

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, МАШИНЫ И АППАРАТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ

TECHNOLOGICAL PROCESSES, MACHINES AND APPARATUS FOR PROCESSING AQUATIC BIORESOURCES

Научная статья

УДК 664.953

<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-2-89-96>

Технология и качество фитоконфет из ламинарии японской

Наталья Валерьевна Дементьева[✉], Татьяна Марьяновна Бойцова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия, dnydd@mail.ru[✉]

Аннотация. Разработана технология фитоконфет из ламинарии японской, позволяющая получить продукт с высокими органолептическими показателями, пищевой и биологической ценностью. В рецептурах фитоконфет содержится 60 % ламинарии, 14 % меда, сухофрукты (курага, чернослив, финики, манго). Предварительная тепловая обработка ламинарии, включающая трехкратную кратковременную варку водорослей при температуре 85–95 °С, обеспечивает ламинарии плотную, но не жесткую консистенцию. Внесение лимонной кислоты в количестве 2 % на втором этапе варки ламинарии способствует удалению явно выраженного вкуса и запаха водоросли. В процессе обработки водоросли она незначительно теряет влагу. Установлено, что в свежей водоросли до обработки содержится 94,5 % воды, после обработки количество воды в водоросли составляет 90,6–91,3 %. В процессе предварительной обработки ламинарии происходит незначительная потеря минеральных веществ, количество которых после обработки водоросли составляет 1,31 %. При тепловой обработке количество маннита в водоросли уменьшается почти в 2 раза, тем не менее он остается в продукте в количестве 7,74 %. Добавление лимонной кислоты в варочные воды при обработке водорослей способствует увеличению в них альгиновых кислот. В свежей водоросли содержание альгиновых кислот составляло 27,44 %, а после обработки – 33,87 %. Относительная биологическая ценность фитоконфет из ламинарии японской варьирует от 70,8 до 78,2 % в зависимости от рецептуры. Максимальный прирост инфузории *Tetrahymena pyriformis* и более высокая относительная биологическая ценность наблюдается у фитоконфет из ламинарии, приготовленных по рецептурам, в состав которых наряду с ламинарией входят курага и чернослив. При хранении фитоконфет из ламинарии японской при температуре 0–6 °С, влажности 75 % в течение 9 мес количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов не превышало предельно допустимые нормы и варьировало от $0,1 \cdot 10^1$ КОЕ/г в начале хранения до $4,9 \cdot 10^4$ КОЕ/г в конце срока хранения. Бактерии группы кишечных палочек, *S. aureus*, плесени, дрожжи обнаружены не были.

Ключевые слова: ламинария японская, фитоконфеты, органолептические показатели, консистенция, химический состав, тепловая обработка, альгиновые кислоты, сухофрукты, биологическая ценность

Для цитирования: Дементьева Н. В., Бойцова Т. М. Технология и качество фитоконфет из ламинарии японской // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2022. № 2. С. 89–96. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-2-89-96>.

Original article

Technology and quality of phyto-candies from Japanese kelp

Natalia V. Dementieva[✉], Tatiana M. Boitsova

Far Eastern State Technical Fisheries University,
Vladivostok, Russia, dnydd@mail.ru[✉]

Abstract. The developed technology of producing phyto-candies from Japanese kelp provides the high organoleptic characteristics, nutritional and biological values of the products. The phyto-candy formulations contain 60% kelp, 14% honey, dried fruits (apricots, prunes, dates, mangoes). Preliminary kelp heat treatment, including threefold short-term kelp boiling sessions at 85-95 °C, provides a dense but not rigid kelp structure. Adding 2% of citric acid at the second boiling session helps to remove the pronounced taste and smell of algae. Under processing kelp slightly loses moisture. It has been found that fresh kelp contains 94.5% of water before treatment; after treatment the amount of water in it is 90.6-91.3%. In pretreatment kelp slightly loses the mineral substances, the amount of which after processing makes 1.31%. Under heat treatment the amount of mannitol in luminaria decreases almost twice, nevertheless 7.74% of mannitol remains. Adding a citric acid to the boiling water during kelp processing causes the increase of alginic acids in it. In the fresh kelp the alginic acid content was 27.44%, and after processing - 33.87%. The relative biological value of phyto-candies produced from Japanese kelp varies within 70.8-78.2% depending on the formulation. The maximum increase in *Tetrahymena pyriformis* infusoria and a higher relative biological value were observed in phyto-candies prepared according to the formulations including dried apricots and prunes. When storing phyto-sweets from Japanese kelp at 0-6 °C and humidity of 75% during 9 months, the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms did not exceed the maximum permissible norms and varied within $0.1 \cdot 10^1$ CFU/g at the beginning of storage - $4.9 \cdot 10^4$ CFU/g at the end of the storage period. Bacteria of the *E. coli* group, *S. aureus*, mold, or yeast were not detected.

