



Рыболовство и переработка водных биоресурсов

УДК 664.95:639.294 (262.5)

СПОСОБЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ШТОРМОВЫХ ВЫБРОСОВ ЗОСТЕРЫ

© 2021 В. В. Богомолова¹, И. А. Белякова², Л. М. Есина²,
С. Л. Чернявская², О. Н. Кривонос²

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Керченский государственный морской технологический университет» (ФГБОУ ВО «КГМТУ»), Керчь 298300, Россия
E-mail: bogomolovavalery@yandex.ru

²Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону 344002, Россия
E-mail: belyakova_i_a@azniirkh.ru

Аннотация. Представлены результаты органолептической оценки штормовых выбросов морской травы *Zostera marina*. Исследован химический состав штормовых выбросов зостеры во время ее массового скопления на побережье Черного моря — летне-осенний период 2020 г. Оценена безопасность штормовых выбросов зостеры по микробиологическим показателям, а также содержанию радионуклидов и токсичных элементов. Консервирование образцов штормовых выбросов осуществляли следующими способами: сушка в естественных условиях (среднесуточная температура воздуха 19–25 °С, скорость ветра 5–8 м/с, влажность воздуха 56,5–80,0 %, высота слоя штормовых выбросов 5–10 см), искусственная сушка (принудительная вентиляция воздуха при температуре 40±2 °С, высота слоя 5–10 см) и посол (сухим способом, количество добавленной поваренной пищевой соли составило 20 % к массе макрофитов). Описаны органолептические показатели сушеной и соленой зостеры при различных сроках хранения. Установлено, что в штормовых выбросах зостеры, произрастающей в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне, содержится от 16,9 до 25,7 % пектиновых веществ, что свидетельствует о высокой ценности макрофита. Метод заготовки не оказывает значительного влияния на количество пектиновых веществ. Приведены рекомендации по консервированию зостеры методом сушки в естественных и искусственных условиях, а также посола с целью максимального сохранения ее качества.

Ключевые слова: морская трава, *Zostera marina*, макрофиты, сушка, посол, пектиновые вещества, зостераты, зостерин, Азово-Черноморский рыбохозяйственный бассейн

**PRESERVATION TECHNIQUES FOR *ZOSTERA* (EELGRASS)
WASHED ASHORE AS STORM DEBRIS****V. V. Bogomolova¹, I. A. Belyakova², L. M. Esina², S. L. Chernyavskaya², O. N. Krivonos²**¹*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kerch State Maritime Technological University” (FSBEI HE “KSMTU”), Kerch 298300, Russia**E-mail: bogomolovavalery@yandex.ru*²*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: belyakova_i_a@azniirkh.ru*

Abstract. The results of organoleptic evaluation of seagrass *Zostera marina* (eelgrass) storm debris are presented. The chemical composition of *Zostera* during its mass aggregation along the wrack line of the Black Sea coast in the spring and summer seasons of 2020 has been investigated. The safety of *Zostera* storm debris for consumption has been evaluated based on such indicators as content of radionuclides and toxic elements, and microbiological characteristics. Preservation of the storm debris samples has been conducted using the following techniques: drying under natural conditions (average daily air temperature 19–25 °C, wind velocity 5–8 m/s, atmospheric humidity 56.5–80.0 %, height of a storm debris layer 5–10 cm), artificial drying (forced ventilation at 40±2 °C, layer height 5–10 cm), and salting (using dry method with addition of table salt in the amount equal to 20 % of the weight of macrophytes). Organoleptic properties of dried and salted eelgrass under various storage times are described. It has been established that the eelgrass, inhabiting the Azov and Black Sea Fishery Basin and washed ashore, contains from 16.9 to 25.7 % pectic substances, which indicates high value of this macrophyte. A method of preservation does not severely affect the content of pectic substances. Recommendations on eelgrass preservation by means of drying (both under natural and controlled conditions) and salting have been given to ensure the highest possible retention of its quality.

Keywords: seagrass, eelgrass, *Zostera marina*, macrophytes, drying, salting, pectic substances, zosterates, zosterin, Azov and Black Sea Fishery Basin

ВВЕДЕНИЕ

К недоиспользуемым сырьевым объектам Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна можно отнести массовые скопления макрофитов, в т. ч. морской травы zostеры, образующиеся на береговой линии после штормов и во время естественного листопада макрофитов. Как правило, этот процесс происходит в летне-осенний период, который совпадает с курортным сезоном, что создает дискомфорт для отдыхающих. Из-за высокого содержания влаги (около 75–85 %) свежие штормовые выбросы подвержены быстрой порче. В связи с этим остро встает вопрос о способах их консервирования.

Одним из простых способов сохранения качества свежих водорослей и продления срока их хранения после добычи/сбора является погружение водорослей в морскую воду. В зависимости от вида водорослей срок их хранения после погружения в морскую воду может составлять до 30 дней [1, 2].

Бланширование макрофитов по аналогии с бланшированием овощей и фруктов также может рассматриваться в целях их консервирования. Бланширование способствует прекращению биохимических процессов, инактивации ферментов, удалению воздуха из межклеточного пространства, достижению микробиологической стабильности. Однако в результате тепловой обработки теряется значительное количество питательных веществ (водорастворимых белков, витаминов, микроэлементов, полисахаридов). К тому же данный процесс является энергозатратным и требует дополнительных способов сохранения качества бланшированных макрофитов (например, охлаждения). В связи с этим бланширование может рассматриваться как процесс тепловой обработки водорослей только перед использованием их в пищевых целях (приготовление салатов, супов, десертной продукции и др.), или следует использовать бланширование в сочетании с другими технологическими процес-

сами. Например, исследованиями [3] показано, что бланширование красной водоросли *Gracilaria lemaneiformis* в воде при температуре 88 °С в течение 5 и 15 с ускоряет последующий процесс их сушки в механизированной сушилке при температуре воздуха 50 °С (8 ч против 9 ч для образцов без предварительного бланширования), а также при сушке в естественных условиях под действием солнечного тепла (32,7 ч с предварительным бланшированием в течение 5 с против 40,3 ч без бланширования).

В мировой практике самым распространенным способом консервирования водорослей и морских трав является сушка. Широко применяется сушка в естественных условиях под действием солнечного тепла и искусственная сушка нагретым воздухом в сушилках.

Естественная сушка макрофитов — относительно простой и недорогой метод консервирования, но повышенная влажность воздуха при значительном количестве атмосферных осадков отрицательно влияет на качество сушеных водорослей, вызывая потерю ценных нутриентов, а также изменение окраски и структуры.

Независимой от погодных условий является искусственная сушка. Для ускорения процесса сушки сушильные установки могут быть оборудованы различными вентиляторами или калориферами.

Естественный и искусственный способы сушки используются для получения воздушно-сухой водоросли ламинарии с массовой долей воды 14–20 %, которая может храниться в течение трех лет без изменения качества. Красную водоросль анфельцию также консервируют аналогичным способом; срок хранения без изменения качества составляет 1 мес. Морские травы (*Zosteraceae*) дальневосточного побережья сушат на воздухе и в сушильных аппаратах до содержания воды 15–25 % и хранят без потери качества не менее 1 года [4].

