4,5 \pm 0,1	10,9 \pm 0,6
Селен, мкг/г	20,7 \pm 0,7	24,8 \pm 0,9

перекиси водорода в результате ферментативной реакции, катализируемой глюкооксидазой [7].

Сырьем для получения пищевой продукции, в том числе – БАД, как правило, является мускульный мешок голотурий; отходы, образующиеся при разделке, представляют собой прианальные участки и венчики со щупальцами. Нами установлено, что в зависимости от времени добычи, размеров особей, техники разделки их количество составляет от 4 до 6% для трепанга и от 7 до 10% для кукумари. По сравнению с мышечной тканью они в 1,5 раза более минерализованы, при этом содержание биологически активных компонентов сопоставимо с мышечной тканью. Для увеличения доступности их использовали ферментативный гидролиз.

Рациональные условия гидролиза установлены в результате реализации плана трехфакторного эксперимента, что позволило установить время гидролиза – 3,5 ч, количество протеолитического фермента – 2000 ПЕ/кг, pH – 6,0-6,5, гидромодуль – 1:1, температуру – 50-55°C. Установлено, что после соответствующих приемов обработки (инактивация протеаз, фильтрация, лиофилизация) ферментолизаты содержат 70-74% минеральных веществ, 220-280 мг/г гликозидов, 4,5-11,0 мг/г аминокислот, 20,7-24,8 мкг/г селена (табл. 3).

Полученный препарат является источником аминокислот и селена, которому в научных публикациях уделяется много внимания как эссенциальному элементу, необходимому для обеспечения работы сердечно-сосудистой, репродуктивной и других функций организма [5; 14; 17]. Поскольку заметное количество селена присутствует в БАД из голотурий, можно утверждать, что положительный эффект при их использовании обусловлен не только гликозидами, аминокислотами и наличием коллагена, но и высоким количеством селена.

ВЫВОДЫ

Таким образом, комплексное использование голотурий позволяет получить ряд продуктов пи-

щевое и физиологически ценного назначения, соответствующих требованиям здорового питания. Перспективность этого направления подтверждается возможностью производства БАД широкого спектра биологического действия за счет содержания гликозидов, аминокислот, коллагена и селена.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: авторам в равной мере принадлежит участие в постановке цели, планировании и организации работы, получении экспериментальных данных, их обработке и анализе, составлении макета статьи, формулировании выводов, подготовке статьи и ее окончательной проверке.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: the authors equally participate in setting goals, planning and organizing work, obtaining experimental data, processing and analyzing them, drawing up the layout of the article, drawing conclusions, preparing the article and its final verification.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Акулин В.Н., Павел К.Г., Слуцкая Т.Н. [и др.] Эффективность биологически активных добавок из голотурий и совершенствование технологии их получения // Изв.ТИНРО. 2012. Т.170. С. 291-298.
2. Аминин Д.Л., Шевцова Е.Б., Анисимов М.М. [и др.] Спектрофотометрическое определение стихопозида А из голотурии *Stichopus japonicus* S. // Антибиотики. 1981. Т.26. № 8. С.585-588.
3. Ковалев Н.Н., Пивненко Т.Н., Ким Г.Н. Анализ рынка биологически активной продукции из промысловых голотурий (*Echinodermata: Holothuroidea*): сырье и технологии // Рыбное хозяйство. 2016. № 2. С. 112-117.
4. Крылова Н.Н., Лясковская Ю.Н. Физико-химические методы исследования продуктов животного происхождения –М.: Пищепромиздат. 1961. 236 с.
5. Лукьянова О.Н., Ковековдова Л.Т. Струпуль Н.Э. [и др.] Селен в морских организмах. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2006. 152 с.
6. Наседкина Е.А., Касьяненко Ю.И., Слуцкая Т.Н. Особенности химического состава мяса иглокожих // Рыбное хозяйство. 1973. № 7. С. 81- 82.