Key words: Japanese kelp, phyto-candies, organoleptic characteristics, consistency, chemical composition, heat treatment, alginic acids, dried fruits, biological value

For citation: Dementieva N. V., Boitsova T. M. Technology and quality of phyto-candies from Japanese kelp. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2022;2:89-96. (In Russ.) <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-2-89-96>.

Введение

В настоящее время рацион питания людей пополняется обогащенными продуктами, производство которых имеет тенденцию к росту. Обогащение пищевых продуктов подразумевает добавление к ним функциональных нутриентов – витаминов, макро- и микроэлементов, полиненасыщенных жирных кислот, фосфолипидов, пищевых волокон и других биологически активных веществ природного происхождения [1–3].

По мнению специалистов, реакция организма на различные пищевые продукты в первую очередь зависит от состава микрофлоры кишечника, поэтому в настоящее время наиболее актуальным становится создание функциональных продуктов питания, способных сформировать «правильную» микрофлору кишечника человека и оздоровить существующую. Основой для создания подобных продуктов питания сегодня является сырье, содержащее пищевые волокна, которые являются идеальной средой для формирования «правильной» микрофлоры желудочно-кишечного тракта [4–6]. Однако это в основном растительное сырье наземного происхождения, богатое клетчаткой. В свою очередь, сырье морского происхождения, например ламинария японская (*Laminaria japonica*), как и все бурые водоросли, тоже богата пищевыми волокнами [7, 8]. В ней наряду с важными биологически активными веществами содержатся растворимые и нерастворимые пищевые волокна. К растворимым волокнам относятся альгинаты, к нерастворимым – целлюлоза (альгулеза) [9–11]. В настоящее время ламинария японская является приоритетным сырьем ввиду большого количества минеральных элементов, входящих в состав солей и органических комплексов, а также органических веществ: альгиновых кислот, ламинарина, ман-

нита и др. Данный вид сырья обладает всеми необходимыми свойствами для создания новых высокоэффективных функциональных и лечебно-профилактических продуктов питания [12–14].

Несмотря на то, что морские водоросли обладают колоссальным количеством физиологически важных нутриентов, их использование в технологии отдельных пищевых продуктов ограничено в связи с их специфическими вкусоароматическими характеристиками. Например, при производстве конфет использование ламинарии в качестве основного сырья весьма затруднительно из-за специфического вкуса и запаха.

Исходя из вышеизложенного, одной из важных задач при решении данной проблемы является поиск правильных режимов обработки сырья для трансформации вкусоароматических свойств готового продукта с сохранением в нем максимального количества функциональных компонентов.

Целью научно-исследовательской работы являлась разработка технологии фитокоффе из ламинарии японской с заданными вкусоароматическими характеристиками и высокой пищевой ценностью.

Объекты и методы исследования

В качестве основного сырья использовали ламинарию японскую (*Laminaria japonica*) по ГОСТ 31583-2012 «Капуста морская мороженая. Технические условия».

Вспомогательными материалами являлись кислота лимонная по ГОСТ 31726-2012 «Кислота лимонная безводная Е330. Технические условия»; уксусная кислота по ГОСТ Р 55982-2014 «Кислота уксусная для пищевой промышленности. Технические условия»; кислота аскорбиновая по ГОСТ 4815-76 «Кислота аскорбиновая пищевая». В рабо-

те использовали сухофрукты: чернослив, курагу, финики – по ГОСТ 28501-2016 «Фрукты косточковые сушеные. Технические условия»; инжир сушеный по ГОСТ 32896-2014. «Фрукты сушеные. Общие технические условия»; мед (липовый или цветочный) по ГОСТ Р 54644-2015 «Мед натуральный. Технические условия»; шоколад темный по ГОСТ 31721-2012 «Шоколад. Общие технические условия»; глазурь шоколадную по ГОСТ Р 53897-2010 «Глазурь. Общие технические условия».