Проведенные исследования сушки морской травы *Zostera marina* в сушилке циркуляционного типа периодического действия с целью получения теплоизоляционного материала из зостеры показали, что эффективность сушки может быть повышена путем рециркуляции воздуха во второй половине сушки. Для сушки использовались штормовые выбросы зостеры, собранные с июля по ноябрь, продолжительность хранения штормовых

выбросов перед сушкой составляла не более двух дней после их сбора. Влажная трава (начальное содержание воды составляло приблизительно 86 %) равномерно распределялась слоями на лотках из алюминия и сушилась до содержания воды 5 % при температуре 71–104 °С [5].

Также в качестве способа консервирования может быть применен посол хлоридом натрия или смесью солей хлорида натрия и хлорида кальция. Полученные в результате посола бурые водоросли хранят при температуре окружающего воздуха без потери качества в течение года и более. Известен способ консервирования свежесобранной ламинарии, согласно которому ламинарию солят в течение 8–10 ч посольной смесью, состоящей из 20–22 % хлорида натрия и 0,5–1,0 % хлорида кальция от массы сырья, затем сырье обезвоживают прессованием до содержания влаги не более 61 % в готовой продукции. Выход готового продукта составляет 55–60 %, массовая доля поваренной соли — 20–22 %. Введение хлорида кальция обеспечивает замену одновалентных катионов (K, Na) в растворимых альгинатах на катионы кальция и превращение их в нерастворимые альгинаты, что позволяет при дальнейшей обработке консервированной таким способом ламинарии увеличить выход альгината [4, 6].

Помимо вышеупомянутых технологий консервирования свежих макрофитов альтернативным методом обработки водорослей может быть силосование, являющееся неэнергозатратной технологией сохранения морских водорослей. Силосование заключается в преобразовании углеводов в органические кислоты за счет микробной активности в анаэробной среде. Основной процесс при силосовании — брожение, создание среды с низким рН, которая подавляет рост вызывающих порчу микроорганизмов. Однако исследований о том как силосовать водоросли для кормления животных по-прежнему недостаточно [7].

Таким образом, основной целью при консервировании морских трав и водорослей является снижение затрат на энергоносители и получение макрофитов необходимого качества в зависимости от дальнейшего их использования.

В Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне произрастают два вида морской травы — *Zostera marina* и *Zostera noltii* [8].

В настоящее время отсутствует промышленная добыча зостеры. Данные о современном состоя-

нии макрофитов малочисленны, и до настоящего времени не проводились ресурсные исследования, которые позволили бы оценить объемы образующихся штормовых выбросов [9]. Последние исследования запасов промысловых макрофитов кавказского побережья Черного моря (от Адлера до м. Панагия) были проведены в 2001–2003, 2005 и 2006 гг., в результате чего было установлено, что на российском шельфе Черного моря почти полностью исчезли ассоциации zostеры [8, 10]. Исследователями макрофитов крымского побережья также отмечено снижение их ресурсного потенциала [11, 12].

В связи с тем, что zostера включена в списки Красной книги Крыма [13], наибольший интерес с точки зрения сырья представляют ее сезонные штормовые выбросы.

При комплексной переработке морской травы zostеры целесообразно получение:

- пектиновых веществ: zostератов, которые используются в качестве стабилизатора структурированных пищевых продуктов; zostерина — профилактического средства, используемого при интоксикации организма и для лечения желудочно-кишечного тракта [4, 14];
- хлорофилла, по своему химическому строению близкого к пигменту крови человека — гемоглобину — и обладающего бактерицидным и антиоксидантным действием. Хлорофилл и композиты на его основе возможно использовать для окраски продуктов пищевой промышленности, при создании косметических средств и в других целях [15];
- в качестве источника природных минеральных веществ, углеводов, белков, витаминов, флавоноидов, терпеноидов, спиртов, жирных кислот и других веществ [16];
- клетчатки для обогащения продуктов пищевыми волокнами [4, 17], для изготовления бумаги, картона и другой продукции [2].

Известно о применении сушеной zostеры в производстве мебели и для упаковочных целей [18]. Также сушеная zostера может применяться в качестве утеплителя или экологически чистого набивочного материала для матрасов и подушек [19].

Использование морской травы в качестве удобрений способствует структурированию почвенного покрова, увеличению его влагоемкости, обогащению микро- и макроэлементами [20, 21].

Применение таких удобрений особенно актуально для развития органического сельского хозяйства. Однако в настоящее время недостаточно изучено возможное негативное влияние на почву содержащегося в макрофитах хлористого натрия. Необходима разработка рекомендаций по снижению содержания хлористого натрия в штормовых выбросах путем промывки водорослей в пресной воде, выдерживания их под дождем и др.

Поскольку образующиеся в прибрежной зоне значительные скопления штормовых выбросов zostеры подвержены загрязнению песком и мусором, а также гниению, цель настоящих исследований состояла в разработке рекомендаций по способам консервирования штормовых выбросов zostеры, которые обеспечивали бы сохранение их качества и безопасности, а также возможность их использования для производства пищевых/функциональных продуктов.

При проведении исследований рассматривались следующие задачи:

- органолептическая оценка образовавшихся валов штормовых выбросов, находящихся на береговой линии;
- определение химического состава штормовых выбросов zostеры-сырца;
- апробация способов сушки и посола для консервирования штормовых выбросов zostеры-сырца;
- органолептическая оценка консервированных образцов zostеры в процессе хранения;
- оценка показателей безопасности сушеных штормовых выбросов zostеры;
- определение содержания пектиновых веществ в заготовленных образцах zostеры.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор образцов zostеры (*Zostera marina*) осуществляли на побережье Черного моря (45°08'03.4'' N, 36°25'21.4'' E) в ноябре 2019 г. и в период с июля по ноябрь 2020 г.

Консервирование образцов штормовых выбросов осуществляли сушкой и посолом.

Сушку при температуре окружающей среды (естественная сушка) проводили в летний и осенний периоды. Окончанием сушки считали приобретение zostерой жесткости, отсутствие сырых комков и непросушенных листьев. Массовая доля воды в штормовых выбросах в конце сушки должна быть не более 20 %.

В летний период (июль–август) штормовые выбросы сушили при следующих параметрах: среднесуточная температура воздуха 25 °С, скорость ветра 5 м/с, влажность воздуха 56,5 %, высота слоя штормовых выбросов 5–10 см (слои периодически переворачивали). Продолжительность сушки составила в среднем 6 ч.

В осенний период (сентябрь–ноябрь) сушку в естественных условиях осуществляли при средне-суточной температуре воздуха 19 °С, влажности воздуха 65–80 %, скорости ветра 6–8 м/с, высоте слоя 5–10 см (слои периодически переворачивали). Продолжительность сушки составила в среднем 24 ч.

