

Водные биоресурсы и среда обитания
2023, том 6, номер 2, с. 107–120
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
doi: 10.47921/2619-1024_2023_6_2_107
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online



Aquatic Bioresources & Environment
2023, vol. 6, no. 2, pp. 107–120
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
doi: 10.47921/2619-1024_2023_6_2_107
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

Рыболовство и переработка водных биоресурсов

УДК 664.95:593.75

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СОЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ МЕДУЗЫ *RHIZOSTOMA PULMO* (MACRI, 1778)

© 2023 Л. М. Есина, И. А. Белякова, З. Е. Ушакова, Д. В. Штенина

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону 344002, Россия
E-mail: esina_lm@azniirkh.ru

Аннотация. Рост численности медуз, который наблюдается в последнее время в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне, отрицательно влияет на рыболовство и туристическую деятельность региона. Потребление медуз традиционно для стран Восточной и Юго-Восточной Азии, где технологии обработки медуз основаны на посоле с использованием алюмокалиевых квасцов. Обработка медуз алюмокалиевыми квасцами приводит к накоплению алюминия в готовой продукции и представляет серьезную проблему для здоровья человека. В связи с этим исследования, исключающие использование алюминия при переработке медуз, являются актуальными. Целью исследования являлась разработка альтернативного способа посола медуз *Rhizostoma pulmo* с использованием дубильных веществ, извлеченных из растительного сырья. В статье представлена технологическая схема и приведены технологические параметры изготовления соленой продукции из медуз. Использование дубильных веществ коры дуба и листьев зеленого чая в количестве не менее 0,75 % от массы медузы, направляемой на посол, позволило получить соленую продукцию с уплотненной текстурой. Для получения малосоленой продукции предлагается осуществлять посол в 8–10%-ном солевом растворе при температуре 4 ± 2 °С. На основании установленных технологических параметров и оценки показателей качества и безопасности полученных образцов соленой медузы разработаны технические условия и технологическая инструкция по изготовлению соленой продукции из медуз для дальнейшего ее использования в качестве пищевого ингредиента при приготовлении поликомпонентных блюд.

Ключевые слова: медуза, *Rhizostoma pulmo*, посол, дубильные вещества, кора дуба, чай, алюмокалиевые квасцы, микробиологические показатели

DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY FOR SALTED PRODUCTS DERIVED FROM BARREL JELLYFISH *RHIZOSTOMA PULMO* (MACRI, 1778)

L. M. Esina, I. A. Belyakova, Z. E. Ushakova, D. V. Shtenina

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO"),
Azov-Black Sea Branch of the FSBSI "VNIRO" ("AzNIIRKH"), Rostov-on-Don 344002, Russia
E-mail: esina_l_m@azniirkh.ru

Abstract. Increase in the barrel jellyfish abundance, recently observed in the Azov and Black Sea Fishery Basin, has an adverse effect on the fishery and tourism in the region. Jellyfish consumption is a long-standing tradition for the countries of East and Southeast Asia, where the processing technology for jellyfish is based on the salting involving potassium alum. Jellyfish treatment with potassium alum leads to the accumulation of aluminum in the final product, which poses a threat for the human health. Thus, the research of the jellyfish processing methods excluding the use of aluminum is of utmost importance. This study was aimed at the development of the salting methods for barrel jellyfish *Rhizostoma pulmo* that would involve using plant-based tanning substances. This article presents processing scheme and technological parameters for the salted products derived from jellyfish. Using tanning substances extracted from oak bark and green tea leaves in the quantity of no less than 0.75 % of the jellyfish brought for salting (in terms of weight) made it possible to obtain the salted product with condensed structure. For a lightly salted product, salting should be conducted in 8–10 % saline solution at the temperature 4 ± 2 °C. Based on the identified technological parameters and the assessment of quality and safety characteristics of the obtained samples of salted jellyfish, specifications and processing instruction for the salted products derived from jellyfish for its further use as a food ingredient in multicomponent recipes have been developed.

Keywords: jellyfish, *Rhizostoma pulmo*, salting, tanning substances, oak bark, tea, potassium alum, microbiological characteristics

ВВЕДЕНИЕ

Рост численности медуз в Азовском и Черном морях, который наблюдается в последние годы, обусловлен благоприятными условиями среды: высокой соленостью, повышенной температурой воды и наличием кормовой базы. Медузы являются главными пищевыми конкурентами хамсы и тюльки — основных промысловых объектов Азовского моря, — ухудшая условия нагула этих видов рыб и, в конечном счете, снижая их запасы [1]. В обзоре Ф. Воеро [2] также отмечается, что одной из возможных причин истощения рыбных запасов в Средиземном и Черном морях является рост популяции медуз, и предлагаются рекомендации, направленные на предотвращение их стремительного роста. В перечень рекомендаций входит проведение исследований по переработке медуз на пищевые цели, что будет способствовать повышению устойчивости мирового рыболовства. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО) рассматривает медуз как новый и альтернативный источник пищи [3], характеризующийся низким содержанием углево-

дов, липидов и более высоким содержанием белка, представленного в основном коллагеном. Медузы могут быть одним из компонентов низкокалорийной диеты с низким содержанием жира, холестерина и соли. Калорийность медуз составляет 1,0–4,9 ккал/г с. в., содержание жира находится на уровне 0,4–1,8 г/100 г с. в., белка — 20,0–53,9 г/100 г с. в., минеральных веществ — 15,9–57,2 г/100 г с. в. [4].

Потребление медуз традиционно для таких стран Восточной и Юго-Восточной Азии, как Япония, Китай, Южная Корея, Таиланд, Малайзия, Гонконг, Тайвань, а также других стран, на население которых оказала влияние китайская культура. Медузы в соленом и солено-сушеном виде считаются деликатесом для гурманов за их хрустящую текстуру и способность перенимать вкусовые свойства пищевых ингредиентов, входящих в рецептуры блюд с использованием медуз.

По данным ФАО [5], объемы вылова *Rhopilema* spp. и *Stomolophus meleagris* в 2020 г. составили 255 тыс. т (*Rhopilema* spp. — 222 тыс. т; *Stomolophus meleagris* — 33 тыс. т) (рис. 1).