В работе были задействованы физико-химические и химические методы анализа. Взятие проб из сырья и готового продукта осуществляли стандартными методами по ГОСТ 31339-06, ГОСТ 7631-08, ГОСТ 8756.0-70.

Содержание влаги определяли на анализаторе влажности AND ML 50 в соответствии с инструкцией для данного вида продукта.

Для определения маннита средний образец водорослей измельчали (сырые водоросли режут, а сухие хрупкие измельчают в ступке или мельнице). Навеску водорослей около 1 г помещали в мерный цилиндр с притертой крышечкой, заливали 50 мл теплой воды и настаивали 1 ч. Затем добавляли 25 мл 4 н NaOH и 25 мл раствора медного купороса (125 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в 1 л воды), тщательно взбалтывали и настаивали 1 ч. После этого раствор сильно взбалтывали, отливали часть раствора в пробирку на 40–50 мл и центрифугировали. Отбирали 25 мл прозрачного раствора в коническую колбу (100–150 мл) с широким горлом, добавляли 10 мл 30 %-го раствора йодистого калия, 25 %-ой H_2SO_4 и сразу же быстро титровали 0,1 н раствором гипосульфита. В качестве индикатора использовали раствор крахмала. По расходу 0,1 н гипосульфита определяют содержание маннита в водорослях. Масса экстракта – 50 г. Содержание маннита рассчитывали по формуле

$$M_B = \frac{M_T B_3}{5N(100 - B_B)},$$

где M_B – количество маннита в водорослях, %; M_T – количество маннита, найденное по таблице (справочные данные) на основании результатов титрования, мг; B_3 – масса (вес) экстракта, г; N – навеска водорослей, г; B_B – влажность водорослей, % [15].

Количественное определение альгиновой кислоты осуществляли следующим образом: материал подсушивали на воздухе или слабо нагревали до состояния хрупкости (сырые водоросли предварительно разрезали ножницами). Водоросли измельчали до частиц размером 4–5 мм (размер ячеек сита 0,5 мм) и хранили в герметично закупоренной банке. Для определения влаги в бюксы брали две навески, а для определения содержания альгиновой кислоты – три навески в колбы емкостью 250 мл, каждая навеска примерно по 0,5 г водорос-

лей или 0,25 г альгината и альгины; точность взвешивания 0,0002 г.

Для определения количества альгиновой кислоты навески в колбочках трижды экстрагировали 20 мл 0,5 %-го раствора HCl (для альгината – 5 %-м раствором), каждый раз настаивая 1 ч при температуре 50 °С. Осадок отделяли от раствора на стеклянном фильтре так, чтобы осадок не попадал на фильтр, экстрагировали трижды 25 мл холодной воды и затем 10-ю мл спирта до отрицательной реакции на хлор или кислоту (по метилоранжу). Промытый осадок осторожно весь переносили на фильтр и отделяли от раствора. Фильтр с осадком помещали в стакан, заливали водой так, чтобы фильтр ею был покрыт, и туда же добавляли в избытке титрованный 0,1 н раствор щелочи и фенолфталеина. Количество (мл) щелочи должно в 150–300 раз превосходить навеску сухого альгината, или в 80–200 раз навеску альгины, или в 20–50 раз навеску водорослей, т. к. ангидрины альгины полностью реагируют со щелочью только в сильной щелочной среде. Сосуд предохраняли от действия углекислоты и настаивали при перемешивании около 1 ч. Затем избыток щелочи оттитровывали 0,1 н кислотой с фенолфталеином. Количество альгиновой кислоты рассчитывали по формуле

$$A = \frac{(V_{\text{щ}} - V_{\text{к}})180,5}{N(100 - B)},$$

где A – количество альгиновой кислоты, %; $V_{\text{щ}}$ – количество 0,1 н щелочи, добавленной к навеске, мг; $V_{\text{к}}$ – количество 0,1 н кислоты, израсходованной на титрование щелочи, мл; N – навеска, г; B – влажность пробы, %; 180,5 – титр 0,1 н альгиновой кислоты, умноженный на 10 000. Длительность определения – около 7 ч [15].