Сушку с применением средств механизации (искусственная сушка) проводили в сушильном шкафу с принудительной вентиляцией воздуха при температуре 40±2 °С. Штормовые выбросы раскладывали на сетчатые решетки, высота слоя находилась в пределах 5–10 см, через каждый час образцы переворачивали. Продолжительность сушки составила в среднем 4 ч.

Посол проводили сухим способом аналогично прототипу [6] (количество добавленной пищевой поваренной соли составило 20 % к массе свежий травы, хлорид кальция не использовался) в течение 24 ч с последующим упаковыванием в пакеты из полимерных материалов и хранением заготовленных образцов при температуре окружающей среды. Для посола использовали соль пищевую первого сорта, помола № 1 [22].

Органолептические показатели зостеры, массовую долю воды, белка и минеральных веществ, посторонних примесей и песка определяли стандартными методами [23–25].

Определение кислоторастворимых форм свинца, мышьяка и кадмия осуществляли методом беспламенной атомной абсорбции с электротермической атомизацией [26, 27], общей ртути — методом беспламенной атомной абсорбции в «холодном паре» [28]. Методика выявления радионуклидов основана на регистрации аппаратурных спектров сцинтилляционными детекторами β- и γ-излучения с последующей обработкой при помощи специализированного программного обеспечения [29].

Содержание пектиновых веществ в зостере исследовали кальций-пектатным методом [30].

Микробиологическую безопасность макрофитов оценивали по количеству мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (МАФАНМ) и наличию плесени [31, 32].

Статистическую обработку результатов исследований проводили общепринятыми методами при доверительной вероятности $P \leq 0,95$ [33].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Наблюдения за состоянием штормовых выбросов зостеры проводили на побережье Черного моря в августе 2020 г. (рис. 1). Перед началом наблюдений участок береговой полосы был расчищен от выбросов. Скопления штормовых выбросов, образовавшиеся в течение недели, были условно разделены на три участка:

- первый участок, находящийся на береговой линии, шириной 0,5–0,7 м, представлял собой вал высотой до 0,15 м. Верхний слой вала (глубиной до 0,05 м) был сухим, светло-коричневого цвета; внутри вала зостера была влажной, коричневого и зеленого цветов, с легким морским запахом;
- второй участок, находящийся непосредственно у кромки воды, был 1,5–2,0 м в ширину и 0,4–0,5 м в высоту. Верхний слой (до 0,15 м) аналогичен валу первого участка. Внутренний слой (глубиной до 0,2 м) состоял из влажной темно-коричневой, почти черной, измельченной (до 0,03 м) травы, пригодной для дальнейшего использования. Нижний слой (глубиной до 0,15 м) — прелая морская трава, не пригодная для дальнейшей переработки;
- третий участок шириной 4–6 м и высотой 0,05–0,10 м: черная, мелко измельченная трава, полностью находящаяся в воде, с неприятным гнилостным запахом.

Спустя неделю нахождения на берегу штормовые выбросы представляли собой комки и жгуты, образованные спутанными листьями, и были сильно загрязнены песком и ракушками, содержание которых составляло приблизительно 88 %.

В свежих штормовых выбросах зостеры содержалось в среднем 87,2±1,2 % воды, 19,2±0,8 % минеральных веществ и 1,1±0,1 % белка (n=3).

Органолептическая оценка свежесформированных штормовых выбросов зостеры, а также находящихся на берегу в течение одной недели, представлена в табл. 1.

Проведенные в августе наблюдения за состоянием штормовых выбросов зостеры показали, что выбросы, находящиеся на берегу моря в течение недели, просыхают неравномерно, характерно



Рис. 1. Штормовые выбросы zostеры

Fig. 1. *Zostera* (eelgrass) storm debris

Таблица 1. Органолептические показатели качества штормовых выбросов zostеры

Table 1. Organoleptic properties indicative of the quality of eelgrass storm debris

Характеристика образца Characterization of the sample	Наименование показателя / Name of the property			
	Внешний вид Visual appearance	Цвет Color	Запах Odor	Консистенция Texture
1	2	3	4	5
Свежеобразованные выбросы Macrophytes, newly washed ashore	Листья влажные, с наличием пленки воды на поверхности, целые, разной толщины, с примесью посторонних предметов Moist leaves, with water coating on their surface, intact, of varying thickness, with admixture of foreign objects	Коричневый, с наличием отдельных листьев зеленого цвета Brown, with some green-colored leaves	Легкий морской, без посторонних запахов Slight marine, without foreign odors	Плотная, упругая Firm, elastic
Выбросы после находже- ния на берегу в течение одной недели, верхний слой вала Macrophytes after being ashore for a week, the upper layer of a wrack line	Листья сухие, целые, с примесью посторонних предметов Dry leaves, intact, with admixture of foreign objects	Смесь листьев зеленого и коричневого цвета Mixed green and brown leaves	Легкий морской, без посторонних запахов Slight marine, without foreign odors	Упругая Elastic
Выбросы после находже- ния на берегу в течение одной недели, внутренний слой вала	Листья нецелые, в виде небольших кусочков, влажноватые, с примесью песка и посторонних предметов	Листья темно- коричневого цвета, почти черные	Насыщенный морской запах	Мягкая, ломкая

Таблица 1 (окончание)**Table 1** (finished)

1	2	3	4	5
Macrophytes after being ashore for a week, the inner layer of a wrack line	Damaged leaves, in the form of short fragments, slightly moist, with admixture of sand and foreign objects	Dark-brown, almost black leaves	Intense marine odor	Soft, brittle

ризируются наличием посторонних примесей (пластик, др. мусор) и песка; внутренняя часть вала остается влажной.

Органолептические показатели штормовых выбросов в зависимости от способов их первичной обработки в процессе хранения приведены в табл. 2.

По органолептическим показателям сушеные и соленые штормовые выбросы zostеры (табл. 2) отвечают требованиям, предъявляемым к макро-

фитам [18, 23], за исключением образца zostеры, отобранного из внутреннего слоя вала, который характеризуется ломкостью листьев.

Свежесобранная zostера с зелеными листьями сохраняет свой цвет после естественной сушки (рис. 2а), на поверхности соленой травы видны кристаллы пищевой поваренной соли (рис. 2б).