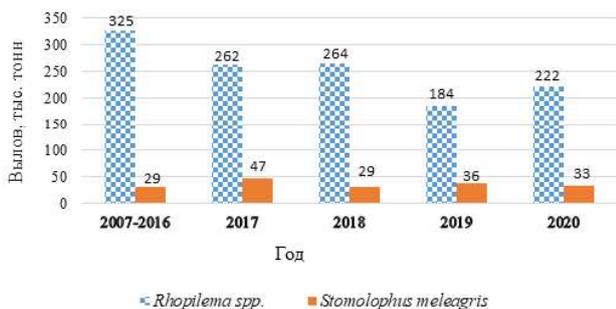


Рис. 1. Объемы вылова *Rhopilema spp.*, *Stomolophus meleagris*

Fig. 1. *Rhopilema spp.*, *Stomolophus meleagris* catch volumes

Падение уловов в 2019 г., по-видимому, можно объяснить ограничениями по функционированию мировых экспортных рынков, связанными с COVID-19. При этом в последние годы наблюдается рост объемов вылова медузы *Rhopilema esculentum*, выращенной в условиях аквакультуры (рис. 2).

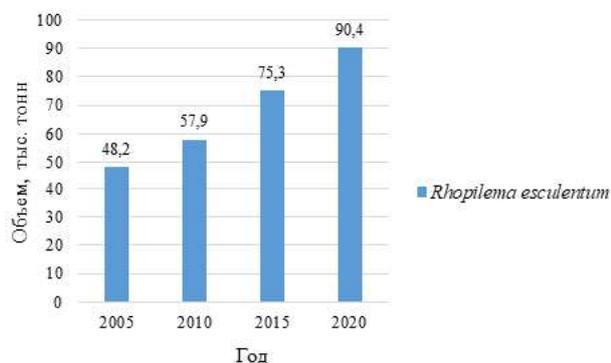


Рис. 2. Объемы вылова объекта аквакультуры *Rhopilema esculentum*

Fig. 2. Catch volumes of *Rhopilema esculentum* grown in aquaculture

Основным способом переработки медуз в азиатских странах является посол с использованием алюмокалиевых квасцов. Хлорид натрия снижает содержание воды, использование алюмокалиевых квасцов позволяет снизить pH среды до 3–4 ед. и уплотнить ткани медузы до желаемой текстуры. Понижение pH сдерживает микробный рост и увеличивает срок годности продукта до 1 года при температуре окружающего воздуха. Использование пищевой соли и алюмокалиевых

квасцов по отдельности не приводит к образованию хрустящей текстуры медузы [6–8].

В то же время обработка алюмокалиевыми квасцами вызывает накопление алюминия в готовой продукции из медуз. Основным источником поступающего в организм человека алюминия являются его соединения, используемые при производстве пищевых продуктов. Накопление алюминия в организме человека может способствовать развитию слабоумия и синдрома Альцгеймера, оказывает негативное влияние на почки (вызывает их гидронефротическую трансформацию, расширение мочевых протоков, затруднение в мочеиспускании и/или образование камней), растворимые соединения алюминия продемонстрировали репродуктивную токсичность [9].

Национальный стандарт Китая по пищевым добавкам [10] устанавливает предельное количество алюминия в готовых к употреблению медузах на уровне ≤ 500 мг/кг. В действительности содержание алюминия в соленых медузах, обработанных по традиционной технологии смесью квасцов и пищевой соли, достигает 1000 мг/кг и выше. Жители провинции Чжэцзян при употреблении медуз получают 37,6 % алюминия от его общего количества, поступающего с другими видами алюминийсодержащих продуктов [11]. 40 % продуктов питания в Китае имеют содержание алюминия, превышающее национальный стандарт в 2–9 раз [12]. Технология обработки медуз на пищевые цели в азиатских странах не продвинулась вперед и представляет серьезную проблему для окружающей среды и здоровья человека. Разработка альтернативных способов обработки медуз поможет устранить потенциальные риски для здоровья человека и открыть новые возможности для российского рынка медуз. В связи с этим исследования, исключая использование алюминия при переработке медуз, являются актуальными. Одним из способов переработки медуз может быть их посол с использованием натуральных дубильных веществ (танинов, таннинов), извлеченных из растительного сырья и позволяющих уплотнить структуру тканей медузы и получить соленую продукцию, которую можно было бы использовать в качестве пищевого ингредиента для приготовления поликомпонентных блюд.

Дубильные вещества — это сложная смесь органических соединений, являющихся производными многоатомных фенолов, и непременная

составляющая растительных тканей, придающая продуктам терпкий вяжущий вкус. Дубящее действие танинов основано на их способности образовывать прочные связи с белками, полисахаридами и другими биополимерами. Дубильные вещества обладают бактерицидными, противовоспалительными, антиоксидантными свойствами, способствуют заживлению ран, укрепляют стенки кровеносных сосудов, широко используются в медицине в качестве кровоостанавливающих средств, для снятия интоксикации, вызванной тяжелыми металлами, или как вяжущее средство при расстройствах желудка. Эффективны танины при лечении воспалений (особенно в полости рта) и кожных болезней, вызванных бактериями, воспалениями и инфекциями.

Танины содержатся в кофе, чае, хурме, кожуре граната и в грецких орехах. В природе находятся в коре дуба, ивы, вереска и бука, в почках вишни и смородины, в листьях сумаха, скумпии, др. Учитывая развитие виноделия в Крыму и Краснодарском крае, можно было бы рассматривать в качестве источника танина виноградные выжимки и косточки. Однако извлечение танинов из виноградных косточек сопряжено со значительными трудностями, так как наряду с танином они также содержат трудноотделимое масло и смолистые вещества. Технологический процесс производства танина предусматривает обработку размолотых косточек серным эфиром для экстрагирования масла, затем спиртом для удаления смолистых веществ, т. е. получение танина возможно лишь в условиях хорошо организованного производства. При этом следует отметить, что перебродившие выжимки непригодны для получения танина [13].

В настоящем исследовании в качестве сырья для экстракции танинов применяли кору дуба и листья зеленого чая. Кора дуба содержит около 20 % дубильных веществ, в состав которых входят как конденсированные, так и гидролизующиеся танины [14]. На долю дубильных веществ чая приходится от 15 до 30 %. В черном чае содержание дубильных веществ значительно ниже, что связано с процессами окисления, происходящими в чае во время ферментации [15].

Целью исследования являлась разработка технологии посола медузы корнерот *Rhizostoma pulmo* с использованием натуральных дубильных веществ, извлеченных из коры дуба и зеленого чая.