Количество минеральных веществ определяли по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки (методы анализа)» путем удаления органических веществ из продукта сжиганием в муфельной печи при температуре 500 °С и определения количества золы взвешиванием.

Органолептические показатели готовой продукции оценивали по ГОСТ 7631-2008, в соответствии с терминологией описания признаков, получившей наибольшее распространение на практике, и результатам дегустационных совещаний.

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) определяли по ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных и аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов».

Сульфитредуцирующие клостридии определяли по ГОСТ 29185-2014 «Микробиология пищевых

продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях».

Относительную биологическую ценность (ОБЦ) определяли по методике А. Д. Игнатъева «Культивирование простейшей *Tetrahymena pyriformis* в растворе 0,1 % ПВ (пептонной воды) и исследуемых компонентов» [16].

Результаты и их обсуждение

Для производства фитокофет ламинарию японскую подвергали предварительной обработке: заливали водой в соотношении водоросли : вода – 1 : 2. Затем смесь нагревали до температуры 85–95 °С, полученный отвар сливали, заново заливали ламинарию водой и дважды проводили варку при вышеуказанных режимах, сливая отвар после каждой варки. На втором этапе варки водорослей в воду добавляли лимонную кислоту в количестве 2 %. При таком способе обработки консистенция водо-

росли остается плотной, но становится менее жесткой. Внесение лимонной кислоты на втором этапе варки способствует улучшению органолептических показателей, обеспечивается удаление явно выраженного вкуса и запаха ламинарии.

При выборе способа предварительной обработки ламинарии важно обеспечить не только получение необходимой консистенции и высоких органолептических показателей водоросли, но и максимально сохранить физиологически важные нутриенты, которые непосредственно будут влиять на пищевую ценность продуктов, полученных из нее. Проведены исследования влияния способа предварительной обработки ламинарии японской на изменение химического состава водоросли. Результаты исследований изменения содержания органических и минеральных соединений в ламинарии японской до и после тепловой обработки представлены в табл. 1.

Таблица 1

Table 1

Содержание органических и минеральных соединений в ламинарии японской до и после тепловой обработки

Composition of organic and mineral compounds in Japanese kelp before and after heat treatment

Способ обработки	Исследуемые показатели, %			
	вода	минеральные вещества	маннит	альгиновые кислоты
Без обработки	94,5 ± 0,7	1,37 ± 0,5	16,80 ± 0,3	27,44 ± 0,5
После тепловой обработки без лимонной кислоты	91,3 ± 0,5	1,09 ± 0,4	8,37 ± 0,4	25,44 ± 0,4
После тепловой обработки с лимонной кислотой	90,6 ± 0,4	1,31 ± 0,3	7,74 ± 0,3	33,87 ± 0,4

В процессе обработки водоросли она незначительно теряет влагу: в свежей водоросли до обработки содержится 94,5 % воды, после обработки количество воды в водоросли составляет 90,6–91,3 %. При тепловой обработке происходит потеря минеральных веществ и в водоросли уменьшается количество маннита. Экспериментально установлено, что добавление лимонной кислоты в варочные воды при обработке водорослей способствует увеличе-

нию в них альгиновых кислот: в свежей водоросли содержание альгиновых кислот составляло 27,44 %, а после обработки с лимонной кислотой – 33,87 %.

Водоросли, прошедшие предварительную обработку, измельчали на волчке с диаметром решетки 3–4 мм. Измельченные водоросли смешивали с сухофруктами и медом согласно разработанным рецептурам (табл. 2).