Нормируемыми показателями безопасности сырья для производства пищевой продукции из

Таблица 2. Органолептические показатели zostеры при различных способах первичной обработки**Table 2.** Organoleptic properties of eelgrass under various techniques of its primary processing

Характеристика образца Characterization of the sample	Наименование показателя / Name of the property			
	Внешний вид Visual appearance	Цвет Color	Запах Odor	Консистенция Texture
1	2	3	4	5
Сушеная, образец из свежесобранного выброса zostеры (срок хранения 1 мес.) Dried, the sample of the macrophytes newly washed ashore (storage time one month)	Листья целые, сухие Intact leaves, dry	Коричневый, некоторые листья зеленые Brown, some leaves are green	Легкий морской Slight marine	Плотная, упругая Firm, elastic
Сушеная, образец из свежесобранного выброса zostеры (срок хранения 1 год) Dried, the sample of the macrophytes newly washed ashore (storage time one year)	Листья целые, сухие Intact leaves, dry	Коричневый, некоторые листья зеленые Brown, some leaves are green	Свойственный сушеной морской траве Characteristic for dried seagrass	Плотная, ломкая Firm, brittle
Сушеная, образец отобран из верхнего слоя вала (срок хранения 1 мес.) Dried, the sample taken from the upper layer of a wrack line (storage time one month)	Листья целые, сухие Intact leaves, dry	Коричневый Brown	Свойственный сушеной траве, без морского запаха Characteristic for dried seagrass, without marine odor	Плотная, упругая Firm, elastic
Сушеная, образец отобран из верхнего слоя вала (срок хранения образца 1 год)	Листья целые, сухие	Коричневый	Свойственный сушеной траве, без морского запаха	Плотная, упругая

Таблица 2 (окончание)

Table 2 (finished)

1	2	3	4	5
Dried, the sample taken from the upper layer of a wrack line (storage time one year)	Intact leaves, dry	Brown	Characteristic for dried seagrass, without marine odor	Firm, elastic
Сушеная, образец отобран из внутреннего слоя вала (срок хранения 1 мес.) Dried, the sample taken from the inner layer of a wrack line (storage time one month)	Нарушена целостность листьев, сухие, наличие посторонних примесей Damaged leaves, dry, with admixture of foreign matter	Коричневый Brown	Прелый, без морского запаха Musty, without marine odor	Ломкая Brittle
Сушеная, образец отобран из внутреннего слоя вала (срок хранения 1 год) Dried, the sample taken from the inner layer of a wrack line (storage time one year)	Нарушена целостность листьев, сухие, наличие посторонних примесей Damaged leaves, dry, with admixture of foreign matter	Коричневый Brown	Прелый, без морского запаха Musty, without marine odor	Ломкая Brittle
Соленая (срок хранения 1 мес.) Salted (storage time one month)	Листья целые, увлажненные Intact leaves, moist	Коричневый, некоторые листья зеленые Brown, some leaves are green	Свойственный морской траве Characteristic of seagrass	Плотная, упругая Firm, elastic
Соленая (срок хранения 1 год) Salted (storage time one year)	Листья целые, увлажненные Intact leaves, moist	Темно-коричневый Dark-brown	Свойственный морской траве, без порочащих запахов Characteristic of seagrass, without tainting	Плотная, упругая Firm, elastic

водных биоресурсов являются содержание радионуклидов и токсичных элементов. Содержание радионуклидов в сырой zostере не превышало установленных норм (цезий-137 — <2,9 Бк/кг, стронций-90 — <16,2 Бк/кг сырой массы) [34]. Исследованиями подтверждена безопасность сушеных штормовых выбросов zostеры по содержанию токсичных элементов (табл. 3).

Результаты исследований микробиологических показателей КМАФАнМ и плесени подтвердили безопасность исследуемых образцов штормовых выбросов zostеры (табл. 4).

О возможности переработки zostеры с целью получения zostерата или zostерина судили по содержанию пектиновых веществ; данные по их содержанию в штормовых выбросах zostеры в

Таблица 3. Содержание токсичных элементов в сушеных штормовых выбросах zostеры

Table 3. Content of toxic elements in dried eelgrass storm debris

Наименование элементов Name of the element	Содержание, мг/кг Content, mg/kg	Допустимый уровень [34] Allowable level [34]
Мышьяк Arsenic	0,61	5,0
Свинец Lead	0,25	0,5
Кадмий Cadmium	0,38	1,0
Ртуть Mercury	<0,005	0,1



а)



б)

Рис. 2. Сушеные (а) и соленые (б) штормовые выбросы zostеры

Fig. 2. Dried (a) and salted (b) eelgrass storm debris

зависимости от способа их первичной обработки, даты сбора и заготовки представлены в табл. 5.

Количество пектиновых веществ в осенних штормовых выбросах zostеры, заготовленных способом сушки, варьировало от 16,9 до 25,7 %. Следует отметить, что способ сушки незначительно повлиял на содержание пектиновых веществ (в среднем 22,1 и 18,1 %, соответственно, при естественной и искусственной сушке, 23,5 % при посоле). Достоверных различий в содержании пектиновых веществ в штормовых выбросах zostеры в зависимости от способа первичной обработки не установлено. Полученные значения незначительно превышают литературные данные [2, 4], что можно объяснить разными районами произрастания макрофита.

Учитывая, что на побережье Азовского и Черного морей основная масса штормовых выбросов zostеры наблюдается в летне-осенний период, благоприятный для естественной сушки, то данный способ сушки может быть рекомендован как основной при первичной обработке штормовых выбросов.

Общая схема первичной переработки штормовых выбросов zostеры представлена на рис. 3.

Для консервирования рекомендуется использовать штормовые выбросы zostеры, находящиеся на берегу не более одной недели. Собранные штормовые выбросы сортируют, удаляя механические примеси, затем промывают в пресной проточной воде или сменяемой воде в моечных машинах барабанного типа либо в ваннах с ложным (решетчатым или сетчатым) дном. Соотношение воды и zostеры равно 10:1–20:1. Кратность смены воды зависит от степени загрязнения и составляет от 2 до 5. Для мойки допускается использовать чистую морскую воду.

Далее морскую траву раскладывают в сетчатые ящики или на перфорированные поддоны для стекания лишней воды в течение 0,5–1 ч. Сушку в естественных условиях проводят на сушильных площадках, расположенных в солнечном и хорошо проветриваемом месте. Продолжительность сушки составляет от 6 до 24 ч в зависимости от погодных условий. Массовая доля воды в штормовых выбросах в конце сушки должна быть не более 20 %.

Таблица 4. Микробиологические показатели штормовых выбросов зостеры-сырца и заготовленных образцов зостеры**Table 4.** Microbiological characteristics of the raw eelgrass storm debris and of its preserved samples

Характеристика образца Characterization of the sample	Показатель Indicator	Содержание Content	Допустимый уровень [35] Allowable level [35]
Сырца Raw material	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более QMA&OAMO, CFU/g, no more than	$1,9 \times 10^4$	5×10^4
Сушеная естественным способом (срок хранения 1 мес.) Dried under natural conditions (storage time one month)	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более QMA&OAMO, CFU/g, no more than	$2,4 \times 10^4$	5×10^4
	Плесень, КОЕ/г, не более Mold, CFU/g, no more than	отсутствие роста no growth	100
Сушеная естественным способом (срок хранения 1 год) Dried under natural conditions (storage time one year)	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более QMA&OAMO, CFU/g, no more than	$1,1 \times 10^3$	5×10^4
	Плесень, КОЕ/г, не более Mold, CFU/g, no more than	отсутствие роста no growth	100
Соленая (срок хранения 1 мес.) Salted (storage time one month)	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более QMA&OAMO, CFU/g, no more than	$2,4 \times 10^4$	1×10^5
	Плесень, КОЕ/г, не более Mold, CFU/g, no more than	отсутствие роста no growth	100
Соленая (срок хранения 1 год) Salted (storage time one year)	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более QMA&OAMO, CFU/g, no more than	$2,8 \times 10^4$	1×10^5
	Плесень, КОЕ/г, не более Mold, CFU/g, no more than	отсутствие роста no growth	100

Сушку в искусственных условиях проводят в сушильных аппаратах с принудительной вентиляцией воздуха при температуре 40 ± 2 °C в течение 4 ч. Необходимо каждый час переворачивать слои штормовых выбросов. Рекомендуемая продолжительность сушки может изменяться в зависимости от производительности сушильного оборудования.