7. Омаров Ш.М. Апитерапия: продукты пчеловодства в мире медицины – Ростов-на-Дону: Феникс. 2009. 351 с.
8. Попов А.М. Сравнительное изучение тритерпеноидов женьшеня и голотурий // Изв. РАН. Сер.биол. 2002. № 2. С. 155-164.
9. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище: Р 4.1.1677-03.: Утверждено и введено в действие Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации, Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации Г.Г. Онищенко 30 июня 2003 г. —М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 240 с.
10. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа: ГОСТ 7636-85: межгосударственный стандарт: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 27 марта 1985 г. N 898.: дата введения 1986-01-01. М.: Стандартиформ, 2005. 86 с.
11. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов: ГОСТ 26929 – 94: межгосударственный стандарт.: утвержден и введен в действие Постановлением Комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 21 февраля 1995 г. N 78.: взамен ГОСТ 26929-86.: дата введения 1996-01-01. М.: Стандартиформ. 2010. 9 с.
12. Фишер Д.А. (2007). Диагностическое руководство quest по выбору и интерпретации эндокринологических тестов / Д.А. Фишер // 4-е изд. Сан-Юань-Капистрано, Калифорния: Институт диагностики Quest. 369 p. (In Russ.).
13. Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation on Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition. Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition: Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation; World Health Organization: Geneva, Switzerland. 2017.
14. Pal A. (2015). Role of Copper and Selenium in Reproductive // Biology: A Brief Update. Biochem. Pharmacol (Los Angel) // Vol.4. Iss.4. P.5
15. Park, Soo-Yeong Pepsin-solubilised collagen (PSC) from Red Sea cucumber (*Stichopus japonicus*) regulates cell cycle and the fibronectin synthesis in HaCaT cell migration / Soo-Yeong Park, Hee Kyoung Lim, Seogjae Lee [et al.] // Food Chemistry. 2012. Vol. 132, Iss. 1. Pp. 487-492. DOI:10.1016/j.foodchem.2011.11.032
16. Pérez-Vega J.A. L.Olivera-Castillo, J.A.Gómez-Ruiz [et al.] (2013). Release of multifunctional peptides by gastrointestinal digestion of sea cucumber (*Isostichopus badionotus*) Release of multifunctional peptides by gastrointestinal digestion of sea cucumber (*Isostichopus badionotus*) // J. Functional Foods. Vol. 5, Iss. 2. P. 869-877. DOI: 10.1016/j.jff.2013.01.036.
17. Rayman M.P. (2012). Selenium and Human health Review // Lancet. Vol. 379. P. 1256-1268.
18. Slutsкая T.N., Kim A.G., Chernova E.V. (2013). Changes of the quantitative content biologically active substances and collagen under the thermal processing of Holothurians (*Holothuridae*) // Ecology of marginal seas and their Basins. Materials of the International Scientific Conference. September, 28-30. Vladivostok, Russia. P. 285-291.
19. Tian F., Zhang, Y. Tong [et al.] (2005). PE, a new sulfated saponin from sea cucumber, exhibits anti-angiogenic and anti-tumor activities in vitro and in vivo // Cancer Biol Ther. Vol. 4(8). P.874-882. DOI: 10.4161/cbt.4.8.1917
20. Tripoteau L., Bedoux G., Gagnon J. [et al.]. (2015). In vitro antiviral activities of enzymatic hydrolysates extracted from byproducts of the Atlantic holothurian *Cucumaria frondosa* // Process Biochemistry. Vol. 50, Iss. 5. P. 867-875. DOI: 10.1016/j.procbio. 2015.02.012.

REFERENCES AND SOURCES

1. Akulin V.N., Pavel K.G., Slutsкая T.N. [et al.] The effectiveness of biologically active additives from holothurians and the improvement of their production technology // Izv.TINRO. 2012. T.170. Pp. 291-298. (In Russ.).
2. Aminin D.L., Shevtsova E.B., Anisimov M.M. [et al.] Spectrophotometric determination of strain A from holothuria *Stichopus japonicus* S. // Antibiotics. 1981. Vol.26. No. 8. Pp.585-588.
3. Kovalev N.N., Pivnenko T.N., Kim G.N. Market analysis of biobiological active products from protozoan holothurians (*Echinodermata*:

- Holothuroidea*): raw materials and technologies // Fisheries. 2016. No. 2. Pp. 112-117. (In Russ.).
4. Krylova N.N., Lyaskovskaya Yu.N. Physico-chemical methods of research of animal products—M.: Pishchepromizdat. 1961. 236 p. (In Russ.).
5. Lukyanova O.N., Kovekovdova L.T. Struppul N.E. [et al.] Selenium in marine organisms. – Vladivostok: TINRO-center, 2006. 152 p. (In Russ.).
6. Nasedkina E.A., Kasyanenko Yu.I., Slutsкая T.N. Features of the chemical composition of echinoderm meat // Fisheries. 1973. No. 7. Pp. 81- 82. (In Russ.).
7. Omarov Sh.M. Apitherapy: bee products in the world of medicine – Rostov-on-Don: Phoenix. 2009. 351 p. (In Russ.).
8. Popov A.M. Comparative study of cytotoxic and hemolytic effects of ginseng and holothurium triterpenoids // Izv. RAS. Ser.biol. 2002. No. 2. Pp. 155-164. (In Russ.).
9. Guidelines on methods of quality control and safety of biologically active food additives: P 4.1.1677-03: Approved and put into effect by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation, First Deputy Minister of Health of the Russian Federation G.G. Onishchenko on June 30, 2003 – Moscow: Federal Center for State Sanitary Supervision of the Ministry of Health of Russia, 2004. 240 p. (In Russ.).
10. Fish, marine mammals, marine invertebrates and products of their processing. Methods of analysis: GOST 7636-85: interstate standard: approved and put into effect by the Government of the Russian Federation standards of March 27, 1985 N 898: date of entry 1986-01-01. M.: Standartinform, 2005. 86 p. (In Russ.).
11. Raw materials and food products. Sample preparation. Mineralization for determining the content of toxic elements: GOST 26929 – 94: interstate standard.: approved and put into effect by the Resolution of the Committee of the Russian Federation for Standardization, Metrology and Certification of February 21, 1995 P 78.: instead of GOST 26929-86.: date of introduction 1996-01-01. M.: Standartinform. 2010. 9 p.
12. Fisher D.A. (2007). The quest diagnostic manual endocrinology test selection and interpretation / D.A. Fisher // 4th ed. San Yuan Capistrano, CA: Quest Diagnostics Institute. 369 p.
13. Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation on Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition. Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition: Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation; World Health Organization: Geneva, Switzerland. 2017.
14. Pal A. (2015). Role of Copper and Selenium in Reproductive // Biology: A Brief Update. Biochem. Pharmacol (Los Angel) // Vol.4. Iss.4. P.5
15. Park, Soo-Yeong Pepsin-solubilised collagen (PSC) from Red Sea cucumber (*Stichopus japonicus*) regulates cell cycle and the fibronectin synthesis in HaCaT cell migration / Soo-Yeong Park, Hee Kyoung Lim, Seogjae Lee [et al.] // Food Chemistry. 2012. Vol. 132, Iss. 1. Pp. 487-492. DOI:10.1016/j.foodchem.2011.11.032
16. Pérez-Vega J.A. L.Olivera-Castillo, J.A.Gómez-Ruiz [et al.] (2013). Release of multifunctional peptides by gastrointestinal digestion of sea cucumber (*Isostichopus badionotus*) Release of multifunctional peptides by gastrointestinal digestion of sea cucumber (*Isostichopus badionotus*) // J. Functional Foods. Vol. 5, Iss. 2. P. 869-877. DOI: 10.1016/j.jff.2013.01.036.
17. Rayman M.P. (2012). Selenium and Human health Review // Lancet. Vol. 379. P. 1256-1268.
18. Slutsкая T.N., Kim A.G., Chernova E.V. (2013). Changes of the quantitative content biologically active substances and collagen under the thermal processing of Holothurians (*Holothuridae*) // Ecology of marginal seas and their Basins. Materials of the International Scientific Conference. September, 28-30. Vladivostok, Russia. P. 285-291.
19. Tian F., Zhang, Y. Tong [et al.] (2005). PE, a new sulfated saponin from sea cucumber, exhibits anti-angiogenic and anti-tumor activities in vitro and in vivo // Cancer Biol Ther. Vol. 4(8). P.874-882. DOI: 10.4161/cbt.4.8.1917
20. Tripoteau L., Bedoux G., Gagnon J. [et al.]. (2015). In vitro antiviral activities of enzymatic hydrolysates extracted from byproducts of the Atlantic holothurian *Cucumaria frondosa* // Process Biochemistry. Vol. 50, Iss. 5. P. 867-875. DOI: 10.1016/j.procbio. 2015.02.012.

Материал поступил в редакцию / Received 09.08.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 12.09.2023