Таблица 2

Table 2

Рецептуры фитокофет из ламинарии японской

Formulations of fhyto-candy from Japanese kelp

Номер рецептуры	Ламинария японская	Мед	Курага	Чернослив	Финики	Манго	Шоколадная глазурь
	Содержание, кг на 100 кг сырьевого набора						
Рецептура 1	60	14	14	–	–	–	12
Рецептура 2	60	14	–	14	–	–	12
Рецептура 3	60	14	–	–	14	–	12
Рецептура 4	60	14	–	–	–	14	12
Рецептура 5	60	14	4	4	4	2	12

Для производства фитоконфет использовали сухофрукты: курагу, чернослив, манго, финики. Их промывали теплой водой и измельчали на волчке с диаметром решетки 3–4 мм.

Из приготовленной смеси формировали полуфабрикат шарообразной формы диаметром 2–3 см, который направляли на подмораживание при температуре –18 °С в течение 1–1,5 ч.

Предварительно подготавливали шоколадную глазурь, для получения которой использовали темный и белый шоколад. Шоколад нагревали до тем-

пературы 70 °С, тщательно перемешивая до однородной жидкой консистенции.

В горячую глазурь погружали подмороженный полуфабрикат на 3–5 с до образования на поверхности равномерного слоя глазури толщиной 1–2 мм. Глазированные изделия укладывали на подложки и отправляли на охлаждение при температуре 0–4 °С на 30 мин. Фитоконфеты из ламинарии японской, приготовленные по разработанной технологии, представлены на рис., у готовых фитоконфет определяли органолептические показатели качества, которые представлены в табл. 3.



Фитоконфеты из ламинарии японской (рецептура № 1)

Phyto-candies from Japanese kelp (Formulation No. 1)

Таблица 3

Table 3

Органолептические показатели фитоконфет из ламинарии японской

Organoleptic characteristics of phyto-candies from Japanese kelp

Продукт	Показатель	Характеристика
Фитоконфеты из ламинарии	Консистенция	Умеренно плотная, сочная
	Вкус	Слегка водорослевый с привкусом меда и сухофруктов
	Цвет на разрезе	Зеленый с вкраплениями сухофруктов
	Запах	Медовый с небольшим оттенком водорослей

Обобщенные органолептические показатели фитоконфет из ламинарии японской даны для всех разработанных рецептур, поскольку они отличаются друг от друга только разным составом сухофруктов.

Для подтверждения рациональности разработанной технологии у фитоконфет определяли ОБЦ,

а также проводили сравнительные исследования ОБЦ фитоконфет из ламинарии с уже известными и имеющимися в продаже фитоконфетами, содержащими фрукты, злаки и другие функциональные компоненты. Результаты исследований представлены в табл. 4.

Таблица 4

Table 4

Оценка роста инфузории *Tetrahymena pyriformis* в исследуемых образцах фитоконфет и их относительная биологическая ценность

Evaluation of ciliates *Tetrahymena pyriformis* growth in the studied samples of phyto-candies and their relative biological value

Исследуемый продукт	Время генерации инфузории, сут						ОБЦ, %
	0	1	2	3	4	7	
Рецептура 1	5	24,0	46,0	66,3	87,0	96,3	77,3
Рецептура 2	5	23,7	45,8	67,1	86,6	96,9	78,2
Рецептура 3	5	21,9	40,6	63,0	84,5	95,8	75,6
Рецептура 4	5	21,8	41,3	62,4	84,0	95,3	75,1
Рецептура 5	5	20,7	35,9	55,6	72,1	83,0	70,8
Фруктовый батончик с абрикосом в шоколаде	5	15,2	34,2	52,0	70,8	81,6	68,3
Фруктовый батончик с черносливом в шоколаде	5	15,4	35,0	54,1	71,4	82,5	69,7
Батончик орехово-фруктовый «Микс семечек-клюква» ТМ «PIKKI»	5	14,3	22,5	44,3	65,6	74,3	64,6
Батончик с цельными злаками и шоколадом ТМ «NESTLE FITNESS»	5	14,1	23,0	46,1	67,2	78,4	65,1

Фитоконфеты из ламинарии, приготовленные по разработанным рецептурам, значительно превосходят по количеству выросших особей инфузории *Tetrahymena pyriformis* популярные фитоконфеты, имеющиеся в продаже. Максимальный прирост простейших и более высокая ОБЦ (77,3 и 78,2 %) наблюдалась у фитоконфет из ламинарии, приготовленных по рецептурам № 1 и 2, в состав которых, наряду с ламинарией, входили курага и чернослив.