Посола проводят сухим способом, количество добавленной соли составляет 20 % к массе свежих штормовых выбросов зостеры, продолжительность посола — 24 ч. Затем соленую зостеру упаковывают в пакеты (мешки) из полимерных материалов.

Хранят сушеную и соленую морскую траву в закрытых помещениях или на открытых площад-

Таблица 5. Содержание пектиновых веществ в штормовых выбросах зостеры при различных способах первичной обработки

Table 5. Content of pectic substances in eelgrass storm debris under various techniques of its primary processing

Способ первичной обработки Technique of the primary processing	Дата сбора и заготовки Date of collection and preservation	Содержание пектиновых веществ, % Content of pectic substances, %
Сушка при температуре окружающей среды (естественная сушка) Drying at the ambient temperature (natural drying)	Сентябрь 2020 г. September, 2020	19,2±1,7
	Октябрь 2020 г. October, 2020	22,0±2,0
	Ноябрь 2020 г. November, 2020	25,1±2,1
Сушка с применением средств механизации (искусственная сушка) Mechanical (artificial) drying	Сентябрь 2020 г. September, 2020	16,9±1,3
	Октябрь 2020 г. October, 2020	17,3±1,4
	Ноябрь 2020 г. November, 2020	20,0±1,8
Посола Salting	Ноябрь 2019 г. November, 2019	21,2±1,8*
	Ноябрь 2020 г. November, 2020	25,7±1,8

Примечание: *Данные после одного года хранения

Note: *Data collected after one-year storage

ках, защищенных от воздействия атмосферных осадков, при относительной влажности воздуха не более 75 %.

Рекомендуемый срок годности сушеных и соленых штормовых выбросов зостеры — не более 12 мес. при температуре окружающего воздуха. При необходимости изготовитель может установить иной срок годности.

ВЫВОДЫ

В результате проведенного комплекса работ разработаны рекомендации по консервированию штормовых выбросов зостеры способом естественной сушки (при температуре окружающей среды в летне-осенний период), искусственной сушки (в сушильном шкафу с принудительной вентиляцией воздуха при температуре 40±2 °С) и посола (20 % пищевой поваренной соли к массе травы).

Установлено, что продолжительность сушки в естественных условиях составляет от 6 до 24 ч в зависимости от погодных условий и времени года, продолжительность искусственной сушки — 4 ч.

Органолептическая оценка, содержание токсичных элементов и радионуклидов, а также микробиологические показатели консервированных штормовых выбросов зостеры подтверждают

их высокое качество и безопасность, возможность использования для получения пищевых/функциональных продуктов.

Содержание пектиновых веществ в осенних штормовых выбросах зостеры варьировало от 16,9 до 25,7 %. Подтвержден вывод о том, что штормовые выбросы зостеры являются перспективным сырьем для получения зостерина и зостератов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность сотрудникам и заведующей лабораторией аналитического контроля водных экосистем Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» И.В. Кораблиной за проведенные исследования содержания радионуклидов и токсичных элементов в штормовых выбросах зостеры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Zhu X., Healy L., Zhang Z., Maguire J., Sun D.-W., Tiwari B.K. Novel postharvest processing strategies for value-added applications of marine algae // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2021. doi: 10.1002/jsfa.11166. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.11166> (дата обращения 01.02.2021).

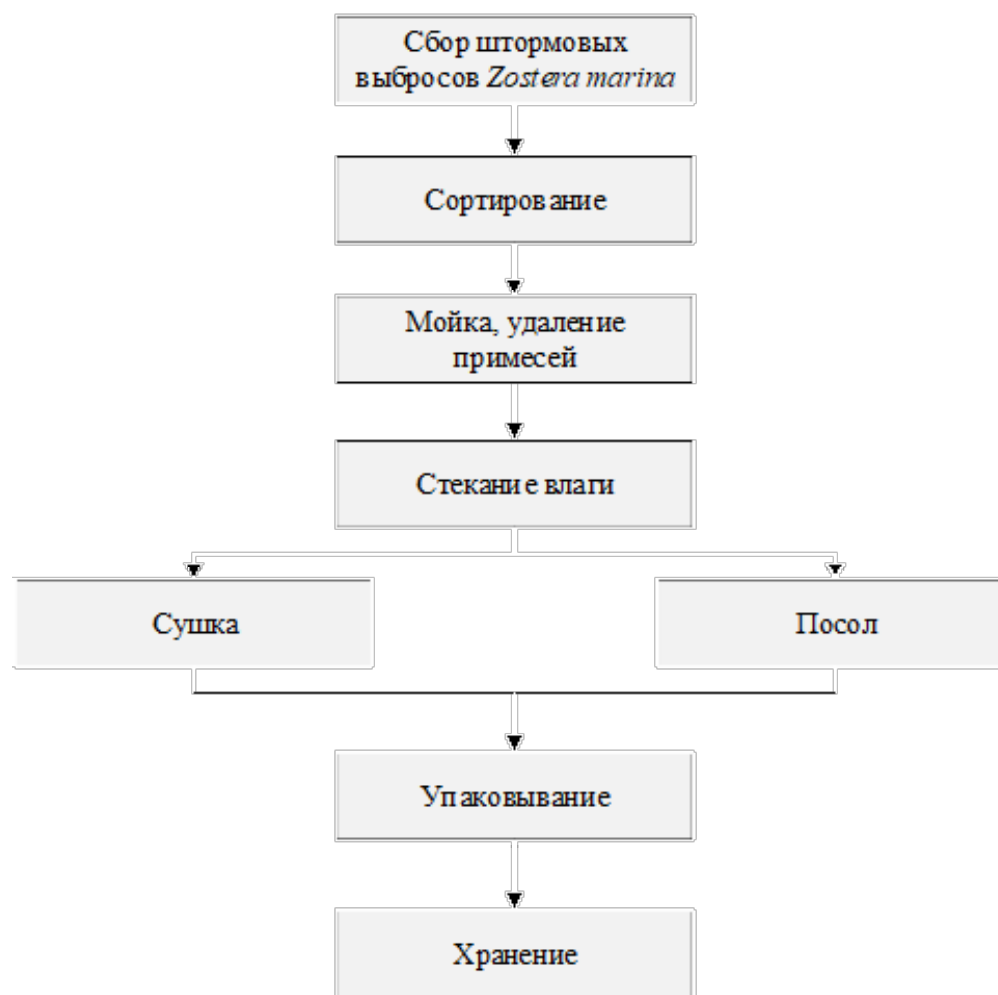


Рис. 3. Общая технологическая схема консервирования штормовых выбросов zostеры
Fig. 3. General process flow diagram for the preservation of eelgrass storm debris