Для выполнения поставленной цели решались следующие задачи:

- устанавливались технологические параметры сохранения медузы-сырца с момента вылова до ее переработки, проводилась оценка сырья по показателям безопасности;
- изучались параметры максимального экстрагирования дубильных веществ из коры дуба и листьев чая, а также влияние количества используемого растительного сырья на органолептические показатели соленой медузы;
- отрабатывались режимы посола для получения малосоленой продукции;
- определялись показатели безопасности соленой медузы при ее хранении;
- разрабатывались технические условия, устанавливающие требования к соленой продукции из медуз, а также технологическая инструкция по изготовлению соленой медузы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования по посолу медуз с использованием дубильных веществ проводили на медузе *Rh. pulmo*, выловленной в районе Керченского пролива (Азовское море) в период с июля по август 2022 г. Для посола использовали купол (зонтик) медуз. Содержание воды в куполе медуз составляло 97,6–98,2 %, белка — 0,2–0,6 %, золы — 1,6–1,7 %.

Массовую долю белка, воды, золы, поваренной соли (хлористого натрия) и азота летучих оснований определяли по ГОСТ 7636-85. Исследования медуз по показателям безопасности проводили в ГБУ Республики Крым «Керченская межрайонная ветеринарная лаборатория» по стандартным методикам. Перечень показателей безопасности был определен на основании требований ТР ТС 021/2011 и ТР ЕАЭС 040/2016, установленных для продукции из рыбы или других водных беспозвоночных, поскольку в указанных технических регламентах отсутствуют требования к показателям безопасности для медузы.

В качестве компонентов посольной смеси использовали соль пищевую по ГОСТ Р 51574-2018, кору дуба (*Quercus robur*) ООО ПКФ «Фитофарм», чай зеленый байховый китайский крупнолистовой ООО «ОРИМИ».

Содержание танинов в экстрактах чая определяли по ГОСТ 19885-74, в коре дуба — титри-

метрическим методом по ОФС.1.5.3.0008.18. На основании анализа способов извлечения дубильных веществ из растительного сырья [16–18], а также экспериментов по определению количества танинов в полученных экстрактах в зависимости от продолжительности их кипячения был принят следующий способ водного извлечения дубильных веществ: измельчение растительного сырья до размера частиц не более 3 мм, продолжительность извлечения в воде в течение 30 мин. при температуре 90–100 °С [19]. После фильтрования полученные экстракты вносили в воду, в которой готовился солевой раствор. Массовая доля поваренной соли в солевом растворе после внесения отваров растительного сырья составляла 8–10 %.

Эксперименты по отработке режимов посола проводили в 5-кратной повторности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Перед проведением исследований по изготовлению соленой продукции из медуз была составлена технологическая схема изготовления данного вида продукции, начиная от вылова и заканчивая отгрузкой соленой медузы с предприятия, с целью выявления основных технологических точек, на которые следовало бы обратить внимание при разработке технологической инструкции по посолу медуз (рис. 3).

Размерно-массовый состав медузы-сырца, используемой для исследования, представлен в табл. 1.

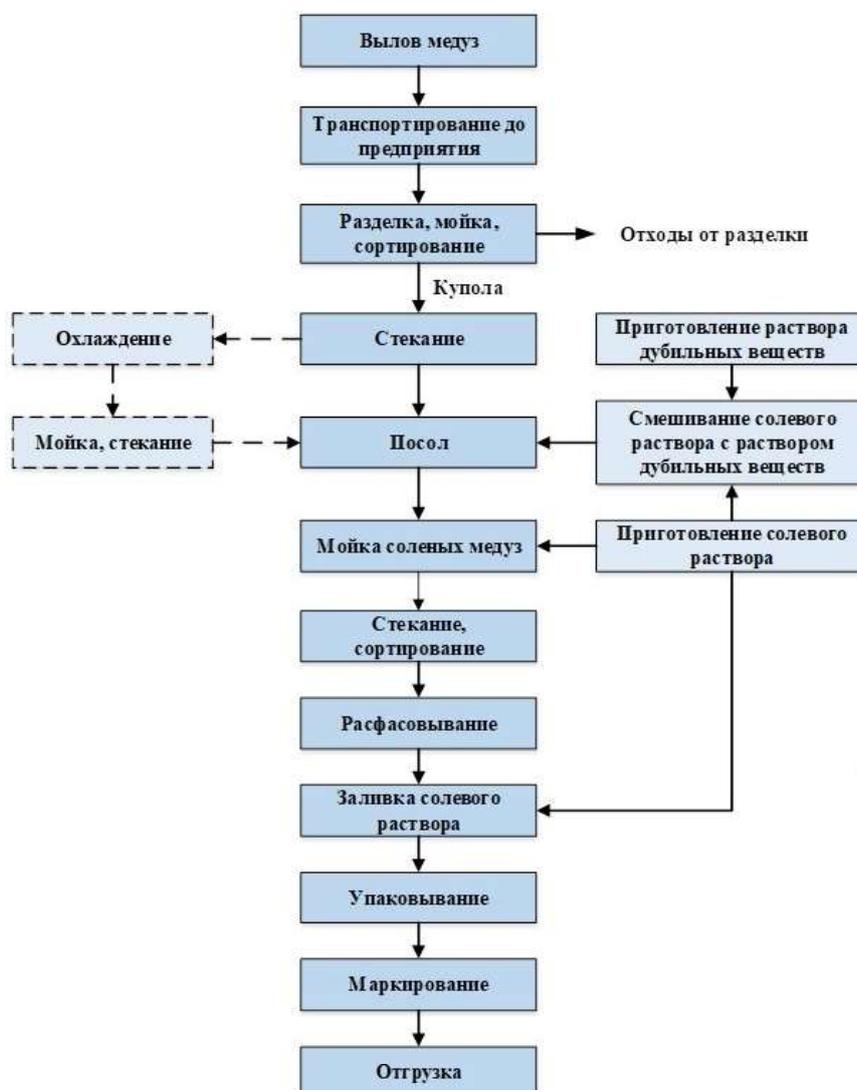


Рис. 3. Технологическая схема изготовления соленой медузы

Fig. 3. Processing scheme for salted jellyfish

Максимальный размер медузы был отмечен в начале августа, масса экземпляра медузы составляла 5,65 кг, диаметр купола — 42 см. Масса купола в июле–августе не превышала 50 % от массы целой

медузы, за исключением медузы, выловленной в начале июля ($\approx 61\%$).

Медузы, используемые для посола, были исследованы по показателям безопасности (табл. 2, 3).

