



Альгинаты из бурой водоросли *Saccharina japonica*: основа для индустрии пищевых, медицинских и косметических продуктов

Научная статья
УДК 665.939.358:582.272:663

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-132-138>
EDN: KSWUIH

Подкорытова Антонина Владимировна – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела инновационных технологий департамента технического регулирования, Москва, Россия
E-mail: podkor@vniro.ru

Рощина Анна Николаевна – главный специалист отдела инновационных технологий департамента технического регулирования, Москва, Россия
E-mail: roshchina@vniro.ru

Государственный научный центр Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

Адрес: Россия, 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19

Аннотация. Представлены данные по промысловым запасам и вылову бурой водоросли *Saccharina japonica* в Татарском проливе Западно-Сахалинской подзоны и других прибрежных зонах дальневосточных (ДВ) морей. Показан химический состав *S. japonica* в зависимости от периода сбора, способов разделки и сушки. Технологический выход альгината натрия из *S. japonica* составлял 23-25%. Представлены результаты исследований органолептических и физико-химических характеристик альгината натрия, а также – состав и соотношения в них уроновых кислот, демонстрирующих их сорбционную активность. Показано, что в настоящее время рекомендуемый вылов (РВ) *S. japonica* в Западно-Сахалинской подзоне составляет 6 тыс. т, а всего по всем ДВ подзонам – 155,08 тыс. т., из которых можно произвести 171 т и 3 тыс. т, соответственно, высококачественного альгината. Рекомендовано использовать *S. japonica* и другие водоросли ДВ морей из семейства Laminariaceae в качестве сырья в процессе производства альгината натрия для индустрии пищевых, медицинских и косметических продуктов.

Ключевые слова: сахарина японская, альгинаты, свойства, уроновые кислоты, применение

Для цитирования: Подкорытова А.В., Рощина А.Н. Альгинаты из бурой водоросли *Saccharina japonica*: основа для индустрии пищевых, медицинских и косметических продуктов // Рыбное хозяйство. 2025. № 6. С. 132-138. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-132-138>

ALGINATE FROM BROWN SEAWEED *SACCHARINA JAPONICA*: THE BASIS FOR THE FOOD, MEDICAL, AND COSMETIC INDUSTRIES

Antonina V. Podkorytova – Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Scientific Officer Division of Innovative Technologies of the Department of Technical Regulation, Moscow, Russia

Anna N. Roshchina – Chief Specialist, Division of Innovative Technologies of the Department of Technical Regulation, Moscow, Russia

State Science Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)

Address: Russia, 105187, Moscow, Okruzhny proezd, 19

Annotation. The article presents data on the commercial stocks and catch of the brown alga *Saccharina japonica* in the Tatar Strait of the West Sakhalin subzone and other coastal areas of the Far Eastern Seas. The chemical composition of *S. japonica* is shown depending on the collection period, processing methods, and drying. The technological yield of sodium alginate from *S. japonica* was 23-25%. The results of studies of the organoleptic and physical-chemical characteristics of sodium alginate, as well as the composition and ratios of the uronic acids in them, demonstrating their sorption activity, are presented. The currently recommended catch (RC) of *S. japonica* in the West Sakhalin subzone is shown to be 6 thousand tons, and 155.08 thousand tons for all subzones of the Far Eastern fishery basin, from which 171 tons and 3 thousand tons of high-quality alginate can be produced, respectively. Recommended to use *S. japonica* and other Laminariaceae seaweeds from the Far Eastern Seas as raw material in the production of sodium alginate for the food, medical, and cosmetic industries.

Keywords: *Saccharina japonica*, alginates, properties, uronic acids, utilization

For citation: Podkorytova A.V., Roshchina A.N. (2025). Alginate from brown seaweed *Saccharina japonica*: the basis for the food, medical, and cosmetic industries // Fisheries. No. 6. Pp. 132-138.
<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-132-138>

Рисунки и таблицы – авторские / The drawings and tables were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Морские водоросли для многих стран мира являются неотъемлемой частью деятельности населения в области их добычи из естественных зарослей, а также – выращивания методами марикультуры, поскольку водоросли имеют большое хозяйственное значение. Промысловый запас бурых водорослей в прибрежных зонах дальневосточного рыболовного бассейна (ДВРБ) России оценивается около 742 тыс. тонн. Заготавливают ламинарию (сахарину) преимущественно в прибрежных зонах Японского моря, где общий рекомендуемый вылов в 2024 г. составил 155,08 тыс. тонн. Наиболее облавливаемая зона – Западно-Сахалинская, где за последние годы рекомендуемый вылов (РВ) составил 4,8-6,0 тыс. т, при этом изъятие ламинарии (сахарин) достигает 100% от РВ и более (рис. 1) [1-2].