2. Кизеветтер И.В., Грюнер В.С., Евтушенко В.А. Переработка морских водорослей и других промысловых водных растений. М.: Пищевая промышленность, 1967. 416 с.
3. Del Rosario E.Z., Mateo W. Hot water blanching pre-treatments: enhancing drying of seaweeds (*Carporhynchus alvarezii* S.) // Open Science Journal. 2019. Vol. 4, no. 1. 25 p. doi: 10.23954/osj.v4i1.2076.
4. Подкорытова А.В. Морские водоросли-макрофиты и травы. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. 175 с.
5. Merritt J.H. Drying of seaweeds and other plants. III.— Through-circulation drying of *Zostera marina* // Journal of the Science of Food and Agriculture. 1960. Vol. 11, issue 11. Pp. 629–632. doi: 10.1002/jsfa.2740111105.
6. Константинова Н.Ю., Подкорытова А.В. Способ консервирования бурых водорослей. Номер патента RU 2041657 С1. МПК А23L 1/337. М.: Изд-во Российского агентства по патентам и товарным знакам, 1995. 4 с.
7. Novoa-Garrido M., Marcos C.N., Travieso M.D.C., Alcaide E.M., Larsen M., Weisbjerg M.R. Preserving *Porphyra umbilicalis* and *Saccharina latissima* as silages for ruminant feeding // Animals. 2020. Vol. 10, no. 11. 18 p. doi: 10.3390/ani10111957.
8. Афанасьев Д.Ф. Оценка запасов и распределения некоторых видов макрофитов на российском шельфе Черного моря // Растительные ресурсы. 2009. Т. 45, вып. 3. С. 51–59.
9. Белякова И.А., Чернявская С.Л., Есина Л.М., Богомолова В.В., Кривонос О.Н. Возможные направления использования штормовых выбросов макрофитов Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна (обзор) // Водные биоресурсы и среда обитания. 2020. Т. 3, № 4. С. 77–88. doi: 10.47921/2619-1024_2020_3_4_77.
10. Афанасьев Д.Ф. Запасы некоторых видов макрофитов на российском шельфе Черного моря: современное состояние, многолетняя динамика и анализ причин изменения // Известия ТИНРО. 2008. Т. 155. С. 161–168.
11. Болтачев А.Р., Зуев Г.В., Чесалин М.В., Мильчакова Н.А., Ревков Н.К., Гаевская А.В., Финенко З.З., Загородная Ю.А., Шульман Г.Е., Солдатов А.А., Руднева И.И., Миронов О.Г. Промысловые био-

- ресурсы Черного и Азовского морей. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. 367 с.
12. Панкеева Т.В., Миронова Н.В. Пространственно-временные изменения макрофитобентоса акватории бухты Ласпи (Крым, Черное море) // *Океанология*. 2019. Т. 59, № 1. С. 93–107. doi: 10.31857/S0030-157459193-107.
 13. Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / Под ред. А.В. Ены, А.В. Фатерыги. Симферополь: Ариал, 2016. 480 с.
 14. Лоенко Ю.Н., Артюков А.А., Козловская Э.П., Мирошниченко В.А., Еляков Г.Б. Зостерин. Владивосток: Дальнаука, 1997. 211 с.
 15. Тхан Тайк. Физико-химические свойства и антиокислительная активность каротиноидов и хлорофиллов из морских водорослей : дис. ... канд. хим. наук. М.: Изд-во Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева, 2017. 151 с.
 16. Новиченко О.В. Биологически активные вещества высших водных растений *Potamogeton perfoliatus* L. и *Zostera noltii*: состав, свойства, применение // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2016. № 1. С. 137–142. doi: 10.20914/2310-1202-2016-1-137-142.
 17. Давидович В.В., Ключкова И.С. Обогащение хлебобулочных изделий пищевыми волокнами зостеры // *Научные труды Дальрыбвтуза*. 2018. Т. 46, № 3. С. 58–61.
 18. ГОСТ 6730–75 Трава морская сушеная. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 1982. 6 с.
 19. Якунина Е.А. Современные теплоизоляционные материалы, как одна из тенденций экологического строительства // *Синергия наук*. 2018. № 24. С. 625–634.
 20. Сорокин М.А., Попов И.А. Удобрение из морских растений и способ его производства. Номер патента RU 2161599 С2. МПК С 05F 11/08, С 05F 7/00, С 05F 17/00. М.: Изд-во Российского агентства по патентам и товарным знакам, 2001. 4 с.
 21. Сорокин М.А. Удобрение из морских растений, способ его производства (варианты) и кормовая добавка. Номер патента RU 2001118503 А. МПК С 05F 11/08, А23К 1/00. 2003. URL: <https://patents.google.com/patent/RU2001118503A/ru> (дата обращения 02.02.2021).
 22. ГОСТ Р 51574–2018 Соль пищевая. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2018. 8 с.
 23. ГОСТ 31412–2010 Водоросли, травы морские и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей. М.: Стандартинформ, 2011. 8 с.
 24. ГОСТ 26185–84 Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Стандартинформ, 2018. 56 с.
 25. ГОСТ 33331–2015 Водоросли, травы морские и продукция из них. Методы определения массовой доли воды, золы и посторонних примесей. М.: Стандартинформ, 2019. 10 с.
 26. ФР.1.31.2007.04014 Методика выполнения измерений массовых долей кадмия, меди, свинца и цинка в пробах гидробионтов методом атомной абсорбции с электротермической атомизацией. Ростов-н/Д.: Вираз, 2007. 14 с.
 27. ФР.1.31.2019.32870 Методика выполнения измерений массовых долей железа, марганца, мышьяка, никеля и хрома в пробах гидробионтов методом атомной абсорбции с электротермической атомизацией. Ростов-н/Д.: Вираз, 2019. 14 с.
 28. ФР.1.31.2015.21649 Методика выполнения измерений массовой доли ртути в пробах гидробионтов методом беспламенной атомной абсорбции. Ростов-н/Д.: Вираз, 2014. 14 с.
 29. Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс». Менделеево: Изд-во Всероссийского научно-исследовательского института физико-технических и радиотехнических измерений, 2003. 32 с.
 30. Салиева А.Р. Обоснование и разработка комплексной технологии полисахаридов из высших растений Волго-Каспийского бассейна : дис. ... канд. техн. наук. М.: Изд-во Астраханского государственного технического университета, 2011. 217 с.
 31. ГОСТ 10444.15–94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. М.: Стандартинформ, 2010. 7 с.
 32. ГОСТ 10444.12–2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов. М.: Стандартинформ, 2014. 17 с.
 33. Орлов А.И. Математика случая: Вероятность и статистика — основные факты : учеб. пособие. М.: МЗ-Пресс, 2004. 110 с.
 34. ТР ТС 021/2011 Технический регламент таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». URL: docs.cntd.ru/document/902320560 (дата обращения 02.02.2021).
 35. ТР ЕАЭС 040/2016 Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции». URL: <http://docs.cntd.ru/document/420394425> (дата обращения 21.01.2021).