Таблица 1. Размерно-массовый состав медузы-сырца

Table 1. Length and weight composition of raw jellyfish

Дата вылова Date of catch	n	Масса целой медузы, г Weight of the whole jellyfish, g	Диаметр купола, см Bell diameter, cm	Купол / Bell		Ротовые лопасти / Oral arms	
				Масса, г Weight, g	% от массы целой медузы % of the whole jellyfish weight	Масса, г Weight, g	% от массы целой медузы % of the whole jellyfish weight
07.07.2022	22	1032,77 ± 127,91	24,56±1,15	630,91 ± 79,30	61,06 ± 2,13	401,86±53,76	38,94±2,13
18.07.2022	25	2484,32 ± 332,95	31,72±2,06	1200,32±80,72	48,32±1,27	1284,00±167,3	51,68±1,27
26.07.2022	16	2612,00±376,61	30,31±3,21	1276,75±94,59	49,13±1,43	1335,25±325,51	50,87±1,43
02.08.2022	17	3359,82±511,98	33,88±2,10	1629,76±194,03	48,69±0,93	1730,06±320,58	51,31±0,93
15.08.2022	12	2956,5±445,48	32,5±1,75	1474,67±141,36	49,7±2,50	1481,83±223,32	50,30±2,50

Таблица 2. Содержание токсичных элементов, нитрозаминов, радионуклидов в медузе-сырце (целой)

Table 2. Content of the toxic substances, nitrosamines, and radionuclides in raw jellyfish (whole)

Наименование показателя Name of the measured parameter	Единица измерения Unit of measurement	Допустимый уровень Permissible level	Результат исследования Test result	Примечание Note
Ртуть Mercury	мг/кг mg/kg	0,2	0,0088	ТР ТС 021/2011 (приложение 3, раздел 3, все виды рыбной продукции, морские) TR CU 021/2011 (Appendix 3, Section 3, all types of fish products, marine)
Мышьяк Arsenic	мг/кг mg/kg	5,0	0,051	ТР ТС 021/2011 (приложение 3, раздел 3, другие беспозвоночные) TR CU 021/2011 (Appendix 3, Section 3, other invertebrates)
Кадмий Cadmium	мг/кг mg/kg	2,0	0,065	То же Same
Свинец Lead	мг/кг mg/kg	10,0	менее 0,05 less than 0.05	То же Same
Нитрозамины* Nitrosamines*	мг/кг mg/kg	0,003	менее 0,001 less than 0.001	ТР ЕАЭС 040/2016 (приложение 4, рыбные продукты) TR EAEU 040/2016 (Appendix 4, fish products)
Цезий-137 Caesium-137	Бк/кг Bq/kg	130	5,5	ТР ЕАЭС 021/2011 (приложение 4, рыбные продукты) TR EAEU 021/2011 (Appendix 4, fish products)
Стронций-90 Strontium-90	Бк/кг Bq/kg	100	6,5	То же Same

Примечание: * Сумма N-нитрозодиметиламина (НДМА) и N-нитрозодиэтиламина (НДЭА)

Note: * Sum of N-Nitrosodimethylamine (NDMA) and N-Nitrosodiethylamine (NDEA)

Таблица 3. Микробиологические и паразитологические показатели медузы-сырца (целой)**Table 3.** Microbiological and parasitological characteristics of raw jellyfish (whole)

Наименование показателя Name of the measured parameter	Допустимый уровень Permissible level	Результат испытания Test result	Примечание Note
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), КОЕ/г, не более Quantity of mesophyll aerobic and optional anaerobic microorganisms (QMA&OAMO), CFU/g, no more than	5×10^4	4×10^2	ТР ЕАЭС 040/2016 (приложение 1, табл. 1, рыба-сырец) TR EAEU 040/2016 (Appendix 1, Table 1, raw fish)
Бактерии группы кишечной палочки (БГКП), не допускаются в массе продукции, г Coliform group bacteria (CGB), not allowed in the product weight, g	0,01	не обнаружены not found	То же Same
<i>S. aureus</i> , не допускаются в массе продукции, г <i>S. aureus</i> , not allowed in the product weight, g	0,01	не обнаружены not found	То же Same
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> , КОЕ/г, не более <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , CFU/g, no more than	100	менее 1×10 less than 1×10	То же Same
Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы, не допускаются в массе продукции, г Pathogenic microorganisms, including salmonella, not allowed in the product weight, g	25	не обнаружены not found	ТР ТС 021/2011 (приложение 1, нерыбные объекты промысла) TR CU 021/2011 (Appendix 1, non-fish fishing targets)
<i>Listeria monocytogenes</i> , не допускаются в массе продукции, г <i>Listeria monocytogenes</i> , not allowed in the product weight, g	25	не обнаружены not found	То же Same
Яйца гельминтов и их личинки Eggs and larvae of helminths	не допускаются not allowed	не обнаружены not found	ТР ЕАЭС 040/2016 (пункт 19) TR EAEU 040/2016 (Paragraph 19)

Полученные результаты свидетельствуют о безопасности медузы-сырца и возможности ее использования для переработки на пищевые цели.

После вылова медузы отмечается нестабильность ее тканей из-за интенсивных осмотических явлений. А.А. Юферовой [20] рекомендуется перед обработкой выдерживать медуз при температуре 4–6 °С. На практике соблюдать такой температур-

ный режим невозможно, поскольку продолжительность доставки медуз с места их вылова до обрабатывающего предприятия может составлять 3 ч. и более при неконтролируемых температурных условиях. За 5 ч. от момента вылова до обработки отмечается уменьшение массы медузы до 50 % (рис. 4).

Для оценки микробиологической стабильности медузы-сырца после ее вылова и транспорти-

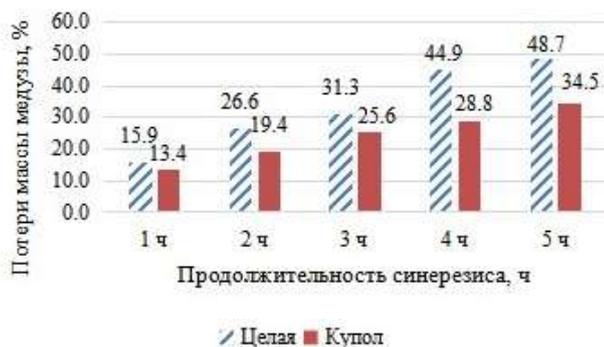


Рис. 4. Потери массы медузы после вылова
Fig. 4. Weight loss in jellyfish after its capture

рования до обрабатывающего предприятия оценивалось общее содержание микроорганизмов в продукте (количество МАФАНМ), являющееся наиболее распространенным тестом на микробную безопасность. При выборе данного показателя в качестве теста микробной безопасности учитывалось, что исследования медузы-сырца на наличие бактерий группы кишечной палочки, сальмонелл, паразитических вибрионов, стафилококка и листерии показали отсутствие данных микроорганизмов в сырье (табл. 3).