Активизация добычи сахарини связана с доступностью участков промысла в Запад-

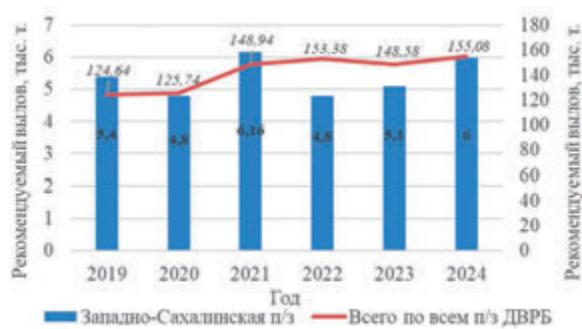


Рисунок 1. Динамика рекомендуемого вылова (РВ) *S. japonica* Западно-Сахалинской подзоне и по всем подзонам дальневосточного рыболовного бассейна России с 2019 по 2024 гг., тыс. т. [2]

Figure 1. Dynamics of Recommended Catch (RC) of *S. japonica* in the West Sakhalin Subzone and all subzones of the Russian Far Eastern Fishery Basin from 2019 to 2024, thousand tons [2]

но-Сахалинской подзоне, а также – развитием инфраструктуры территорий и предприятий, добывающих и перерабатывающих водоросли на о. Сахалин. Это также связано с развитием логистики и увеличением количества предприятий, занимающихся переработкой водорослей в центральных районах России [4; 13].

В настоящее время некоторые предприятия начинают применять самые современные технологии и оборудование с целью изготовления высококачественной пищевой сахарины и других видов бурых водорослей для производства пищевых продуктов и альгинатов разнообразного назначения [13]. Это связано с тем, что в последние десятилетия косметическая и медицинская отрасли проявляют значительный интерес к биоразлагаемым полимерам в целом и к альгинатам в частности, что обусловлено их нетоксичностью, а также – структурообразующими, обволакивающими и загущающими свойствами [12]. Кроме того, имеет большое значение широкая распространность и возможность культивирования бурых водорослей, являющихся единственным промышленным источником альгинатов. В связи с этим актуализация техники и технологии альгинатов, а также – технической документации на их производство в настоящее время чрезвычайно актуальны.

Цель – провести исследования физико-химических характеристик альгинатов из *Saccharina japonica*, актуализировать технологический процесс и разработать техническую документацию на их производство.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве сырья для получения альгината натрия использовали двухлетние промыс-

ловые бурые водоросли *Saccharina japonica*, которые добывали водолазным способом из естественных зарослей в июле-августе 2015-2016 гг. в подзоне Западно-Сахалинской, восточное побережье Татарского пролива (предприятие ИП Г. Сотников). Первичную обработку и сушку *S. japonica* проводили в цехе береговой переработки РПГ «БИНОМ» в г. Анива, о. Сахалин. Высушивали *S. japonica*: слоевища с применением газовых воздухонагревателей ($T = 30-60^{\circ}\text{C}$, $i = 8-10$); шинкованную на полоски размером $0,5 \times 7,0$ см – на установке «Ураган» с инфракрасным излучением ($T = 40-60^{\circ}\text{C}$, $i = 1,5-2,0$ ч) [4]. На рисунке 2 представлена *S. japonica* (а – сушёные слоевища; б – сахараина сушёная шинкованная с применением инфракрасного излучения).