REFERENCES

1. Zhu X., Healy L., Zhang Z., Maguire J., Sun D.-W., Tiwari B.K. Novel postharvest processing strategies for value-added applications of marine algae. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2021. doi: 10.1002/

- jsfa.11166. Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.11166> (accessed 01.02.2021).
- Kizeveter I.V., Gryuner V.S., Evtushenko V.A. Pererabotka morskikh vodorosley i drugikh promyslovyykh vodnykh rasteniy [Processing algae and other commercial aquatic plants]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry], 1967, 416 p. (In Russian).
 - Del Rosario E.Z., Mateo W. Hot water blanching pre-treatments: enhancing drying of seaweeds (*Kappaphycus alvarezii* S.). *Open Science Journal*, 2019, vol. 4, no. 1, 25 p. doi: 10.23954/osj.v4i1.2076.
 - Podkorytova A.V. Morskie vodorosli-makrofity i travy [Seaweed macrophytes and herbs]. Moscow: VNIRO Publ., 2005, 175 p. (In Russian).
 - Merritt J.H. Drying of seaweeds and other plants. III.— Through-circulation drying of *Zostera marina*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1960, vol. 11, issue 11, pp. 629–632. doi: 10.1002/jsfa.2740111105.
 - Konstantinova N.Yu., Podkorytova A.V. Sposob konservirovaniya burykh vodorosley [Method of preserving brown algae]. Patent number RU 2041657 C1. Int. Cl. A23L 1/337. Moscow: Rossiyskoe agentstvo po patentam i tovarnym znakam [Russian Agency for Patents and Trademarks] Publ., 1995, 4 p. (In Russian).
 - Novoa-Garrido M., Marcos C.N., Travieso M.D.C., Alcaide E.M., Larsen M., Weisbjerg M.R. Preserving *Porphyra umbilicalis* and *Saccharina latissima* as silages for ruminant feeding. *Animals*, 2020, vol. 10, no. 11, 18 p. doi: 10.3390/ani10111957.
 - Afanasyev D.F. Otsenka zapasov i raspredeleniya nekotorykh vidov makrofitov na rossiyskom shel'fe Chernogo morya [Estimation of stock and distribution of some macrophytes on the Russian shelf of the Black Sea]. *Rastitel'nye resursy* [Plant Resources], 2009, vol. 45, issue 3, pp. 51–59. (In Russian).
 - Belyakova I.A., Chernyavskaya S.L., Esina L.M., Bogomolova V.V., Krivonos O.N. Vozmozhnye napravleniya ispol'zovaniya shtormovykh vybrosov makrofitov Azovo-Chernomorskogo rybokhozyaystvennogo basseyna (obzor) [Prospective uses of the macrophyte storm debris in the wrack zone of the Azov and Black Sea Fishery Basin (review)]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment], 2020, vol. 3, no. 4, pp. 77–88. doi: 10.47921/2619-1024_2020_3_4_77. (In Russian).
 - Afanasyev D.F. Zapasy nekotorykh vidov makrofitov na rossiyskom shel'fe Chernogo morya: sovremennoe sostoyanie, mnogoletnyaya dinamika i analiz prichin izmeneniya [Stocks of some macrophyte species on the Black Sea shelf of Russia: analysis of modern condition and long-term dynamics]. *Izvestiya TINRO* [Transactions of the Pacific Research Institute of Fisheries and Oceanography], 2008, vol. 155, pp. 161–168. (In Russian).
 - Boltachev A.R., Zuev G.V., Chesalin M.V., Milchakova N.A., Revkov N.K., Gaevskaya A.V., Finenko Z.Z., Zagorodnaya Yu.A., Shulman G.E., Soldatov A.A., Rudneva I.I., Mironov O.G. Promyslovye bioresursy Chernogo i Azovskogo morey [Biological resources of the Black Sea and Sea of Azov]. Sevastopol: EKOSI-Gidrofizika [EKOSI-Hydrophysics], 2011, 367 p. (In Russian).
 - Pankeeva T.V., Mironova N.V. Spatiotemporal changes in the macrophytobenthos of Laspi Bay (Crimea, Black Sea). *Oceanology*, 2019, vol. 59, issue 1, pp. 86–98. doi: 10.1134/S0001437019010168.
 - Krasnaya kniga Respubliki Krym. Rasteniya, vodorosli i griby [Red book of the Republic of Crimea. Plants, algae and fungi]. A.V. Ena, A.V. Fateryga. (Eds.). Simferopol: Arial, 2016, 480 p. (In Russian).
 - Loenko Yu.N., Artyukov A.A., Kozlovskaya E.P., Miroschnichenko V.A., Elyakov G.B. Zosterin [Zosterin]. Vladivostok: Dal'nauka [Dalnauka], 1997, 211 p. (In Russian).
 - Tkhan Tayk. Fiziko-khimicheskie svoystva i antiokislitel'naya aktivnost' karotinoidov i khlorofillov iz morskikh vodorosley : dis. ... kand. khim. nauk [Physical and chemical properties and antioxidant activity of carotenoids and chlorophylls of marine algae. Candidate's (Chemistry) Thesis]. Moscow: Rossiyskiy khimiko-tehnologicheskii universitet im. D.I. Mendeleeva [D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia] Publ., 2017, 151 p. (In Russian).
 - Novichenko O.V. Biologicheski aktivnye veshchestva vysshikh vodnykh rasteniy *Potamogeton perfoliatus* L. i *Zostera noltii*: sostav, svoystva, primeneniye [Biologically active substances of hydrophytes *Potamogeton perfoliatus* L. and *Zostera noltii*: composition, properties, applications]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies], 2016, no. 1, pp. 137–142. doi: 10.20914/2310-1202-2016-1-137-142. (In Russian).
 - Davidovich V.V., Klochkova I.S. Obogashchenie khlebobulochnykh izdeliy pishchevymi voloknami zostery [Enrichment of bakery products with food fiber zosters]. *Nauchnye trudy Dal'rybvtuza* [Scientific Journal of DALRYBVTUZ], 2018, vol. 46, no. 3, pp. 58–61. (In Russian).
 - GOST 6730–75 Trava morskaya sushenaya. Tekhnicheskie usloviya [State Standard 6730–75 Dried sea grass. Specifications]. Moscow: Izdatel'stvo standartov [Publishing House of Standards], 1982, 6 p. (In Russian).
 - Yakunina E.A. Sovremennye teploizolyatsionnye materialy, kak odna iz tendentsiy ekologicheskogo stroitel'stva [Modern insulation materials, as one of the trends of green building]. *Sinergiya nauk* [Synergy of Science], 2018, no. 24, pp. 625–634. (In Russian).