Количество МАФАНМ для целой медузы-сырца после 3 ч. выдерживания при температуре окружающего воздуха (26 ± 2 °C) варьировало от $2,3 \times 10^2$ до $9,9 \times 10^2$, после 5 ч. — от $1,2 \times 10^3$ до $3,8 \times 10^3$ КОЕ/г, что было значительно ниже установленной нормы для медузы-сырца (5×10^4 КОЕ/г). Оценка качества медуз по общему азоту летучих оснований (АЛО) показала, что после 3 ч. выдерживания медуз при температуре окружающего воздуха АЛО составлял 5,74 мг/100 г пробы, после 5 ч. — 8,58 мг/100 г пробы, что ниже норм, установленных ТР ЕАЭС 040/2016 для рыбы (25–35 мг/100 г).

Таким образом, продолжительность хранения/транспортирования медузы-сырца до начала обработки при неконтролируемых температурных условиях может составлять от 3 до 5 ч. Для гарантированного сохранения качества сырья рекомендуется транспортировать медузу-сырец с мест промысла до обрабатывающего предприятия в течение 3 ч.

Охлаждение медуз рассматривалось как способ возможного их сохранения при поступлении больших объемов сырья. Наиболее простым в исполнении способом охлаждения является выдерживание

контейнеров с медузой в холодильных камерах при температуре от 0 °C до 4 °C. С целью сокращения затрат при холодильной обработке на охлаждение были направлены купола медуз после их мойки и стекания в течение 30 мин. Температура в толще медузы при хранении составляла 4 °C, что соответствовало требованиям ТР ЕАЭС 040/2016, предъявляемым к охлажденной продукции (не выше 5 °C).

Микробиологические показатели куполов медуз после 4 сут. хранения при температуре от 0 °C до 4 °C представлены в табл. 4.

Купола медуз после 4 сут. хранения по микробиологическим показателям соответствовали ТР ЕАЭС 040/2016. Потери массы куполов медузы после 4 сут. хранения в охлажденном виде в емкостях с отверстиями для стекания выделяющейся жидкости составляли 67 % (рис. 5).

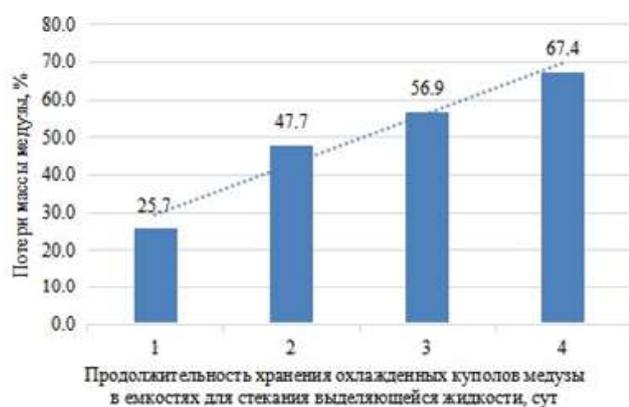
Для гарантированного обеспечения микробиологической безопасности рекомендуется срок хранения куполов медузы в охлажденном виде установить в размере 2 сут. при температуре воздуха в камере от 0 °C до 4 °C. При этом следует отметить, что производитель может пролонгировать срок хранения куполов медуз, если условия производства/охлаждения будут обеспечивать соответствие охлажденных медуз требованиям ТР ЕАЭС 040/2016.

С целью получения малосоленой продукции для дальнейшего ее использования при приготовлении первых блюд и салатов посол куполов медуз проводили в 8–10%-ном солевом растворе. Соотношение медузы и солевого раствора составляло 1:0,5, поскольку при соотношении медузы и солевого раствора, равном 1:1, отмечалось избыточное количество образующегося натурального тузлука, что при освоении производства потребует значительных объемов посольных емкостей и производственных площадей.

Для изучения влияния количества растительного сырья на текстуру медузы листья чая и кору дуба направляли на извлечение дубильных веществ из расчета 0,25, 0,5, 0,75, 1,0 и 1,25 % от массы медузы, направляемой на посол. Образцы соленых медуз, полученные с применением растительного сырья в количестве 0,25 %, по текстуре были мягкими, похожими на свежую медузу. Образцы с применением растительного сырья в количестве 0,5 % по текстуре были плотнее, но ощущалось обильное выделение жидкости при разжевывании медузы. В связи с этим образцы с использованием

Таблица 4. Микробиологические показатели охлажденной медузы (купола) через 4 сут. хранения**Table 4.** Microbiological characteristics of chilled jellyfish (bell) after 4 days of storage

Наименование показателя Name of the measured parameter	Допустимый уровень Permissible level	Результат испытания Test result	Примечание Note
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), КОЕ/г, не более Quantity of mesophyll aerobic and optional anaerobic microorganisms (QMA&OAMO), CFU/g, no more than	1×10^5	$2,3 \times 10^3$	ТР ЕАЭС 040/2016 (приложение 1, табл. 1, другие водные беспозвоночные охлажденные) TR EAEU 040/2016 (Appendix 1, Table 1, other aquatic invertebrates, chilled)
Бактерии группы кишечной палочки (БГКП), не допускаются в массе продукции, г Coliform group bacteria (CGB), not allowed in the product weight, g	0,001	не обнаружены not found	То же Same
<i>S. aureus</i> , не допускаются в массе продукции, г <i>S. aureus</i> , not allowed in the product weight, g	0,01	не обнаружены not found	То же Same
Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы, не допускаются в массе продукции, г Pathogenic microorganisms, including salmonella, not allowed in the product weight, g	25	не обнаружены not found	ТР ТС 021/2011 (приложение 1, нерыбные объекты промысла) TR CU 021/2011 (Appendix 1, non-fish fishing targets)
<i>Listeria monocytogenes</i> , не допускаются в массе продукции, г <i>Listeria monocytogenes</i> , not allowed in the product weight, g	25	не обнаружены not found	То же Same

**Рис. 5.** Потери массы куполов медузы при хранении в охлажденном виде**Fig. 5.** Weight loss in chilled jellyfish bells during their storage

0,25 и 0,5 % растительного сырья были отклонены и не рассматривались при дальнейшем исследовании.

В образцах соленой медузы с использованием 0,75, 1,0 и 1,25 % растительного сырья плотность текстуры и степень окрашивания были максимально выражены в образце с 1,25 % растительного сырья (рис. 6).

Образцы медузы, посоленные с использованием экстрактов коры дуба, имели более насыщенную окраску, чем образцы с использованием чая. При этом интенсивность окрашивания усиливалась, если после посола продолжалось хранение медузы в смеси солевого раствора и дубильных веществ (рис. 7).