Известно, что сроки хранения представленных в продаже фитоконфет, упакованных в пластиковые, металлизированные и многослойные пакеты, со-

ставляют от 6 до 8 мес при температуре хранения от 0 до 25 °С и относительной влажности воздуха не более 75 %. Согласно Техническому регламенту таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» максимально допустимое КМАФАНМ в глазированных конфетах не должно превышать $5,0 \cdot 10^4$ КОЕ/г.

Разработанные нами фитоконфеты из ламинарии, уложенные на подложки, упаковывали в пластиковые пакеты и хранили при температуре 0–6 °С, влажности 75 % в течение 9 мес. Исследовали изменение КМАФАНМ в процессе хранения (табл. 5).

Таблица 5

Table 5

Изменение КМАФАНМ фитоконфет из ламинарии при хранении
Changing QMAFANM in phyto-candies from kelp during the storage period

Показатель	Продолжительность хранения, мес				
	1	3	6	8	9
КМАФАНМ, КОЕ/г	$0,1 \cdot 10^1$	$1,2 \cdot 10^1$	$7,4 \cdot 10^2$	$5,7 \cdot 10^3$	$4,9 \cdot 10^4$

На всем протяжении хранения фитоконфет из ламинарии КМАФАНМ не превышало предельно допустимые нормы и варьировало от $0,1 \cdot 10^1$ КОЕ/г в начале хранения до $4,9 \cdot 10^4$ в конце срока хранения. Бактерии группы кишечных палочек, *S. aureus*, плесени, дрожжи обнаружены не были.

Заключение

Таким образом, разработанная технология производства фитоконфет из ламинарии японской позволяет получить продукт с высокими органолептическими показателями, пищевой и биологической ценностью. В состав фитоконфет входит 60 % ламинарии, 14 % меда, а также сухофрукты (курага, чернослив, финики, манго). Предварительная тепловая обработка ламинарии, включающая трехкратное подваривание водорослей при температуре 85–95 °С, обеспечивает ламинарии плотную, но не жесткую консистенцию. Внесение лимонной

кислоты в количестве 2 % на втором этапе варки ламинарии способствует улучшению органолептических показателей, т. е. удалению явно выраженного вкуса и запаха водоросли. При этом способе обработки происходит незначительная потеря минеральных веществ, количество которых после обработки водоросли составляет 1,31 %. При обработке уменьшается количество маннита в водоросли почти в два раза, но он остается в количестве 7,74 %. Экспериментально установлено, что добавление лимонной кислоты в варочные воды при обработке водорослей способствует увеличению в них альгиновых кислот. В свежей водоросли содержание альгиновых кислот составляло 27,44 %, а после обработки – 33,87 %. Относительная биологическая ценность фитоконфет из ламинарии японской составила 70,8–78,2 % в зависимости от рецептуры. На протяжении всего срока хранения фитоконфет из ламинарии японской при температуре 0–6 °С, влажности

75 % в течение 9 мес КМАФАНМ не превышало предельно допустимые нормы. Бактерии группы

кишечных палочек, *S. aureus*, плесени, дрожжи обнаружены не были.

Список источников

1. Дроздова Л. И. Продукты здорового питания профилактического направления // Федеральный и региональный аспекты политики здорового питания: материалы Междунар. симп. Кемерово: КемТИПП, 2002. С. 138–144.
2. Kamp J., Jones J. A focus on dietary fiber and whole grains // *Cereal food world*. 2004. V. 3. P. 41.
3. Амилина Н. М., Соколова Н. М., Вишневецкая Т. И., Конева Е. Л. Функциональные продукты на основе биогеля из морских водорослей // Пиво и напитки. 2007. № 3. С. 19–21.
4. Воскобойников В. А., Тунисева И. А. О классификации пищевых волокон // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. 2004. № 1. С. 17–19.
5. Кричман Е. С. Новое поколение пищевых волокон // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. 2004. № 1. С. 28.
6. Погожева А. В., Высоккий В. Г. Роль пищевых волокон в питании человека / под ред. В. А. Тутельяна. М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2008. 326 с.
7. Новикова З. В., Сергеева С. М., Муханов Е. В. Дизайн хлебобулочных изделий для здорового питания с использованием растительного сырья // Тр. Воронеж. гос. ун-та инженер. технологий. 2020. № 82 (4). С. 188–195.
8. Kim Y. S., Kang C. O., Kim M. H., Cha W., Shin H. J. Contents of water extract for *Laminaria japonica* and its antioxidant activity // *KSBB J.* 2011. V. 26. P. 112–118.
9. Shiroasaki M., Koyama T. *Laminaria japonica* as a food for the prevention of obesity and diabetes // *Advances in Food and Nutrition Research*. 2011. V. 64. P. 199–212.