В лаборатории ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» в г. Москва проводили исследования химического состава сахарины (*S. japonica*). Альгинат натрия получали в соответствие с опубликованным ранее [3] технологическим процессом, содержащим следующие этапы: восстановление сушёных водорослей в воде, измельчение, деминерализацию (обработка раствором соляной кислоты), промывание водой, экстрагирование альгината, фильтрование альгинатных экстрактов, осаждение геля альгиновой кислоты, получение пасты альгината натрия, обезвоживание пасты альгината спиртом, высушивание, измельчение, обработка УФ, фасование, хранение.

В работе были использованы стандартные и современные инструментальные методы исследований в соответствии с [5-8] и методиками, изложенными в МУК [9]. Содержание азотистых веществ (белка) определяли методом Кельдаля с применением автоана-



Рисунок 2. Сушеная *S. japonica* (а – сушёные слоевища; б – шинкованная на полоски)

Figure 2. Dried *S. japonica* (a – dried thalli; b – shredded into strips)

лизатора шведской фирмы FOSS Analytical AB, модель FOSS 2300. Вязкость и молекулярную массу 0,2%-ных водных и солевых растворов альгината натрия измеряли на вискозиметре ВПЖ-1. Прозрачность 0,2% водных растворов измеряли на цифровом спектрофотометре PD-303S («Apel Co., Ltd.», Япония) при нулевом светофильтре при температуре 23 ± 2 °C в кювете с рабочей длиной 5 мм против дистиллированной воды. Содержание уроновых кислот в альгинатах определяли в ИОХ РАН им. Н.Д. Зелинского хроматографическим методом на газожидкостном хроматографе Hewlett-Packard 5890 A с пламенно-ионизационным детектором. Расчёт процентного содержания D-маннуроновой кислоты и L-гулуроновой кислоты проводили по отношению площадей соответствующих пиков на хроматограмме [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований химического состава *S. japonica*, добытой в период с мая по август 2015-2016 гг. в Татарском проливе, прибрежная зона западного Сахалина, показали наличие биологически активных веществ, в том числе альгиновой кислоты (рис. 3).

Из представленных данных видно, что в течение весенне-летнего периода (от мая к августу) происходит накопление органических веществ (до 70%), в том числе главного структурного полисахарида – альгиновой кислоты (в среднем до 28%), что учитывается при решении использования конкретного сырья для производства альгинатов. Исследования, проведённые по показателям безопасности, показали, что вся сушёная *S. japonica* в слоевищах и шинкованная (на полоски $0,5 \times 7,0$ см), а также экспериментальный альгинат натрия соответствуют требованиям ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» и являются безопасными при их использовании в качестве пищевых.

Экспериментальные образцы альгинатов натрия были получены из *S. japonica* по технологической схеме, представленной на рисунке 4. Технологический выход альгината натрия из *S. japonica* составил 23,5-25,5%, в зависимости от месяца добычи водорослей и способа обработки сырья. Полученные результаты показали, что технологическая схема, разработанная и опубликованная ранее [3], актуальна и в настоящее время. Разработана техническая документация: технические условия ТУ 10.89.19-165-004772124-2023 на «Альгинат натрия» (SODIUM ALGINATE) и ТИ №123-2023 Технологическая инструкция по изготовлению альгината натрия (SODIUM ALGINATE) из бурых водорослей семейства ламинариевых.

Экспериментальные альгинаты натрия, полученные из *S. japonica* – это однородные аморфные сыпучие порошки без запаха, кремового или белого цвета (прозрачность 96,3-98,0% светопропускания), хорошо растворимые в воде, с образованием вязких растворов при достаточно низких концентрациях (0,2-1,0%) (прозрачность 1,0%-ных водных растворов 96,3-98,0% светопропускания) (рис. 5).