Рис. 6. Окрашивание медузы при использовании листьев чая: а (слева направо) — при использовании 0,75, 1,0 и 1,25 % листьев чая после 2 сут. посола; б — при использовании 1,0 % листьев чая после 4 сут. посола

Fig. 6. Jellyfish coloration upon using tea leaves: a (left to right) — upon using 0.75, 1.0, and 1.25 % tea leaves after 2-day salting; б — upon using 1.0 % tea leaves after 4-day salting



а



б

Рис. 7. Окрашивание медузы при использовании коры дуба: а — при использовании 1,0 % коры дуба после 2 сут. посола; б — при использовании 1,0 % коры дуба после 1 мес. хранения в смеси солевого раствора и дубильных веществ коры дуба

Fig. 7. Jellyfish coloration upon using oak bark: а — upon using 1.0 % oak bark after 2-day salting; б — upon using 1.0 % oak bark after 1-month storage in the mixture of saline solution and tanning substances extracted from oak bark

С целью уменьшения расхода чая и коры дуба рекомендуется посол проводить с использованием 0,75 или 1,0 % растительного сырья от массы медузы, направляемой на посол. В образцах с использованием растительного сырья, взятого в количестве 1,25 %, отмечался более выраженный привкус коры дуба или чая, а также более насыщенный цвет, свойственный экстрактам растительного сырья. Отдельными дегустаторами было отмечено, что наличие привкуса растительного компонента не ухудшает качество соленых медуз, придает им остроту. В связи с этим производитель при изготовлении соленой продукции из медуз может использовать более концентрированные экстракты

дубильных веществ с учетом предпочтений потребителя.

За изменением массовой доли влаги, поваренной соли и выхода продукции наблюдали через 2 и 4 сут. посола (табл. 5).

Как видно из табл. 5, содержание поваренной соли, массовой доли воды в медузе через 2 сут. посола незначительно отличается от содержания поваренной соли после 4 сут. посола. По содержанию поваренной соли полученная продукция относится к малосоленой продукции и может быть рекомендована для употребления с различными соусами и заливками, при приготовлении салатов.

Соленая медуза после завершения посола по всем показателям безопасности соответствовала

Таблица 5. Результаты изменения массовой доли влаги, поваренной соли и выхода продукции через 2 и 4 сут. посола медуз в 8%-ном солевом растворе

Table 5. Results of changes in the mass percentage of moisture, sodium salt and product output after 2- and 4-day jellyfish salting in 8 % saline solution

Наименование показателя Name of the parameter	Посол с экстрактом чая, % листьев чая от массы медузы Salting with tea extract, % tea leaves of jellyfish weight		Посол с экстрактом коры дуба, % коры дуба от массы медузы Salting with oak bark extract, % oak bark of jellyfish weight	
	0,75	1,0	0,75	1,0
<i>Посол в течение 2 сут.</i> <i>Salting for 2 days</i>				
Массовая доля воды, % Mass percentage of water, %	95,9±0,96	96,2±1,13	96,5±0,82	96,1±1,17
Массовая доля поваренной соли, % Mass percentage of sodium salt, %	3,6±0,38	3,6±0,28	3,7±0,37	3,8±0,26
Выход продукции, % Product output, %	61,2±3,39	60,4±5,92	50,0±4,48	48,3±3,61
<i>Посол в течение 4 сут.</i> <i>Salting for 4 days</i>				
Массовая доля воды, % Mass percentage of water, %	95,1±1,41	95,9±1,70	96,5±0,82	96,5±0,74
Массовая доля поваренной соли, % Mass percentage of sodium salt, %	3,9±0,18	3,8±0,20	3,5±0,16	3,9±0,24
Выход продукции, % Product output, %	56,5±6,5	56,6±4,13	47,1±3,82	50,9±4,10

требованиям ТР ЕАЭС 040/2016 и ТР ТС 021/2011. Дальнейшие исследования соленой медузы по микробиологическим показателям, проведенные в течение месяца, показали микробиологическую стабильность готовой продукции при ее хранении (температура хранения составляла 4 ± 2 °С). Количество МАФАНМ после 30 сут. хранения находилось в пределах от $2,1 \times 10^3$ до $8,8 \times 10^3$ КОЕ/г, после окончания резервного хранения (39 сут. в соответствии с МУК 4.2.1847-04 [21]) — от $8,9 \times 10^3$ до $1,2 \times 10^4$. Максимальное значение МАФАНМ при хранении было отмечено на уровне $1,8 \times 10^4$ (норма 1×10^5 КОЕ/г). Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), *Staphylococcus aureus*, сальмонеллы, *Listeria monocytogenes* не были выявлены.

После посола медузу следует извлечь из образовавшегося тузлука и после мойки и стекания залить изотоническим солевым раствором, приготовленным с учетом солености готовой продукции [22].

На основании полученных результатов исследования были разработаны ТУ 10.20.33-005-

35350736-2022 «Медуза соленая. Технические условия» и ТИ по изготовлению соленой медузы.

ВЫВОДЫ

Показана безопасность медузы *Rh. pulmo* как объекта промысла Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна для переработки на пищевые цели. Установлена микробиологическая стабильность медуз при их доставке с мест добычи до обрабатывающего предприятия в течение 3 ч. при температуре окружающего воздуха.

Разработаны рекомендации по охлаждению куполов медуз в охлаждаемых камерах при температуре от 0 до 4 °С; рекомендуемый срок хранения охлажденной медузы составляет 2 сут., температура в толще медузы — не более 5 °С.

Разработаны технологические параметры посола куполов медуз *Rh. pulmo*: посол при температуре 4 ± 2 °С в течение 2–4 сут. в 8–10%-ном солевом растворе с добавлением экстракта дубильных веществ, извлеченных из коры дуба или листьев

зеленого чая (количество растительного сырья — 0,75 или 1,0 % от массы медузы, направляемой на посол).