10. Kang K. S., Nam C. S., Park E. K., Ha B. J. The Enzymatic Regulatory Effects of *Laminaria japonica* Fucoidan Extract in Hepatotoxicity // *J. Life Sci.* 2006. V. 16. P. 1104–1108.
11. Araújo R. M., Assis J., Aguillar R., Airolti L., Bárbara I., Bartsch I., et al. Status, trends and drivers of kelp forests in Europe: an expert assessment // *Biod. Conserv.* 2016. V. 25. P. 1319–1348.
12. Kang Y. M., Lee B. J., Kim J. I., Nam B. H., Cha J. Y., Kim Y. M., Ahn C. B., Choi J. S., Choi I. S., Je J. Y. Antioxidant effects of fermented sea tangle (*Laminaria japonica*) by *Lactobacillus brevis* BJ20 in individuals with high level of gamma-GT: A randomized, double-blind, and placebo-controlled clinical study // *Food Chem. Toxicol.* 2012. V. 50. P. 1166–1169.
13. Lin H. T., Lu W. J., Tsai G. J., Chou C. T., Hsiao H. I., Hwang P. A. Enhanced anti-inflammatory activity of brown seaweed *Laminaria japonica* by fermentation using *Bacillus subtilis* // *Process Biochem.* 2016. V. 51. P. 1945–1953.
14. Вишневецкая Т. И., Аминина Н. М., Гурулева О. Н. Разработка технологии получения йодсодержащих продуктов из *Laminaria japonica* // Изв. ТИПРО. 2001. № 129. С. 163–169.
15. Кузеветтер И. В., Грюнер В. С., Евтушенко В. А. Переработка морских водорослей и других промысловых водных растений. М.: Пищ. пром-сть, 1967. 414 с.
16. Игнатъев А. Д., Исаяев М. К., Долгов В. А., Шаблюй В. И., Нелюбин В. П. Модификация метода биологической оценки пищевых продуктов с помощью ресничной инфузории *Tetrahymena pyriformis* // *Вопр. питания*. 1980. № 1. С. 70–71.

References

1. Drozdova L. I. Produkty zdravogo pitaniia profilakticheskogo napravleniia [Healthy food products of preventive direction]. *Federal'nyi i regional'nyi aspekty politiki zdravogo pitaniia: materialy Mezhdunarodnogo simpoziuma*. Kemerovo, KemTIPP, 2002. Pp. 138-144.
2. Kamp J., Jones J. A focus on dietary fiber and whole grains. *Cereal food world*, 2004, vol. 3, p. 41.
3. Amilina N. M., Sokolova N. M., Vishnevskaya T. I., Koneva E. L. Funktsional'nye produkty na osnove biogelii iz morskikh vodoroslei [Functional products based on seaweed biogel]. *Pivo i napitki*, 2007, no. 3, pp. 19-21.
4. Voskoboinikov V. A., Tipiseva I. A. O klassifikatsii pishchevykh volokon [On classification of dietary fibers]. *Pishchevye ingrediety: syr'e i dobavki*, 2004, no. 1, pp. 17-19.
5. Krichman E. S. Novoe pokolenie pishchevykh volokon [New generation of food fibers]. *Pishchevye ingrediety: syr'e i dobavki*, 2004, no. 1, p. 28.
6. Pogozheva A. V., Vysotskii V. G. Rol' pishchevykh volokon v pitanii cheloveka [Role of dietary fiber in human nutrition]. Pod redaktsiei V. A. Tutel'iana. Moscow, Fond «Novoe tysyacheletie» Publ., 2008. 326 p.
7. Novikova Z. V., Sergeeva S. M., Mukhanov E. V. Dizain khlebobulochnykh izdelii dlia zdravogo pitaniia s ispol'zovaniem rastitel'nogo syr'ia [Design of bakery products for healthy diet using vegetable raw materials]. *Trudy Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii*, 2020, no. 82 (4), pp. 188-195.