20. Sorokin M.A., Popov I.A. Udobrenie iz morskikh rasteniy i sposob ego proizvodstva [Fertilizer from seaplants and method of manufacturing thereof]. Patent number RU 98118287 A. Int. Cl. C 05F 11/08, C 05F 7/00, C 05F 17/00. Moscow: Rossiyskoe agentstvo po patentam i tovarnym znakam [Russian Agency for Patents and Trademarks] Publ., 2001, 4 p. (In Russian).
21. Sorokin M.A. Udobrenie iz morskikh rasteniy, sposob ego proizvodstva (varianty) i kormovaya dobavka [Fertilizer from marine plants, method of its production (options) and feed additive]. Patent number RU 2001118503 A. Int. Cl. C 05F 11/08, A23K 1/00. 2003. Available at: <https://patents.google.com/patent/RU2001118503A/en> (accessed 02.02.2021). (In Russian).
22. GOST R 51574–2018 Sol' pishchevaya. Obshchie tekhnicheskie usloviya [State Standard R 51574–2018 Food grade salt. Specifications]. Moscow: Standartinform [Russian Scientific and Technical Centre for Information on Standardization, Metrology and Conformity Assessment] Publ., 2018, 8 p. (In Russian).
23. GOST 31412–2010 Vodorosli, travy morskije i produktsiya iz nikh. Metody opredeleniya organolepticheskikh i fizicheskikh pokazateley [State Standard 31412–2010 Seaweeds, sea grasses and products of their processing. Methods for determination of sensory and physical characteristics]. Moscow: Standartinform [Russian Scientific and Technical Centre for Information on Standardization, Metrology and Conformity Assessment] Publ., 2011, 8 p. (In Russian).
24. GOST 26185–84 Vodorosli morskije, travy morskije i produkty ikh pererabotki. Metody analiza [State Standard 26185–84 Seaweeds, sea-grasses and its processed products. Methods of physical and chemical analysis]. Moscow: Standartinform [Russian Scientific and Technical Centre for Information on Standardization, Metrology and Conformity Assessment] Publ., 2018, 56 p. (In Russian).
25. GOST 33331–2015 Vodorosli, travy morskije i produktsiya iz nikh. Metody opredeleniya massovoy doli vody, zoly i postoronnikh primesey [State Standard 33331–2015 Seaweeds, sea grasses and products of their processing. Methods for determination of mass content of water, ash and foreign matter]. Moscow: Standartinform [Russian Scientific and Technical Centre for Information on Standardization, Metrology and Conformity Assessment] Publ., 2019, 10 p. (In Russian).
26. FR.1.31.2007.04014 Metodika vypolneniya izmereniy massovykh doley kadmiya, medi, svintsa i tsinka v probakh gidrobiontov metodom atomnoy absorptsii s elektrotermicheskoy atomizatsiyey [Methodology for measurement of mass fractions of cadmium, copper, lead, and zinc in the samples of hydrobionts with application of the method of atomic absorption spectroscopy with electrothermal atomization]. Rostov-on-Don: Virazh [Virage], 2007, 14 p. (In Russian).
27. FR.1.31.2019.32870 Metodika vypolneniya izmereniy massovykh doley zheleza, margantsa, mysh'yaka, nikelya i khroma v probakh gidrobiontov metodom atomnoy absorptsii s elektrotermicheskoy atomizatsiyey [Methodology for measurement of mass fractions of iron, manganese, arsenic, nickel, and chrome in the samples of hydrobionts with application of the method of atomic absorption spectroscopy with electrothermal atomization]. Rostov-on-Don: Virazh [Virage], 2019, 14 p. (In Russian).
28. FR.1.31.2015.21649 Metodika vypolneniya izmereniy massovoy doli rtuti v probakh gidrobiontov metodom besplamennoy atomnoy absorptsii [Methodology for measurement of mass fractions of mercury in the samples of hydrobionts with application of the method of flameless atomic absorption spectrometry]. Rostov-on-Don: Virazh [Virage], 2014, 14 p. (In Russian).
29. Metodika izmereniya aktivnosti radionuklidov s ispol'zovaniem stsintillyatsionnogo gamma-spektrometra s programmym obespecheniem "Progress" [Methodology for measurement of the activity of radionuclides using a scintillation gamma-spectrometer with "Progress" software]. Mendeleevo: Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut fiziko-tekhnicheskikh i radiotekhnicheskikh izmereniy [Russian Metrological Institute of Technical Physics and Radio Engineering Publ.], 2003, 32 p. (In Russian).
30. Salieva A.R. Obosnovanie i razrabotka kompleksnoy tekhnologii polisakharidov iz vysshikh rasteniy Volgo-Kaspiyskogo basseyna : dis. ... kand. tekhn. nauk [Substantiation and development of integrated technology for the polysaccharides derived from the higher plants of the Volga River and Caspian Sea Basin. Candidate's (Engineering) Thesis]. Moscow: Astrakhanskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiiy universitet [Astrakhan State Technical University] Publ., 2011, 217 p. (In Russian).
31. GOST 10444.15–94 Produkty pishchevye. Metody opredeleniya kolichestva mezofil'nykh aerobnykh i fakul'tativno-anaerobnykh mikroorganizmov [State Standard 10444.15–94 Food products. Methods for determination of quantity of mesophilic aerobes and facultative anaerobes]. Moscow: Standartinform [Russian Scientific and Technical Centre for Information on Standardization, Metrology and Conformity Assessment] Publ., 2010, 7 p. (In Russian).
32. GOST 10444.12–2013 Mikrobiologiya pishchevykh produktov i kormov dlya zhivotnykh. Metody vyyavleniya i podscheta kolichestva drozhzhey i plesnevnykh gribov [State Standard 10444.12–2013 Microbiology of food and animal feeding stuffs. Methods for the detection and colony count of yeasts and moulds]. Moscow: Standartinform [Russian Scientific and Technical Centre for Information on Standardization, Metrology and Conformity Assessment] Publ., 2014, 17 p. (In Russian).

33. Orlov A.I. Matematika sluchaya: Veroyatnost' i statistika — osnovnye fakty [Mathematics of incident: probability and statistics—fundamental facts. Study guide]. Moscow: MZ-Press, 2004, 110 p. (In Russian).
34. TR CU 021/2011 Technical Regulation of the Customs Union “Concerning safety of food products”. Available at: http://www.rustandard.com/images/CU_TR/TR_CU_021.2011_Safety_of_Food_Products.pdf (accessed 02.02.2021).
35. TREA EU 040/2016 Technical Regulation of the Eurasian Economic Union “On safety of fish and fish products”. Available at: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Technical%20Regulation%20on%20Safety%20of%20Fish%20and%20Fish%20Products%20_Moscow_Russian%20Federation_6-6-2017.pdf (accessed 21.01.2021).

Поступила 02.03.2021

Принята к печати 11.05.2021