Подтверждена микробиологическая безопасность малосоленой медузы в течение 30 сут. при температуре хранения 4 ± 2 °С. Разработаны ТУ 10.20.33-005-35350736-2022 «Медуза соленая» и ТИ по ее изготовлению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мирзоян З.А., Мартынюк М.Л., Хренкин Д.В., Афанасьев Д.Ф. Развитие популяций сцифоидных медуз *Rhizostoma pulmo* и *Aurelia aurita* в Азовском море // Водные биоресурсы и среда обитания. 2019. Т. 2, № 2. С. 27–35. doi: 10.47921/2619-1024_2019_2_2_27.
2. Voero F. Review of jellyfish blooms in the Mediterranean and Black Sea // General Fisheries Commission for the Mediterranean. Studies and Reviews. 2013. No. 92. 53 p.
3. Thinking about the future of food safety — A foresight report. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations Publ., 2022. 144 p. doi: 10.4060/cb8667en.
4. Khong N.M.H., Yusoff F.Md., Jamilah B., Basri M., Maznah I., Chan K.W., Nishikawa J. Nutritional composition and total collagen content of three commercially important edible jellyfish // Food Chemistry. 2016. Vol. 196. Pp. 953–960. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.09.094.
5. The state of world fisheries and aquaculture 2022. Towards blue transformation. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations Publ., 2022. 236 p. doi: 10.4060/cc0461en.
6. Hsieh Y.-H.P., Rudloe J. Potential of utilizing jellyfish as food in Western countries // Trends in Food Science & Technology. 1994. Vol. 5, issue 7. Pp. 225–229. doi: 10.1016/0924-2244(94)90253-4.
7. Hsieh Y.-H.P., Leong F.-M., Rudloe J. Jellyfish as food // Hydrobiologia. 2001. Vol. 451. Pp. 11–17. doi: 10.1023/A:1011875720415.
8. Nishikawa J., Thu N.T., Ha T.M., Thu P.T. Jellyfish fisheries in northern Vietnam // Plankton and Benthos Research. 2008. Vol. 3, issue 4. Pp. 227–234. doi: 10.3800/pbr.3.227.
9. Багрянцева О.В., Шатров Г.Н., Хотимченко С.А., Бессонов В.В., Арнаутов О.В. Алюминий: оценка риска для здоровья потребителей при поступлении с пищевыми продуктами // Анализ риска здоровью. 2016. № 1. С. 59–68. doi: 10.21668/health.risk/2016.1.07.
10. GB 2760-2014 Национальный стандарт Китайской народной республики. Государственный стандарт безопасности пищевых продуктов. Стандарт использования пищевых добавок. URL: https://fsvps.gov.ru/sites/default/files/files/ehksport-import/china/files/gb2760-2014-20_1.pdf (дата обращения 29.01.2023).
11. Zhang H., Tang J., Huang L., Shen X., Zhang R., Chen J. Aluminium in food and daily dietary intake assessment from 15 food groups in Zhejiang Province, China // Food Additives & Contaminants. Part B, Surveillance. 2016. Vol. 9, no. 2. Pp. 73–78. doi: 10.1080/19393210.2015.1135193.
12. Cen J., Sun W., Chen S., Pan C., Wang Y., Deng J., Wei Y., Rong H. New technology of aluminum detection, removal and sterilization for ready-to-eat jellyfish // Food and Fermentation Industry. 2021. Vol. 47, no. 8. Pp. 268–275. doi: 10.13995/j.cnki.11-1802/ts.025706.
13. Герасимов М.А. Технология вина. М.: Пищевая промышленность, 1964. 640 с.
14. Хохленкова М.В., Буряк Н.В. Разработка методов контроля качества лекарственного растительного сырья — коры дуба // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья : матер. IV Всерос. конф. (г. Барнаул, 21–23 апреля 2009 г.). Барнаул: Изд-во Алтайского государственного университета, 2009. Т. 2. С. 80–82.
15. Афонина С.Н., Лебедева Е.Н., Сетко Н.П. Биохимия компонентов чая и особенности его биологического действия на организм (обзор) // Оренбургский медицинский вестник. 2017. Т. 5, № 4 (20). С. 17–33.
16. Ульянова А.А., Кузьмичева Н.А. Влияние способа приготовления извлечения на результаты количественного определения дубильных веществ в коре дуба // Вестник фармации. 2018. № 1 (79). С. 11–17.
17. Боровикова Н.А., Попов Д.М. Усовершенствование технологий приготовления водных извлечений из коры дуба и соплодий ольхи // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2015. № 3 (12). С. 92–96.
18. Карпова М.О., Макарова Н.В., Будылин Д.В., Игнатова Д.Ф. Исследование технологии производства экстрактов черного и зеленого чая с антиоксидантной активностью: определение влияния степени измельчения исходного сырья на извлечение антиоксидантных веществ // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2021. № 5 (170). С. 180–186. doi: 10.36718/1819-4036-2021-5-180-186.
19. Штенина Д.В., Есина Л.М., Белякова И.А., Ушакова З.Е. Исследование посола медуз *Rhizostoma pulmo* с использованием дубильных веществ чая // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса : матер. X Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов (г. Москва, 10–11 ноября 2022 г.). М.: Изд-во ВНИРО, 2022. С. 377–379.

20. Yuferova A.A. The impact of different drying modes of scyphozoan jellyfish *Rhopilema esculentum* and *Aurelia aurita* on the protein and carbohydrate components in their composition and the possibility of their use as dried prepared food // *Journal of Food Process Engineering*. 2017. Vol. 40, issue 1. e12326. doi: 10.1111/jfpe.12326.
21. МУК 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания. М.: Изд-во Федерального центра Государственного санитарно-эпидемиологического надзора Министерства здравоохранения России, 2004. 31 с.
22. Сборник технологических инструкций по обработке рыбы / Под ред. А.Н. Белогурова, М.С. Васильевой. М.: Колос, 1992. Т. 1. С. 162–168.
9. Bagryantseva O.V., Shatrov G.N., Khotimchenko S.A., Bessonov V.V., Arnautov O.V. Alyuminiy: otsenka riska dlya zdorov'ya potrebiteley pri postuplenii s pishchevymi produktami [Aluminium: food-related health risk assessment of the consumers]. *Analiz riska zdorov'yu [Health Risk Analysis]*, 2016, no. 1, pp. 59–68. doi: 10.21668/health.risk/2016.1.07. (In Russian).
10. GB 2760-2014 National Standard of the People's Republic of China. National food safety standard. Standard for uses of food additives. Available at: <https://www.chinesestandard.net/PDF.aspx/GB2760-2014> (accessed 29.01.2023).
11. Zhang H., Tang J., Huang L., Shen X., Zhang R., Chen J. Aluminium in food and daily dietary intake assessment from 15 food groups in Zhejiang Province, China. *Food Additives & Contaminants. Part B, Surveillance*, 2016, vol. 9, no. 2, pp. 73–78. doi: 10.1080/19393210.2015.1135193.
12. Cen J., Sun W., Chen S., Pan C., Wang Y., Deng J., Wei Y., Rong H. New technology of aluminum detection, removal and sterilization for ready-to-eat jellyfish. *Food and Fermentation Industry*, 2021, vol. 47, no. 8, pp. 268–275. doi: 10.13995/j.cnki.11-1802/ts.025706.
13. Gerasimov M.A. Tekhnologiya vina [Wine technology]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry], 1964, 640 p. (In Russian).
14. Khokhlenkova M.V., Buryak N.V. Razrabotka metodov kontrolya kachestva lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya — kory duba [Development of the methods for quality control of raw material for plant-based medicine]. In: *Novye dostizheniya v khimii i khimicheskoy tekhnologii rastitel'nogo syr'ya: materialy IV Vserossiyskoy konferentsii (g. Barnaul, 21–23 aprelya 2009 g.)* [New advances in chemistry and chemical processing technology of plant raw material. Proceedings of the 4th All-Russian Conference (Barnaul, 21–23 April, 2009)]. Barnaul: Altayskiy gosudarstvennyy universitet [Altai State University] Publ., 2009, vol. 2, pp. 80–82. (In Russian).
15. Afonina S.N., Lebedeva E.N., Setko N.P. Biokhimiya komponentov chaya i osobennosti ego biologicheskogo deystviya na organizm (obzor) [Biochemistry of the components of tea and especially its biological effect on the organism (review)]. *Orenburgskiy meditsinskiy vestnik [Orenburg Medical Herald]*, 2017, vol. 5, no. 4 (20), pp. 17–33. (In Russian).
16. Ulyanova A.A., Kuzmicheva N.A. Vliyanie sposoba prigotovleniya izvlecheniya na rezul'taty kolichestvennogo opredeleniya dubil'nykh veshchestv v kore duba [The influence of the extraction preparation method on quantification results of tannins content in oak bark]. *Vestnik farmatsii [News of Pharmacy]*, 2018, no. 1 (79), pp. 11–17. (In Russian).
17. Borovikova N.A., Popov D.M. Usovershenstvovanie tekhnologiy prigotovleniya vodnykh izvlecheniy iz