8. Kim Y. S., Kang C. O., Kim M. H., Cha W., Shin H. J. Contents of water extract for *Laminaria japonica* and its antioxidant activity. *KSBB J.*, 2011, vol. 26, pp. 112-118.
9. Shiroasaki M., Koyama T. *Laminaria japonica* as a food for the prevention of obesity and diabetes. *Advances in Food and Nutrition Research*, 2011, vol. 64, pp. 199-212.
10. Kang K. S., Nam C. S., Park E. K., Ha B. J. The Enzymatic Regulatory Effects of *Laminaria japonica* Fucoidan Extract in Hepatotoxicity. *J. Life Sci.*, 2006, vol. 16, pp. 1104-1108.
11. Araújo R. M., Assis J., Aguillar R., Airolti L., Bárbara I., Bartsch I., et al. Status, trends and drivers of kelp forests in Europe: an expert assessment. *Biod. Conserv.*, 2016, vol. 25, pp. 1319-1348.
12. Kang Y. M., Lee B. J., Kim J. I., Nam B. H., Cha J. Y., Kim Y. M., Ahn C. B., Choi J. S., Choi I. S., Je J. Y. Antioxidant effects of fermented sea tangle (*Laminaria japonica*) by *Lactobacillus brevis* BJ20 in individuals with high level of gamma-GT: A randomized, double-blind, and placebo-controlled clinical study. *Food Chem. Toxicol.*, 2012, vol. 50, pp. 1166-1169.
13. Lin H. T., Lu W. J., Tsai G. J., Chou C. T., Hsiao H. I., Hwang P. A. Enhanced anti-inflammatory activity of brown seaweed *Laminaria japonica* by fermentation using *Bacillus subtilis*. *Process Biochem.*, 2016, vol. 51, pp. 1945-1953.
14. Vishnevskaya T. I., Aminina N. M., Guruleva O. N. Razrabotka tekhnologii polucheniia iodsoderzhashchikh

produktov iz Laminaria japonica [Development of technology for obtaining iodine-containing products from Laminaria japonica]. *Izvestia TINRO*, 2001, no. 129, pp. 163-169.

15. Kizevetter I. V., Griuner V. S., Evtushenko V. A. *Pererabotka morskikh vodoroslei i drugikh promyslovykh vodnykh rastenii* [Processing seaweeds and other commercial aquatic plants]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1967. 414 p.

16. Ignat'ev A. D., Isaev M. K., Dolgov V. A., Shablii V. I., Neliubin V. P. Modifikatsiia metoda biologicheskoi otsenki pishchevykh produktov s pomoshch'iu resnichnoi infuzorii Tetrahymena pyriformis [Modification of method of biological assessment of food products using ciliary ciliate Tetrahymena pyriformis]. *Voprosy pitaniia*, 1980, no. 1, pp. 7071.

Статья поступила в редакцию 12.11.2021; одобрена после рецензирования 11.05.2022; принята к публикации 03.06.2022
The article is submitted 12.11.2021; approved after reviewing 11.05.2022; accepted for publication 03.06.2022

Информация об авторах / Information about the authors

Наталья Валерьевна Дементьева – кандидат технических наук, доцент; доцент кафедры технологий продуктов питания; Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет; dnvdd@mail.ru

Natalia V. Dementieva – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Food Technology; Far Eastern State Technical Fisheries University; dnvdd@mail.ru

Татьяна Марьяновна Бойцова – доктор технических наук, профессор; профессор кафедры технологий продуктов питания; Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет; boitsova_tm@mail.ru

Tatiana M. Boitsova – Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department of Food Technology; Far Eastern State Technical Fisheries University; boitsova_tm@mail.ru