REFERENCES

1. Mirzoyan Z.A., Martynyuk M.L., Khrenkin D.V., Afanasyev D.F. Razvitie populyatsiy stsifoidnykh meduz *Rhizostoma pulmo* i *Aurelia aurita* v Azovskom more [Development of the scyphozoan jellyfish *Rhizostoma pulmo* and *Aurelia aurita* populations in the Azov Sea]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya [Aquatic Bioresources & Environment]*, 2019, vol. 2, no. 2, pp. 27–35. doi: 10.47921/2619-1024_2019_2_2_27. (In Russian).
2. Boero F. Review of jellyfish blooms in the Mediterranean and Black Sea. *General Fisheries Commission for the Mediterranean. Studies and Reviews*, 2013, no. 92, 53 p.
3. Thinking about the future of food safety — A foresight report. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations Publ., 2022, 144 p. doi: 10.4060/cb8667en.
4. Khong N.M.H., Yusoff F.Md., Jamilah B., Basri M., Maznah I., Chan K.W., Nishikawa J. Nutritional composition and total collagen content of three commercially important edible jellyfish. *Food Chemistry*, 2016, vol. 196, pp. 953–960. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.09.094.
5. The state of world fisheries and aquaculture 2022. Towards blue transformation. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations Publ., 2022, 236 p. doi: 10.4060/cc0461en.
6. Hsieh Y.-H.R., Rudloe J. Potential of utilizing jellyfish as food in Western countries. *Trends in Food Science & Technology*, 1994, vol. 5, issue 7, pp. 225–229. doi: 10.1016/0924-2244(94)90253-4.
7. Hsieh Y.-H.P., Leong F.-M., Rudloe J. Jellyfish as food. *Hydrobiologia*, 2001, vol. 451, pp. 11–17. doi: 10.1023/A:1011875720415.
8. Nishikawa J., Thu N.T., Ha T.M., Thu P.T. Jellyfish fisheries in northern Vietnam. *Plankton and Benthos Research*, 2008, vol. 3, issue 4, pp. 227–234. doi: 10.3800/pbr.3.227.

- kory duba i soplodiy ol'khi [The improvement of technology preparation of aqueous extracts from the oak bark and stems of alder]. *Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv* [Drug Development & Registration], 2015, no. 3 (12), pp. 92–96. (In Russian).
18. Karpova M.O., Makarova N.V., Budylin D.V., Ignatova D.F. Issledovanie tekhnologii proizvodstva ekstraktov chernogo i zelenogo chaya s antioksidantnoy aktivnost'yu: opredelenie vliyaniya stepeni izmel'cheniya iskhodnogo syr'ya na izvlechenie antioksidantnykh veshchestv [Research on the technology of black and green tea extracts with antioxidant activity production: determination of the effect of the degree of grinding of the initial raw material on the removal of antioxidant substances]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2021, no. 5 (170), pp. 180–186. doi: 10.36718/1819-4036-2021-5-180-186. (In Russian).
19. Shtenina D.V., Esina L.M., Belyakova I.A., Ushakova Z.E. Issledovanie posola meduz *Rhizostoma pulmo* s ispol'zovaniem dubil'nykh veshchestv chaya [Investigation of barrel jellyfish *Rhizostoma pulmo* salting involving tanning substances derived from tea leaves]. In: *Sovremennyye problemy i perspektivy razvitiya rybokhozyaystvennogo kompleksa : materialy X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchennykh i spetsialistov (g. Moskva, 10–11 noyabrya 2022 g.)* [Current problems and development prospects of fisheries industry. Proceedings of the 10th International Conference of young scientists and specialists (Moscow, 10–11 November, 2022)]. Moscow: VNIRO Publ., 2022, pp. 377–379. (In Russian).
20. Yuferova A.A. The impact of different drying modes of scyphozoan jellyfish *Rhopilema esculentum* and *Aurelia aurita* on the protein and carbohydrate components in their composition and the possibility of their use as dried prepared food. *Journal of Food Process Engineering*, 2017, vol. 40, issue 1, e12326. doi: 10.1111/jfpe.12326.
21. МУК 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания [Methodological Guidelines 4.2.1847-04 Sanitary and epidemiological assessment for the substantiation of shelf life and storage conditions for food products]. Moscow: Federal'nyy tsentr Gosudarstvennogo sanitarno-эпидемиологического надзора Ministerstva zdravookhraneniya Rossii [Federal Center of the Russian Federation Oversight Committee for Sanitation and Epidemiology of the Ministry of Health of Russia] Publ., 2004, 31 p. (In Russian).
22. Sbornik tekhnologicheskikh instruktsiy po obrabotke ryby [Collected technological instructions on fish processing]. A.N. Belogurov, M.S. Vasilyeva (Eds.). Moscow: Kolos [Spike], 1992, vol. 1, pp. 162–168. (In Russian).

Поступила 08.02.2023

Принята к печати 13.03.2023