Содержание воды в альгинатах составляет около 12%, золы – в среднем 23%, pH 0,2%-ных

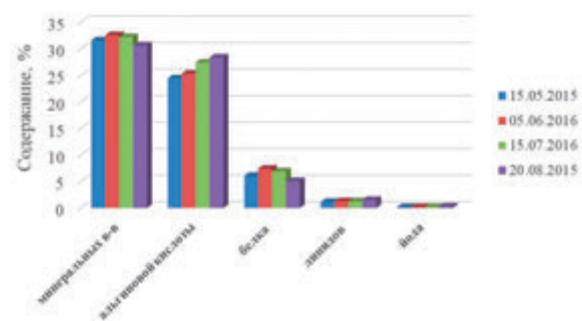


Рисунок 3. Динамика химического состава *S. japonica*, добытой в 2015-2016 гг. в весенне-летний период в Татарском проливе

Figure 3. Chemical composition dynamics of *S. japonica* collected in 2015-2016 during the spring-summer period in the Tatar Strait

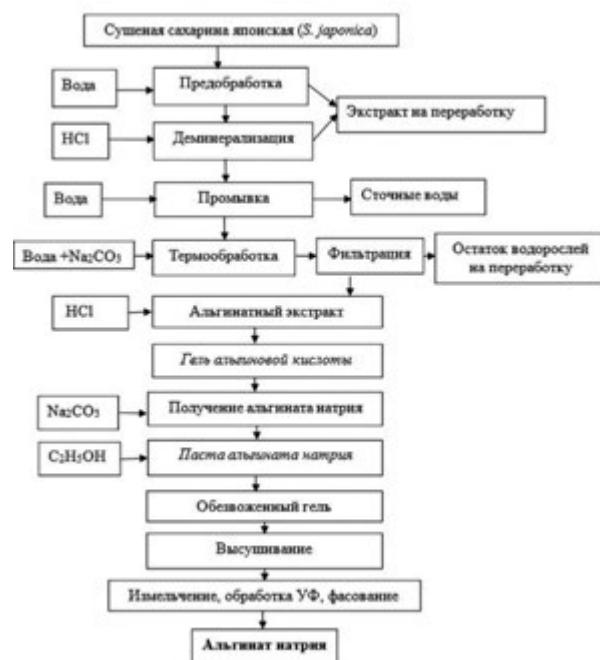


Рисунок 4. Технологическая схема получения альгината натрия из *S. japonica*

Figure 4. Technological scheme for obtaining sodium alginate from *S. japonica*

растворов – 6,7-7,3, их вязкость – 4,08-8,11 сП. Молекулярная масса (ММ) альгинатов изменяется от 147 до 195 кДа (табл. 1). По величине ММ альгинатов их можно отнести к высокомолекулярным, особенно альгинаты, полученные из *S. japonica*, добытой в августе. Физико-химические характеристики альгинатов зависят не только от ММ, но и от соотношения D-маннуроновой кислоты и L-гулуроновой кислоты. Особую значимость имеет содержание L-гулуроновой кислоты, количество которой увеличивается в молекуле альгината в процессе роста водоросли и биосинтеза полисахарида.

Результаты исследований показали, что увеличение содержания L-гулуроновой кислоты в альгинате приходится на август (38,6-39,8%), при этом количество D-маннуроновой кислоты соответственно уменьшается до 61,4-60,2%, что очевидно влияет на физико-химические характеристики альгинатов т.е. на их сорбционную активность, по отношению к тяжелым металлам и радионуклидам, а также на их способность к гелеобразованию. Результаты исследований по количеству и соотношению уроновых кислот в альгинатах из *S. japonica*, в зависимости от периода заготовки сырья, представлены в таблице 2.

Таким образом установлено, что по физико-химическим показателям экспериментальные образцы альгинатов натрия соответствуют требованиям технических условий ТУ 15-544-83 на альгинат натрия пищевой и требованиям ТУ 10.89.19-165-004772124-2023. Источником сырья для производства альгината натрия может быть *S. japonica*, добываемая в подзоне Западно-Сахалинская и других прибрежных зонах дальневосточных морей. На период 2024 г. РВ сахарины в подзоне Западно-Сахалинская составлял 6 тыс. т, из которых можно произвести 171 т высококачественного альгината. При увеличении добычи сахарины, путём изъятия её промысловых запасов в прибрежных зонах ДВРБ, где РВ ламинариевых в 2024 г. составил 155,08 тыс. т [1; 2], можно организовать производство альгинатов около 3 тыс. тонн. При этом на местах промысла рационально организовать сушку сахарины, а также и других видов ламинариевых, таких как *Saccharina angustata*, *Saccharina kurilensis*, *Cymathae japonica*, *Costaria costata*. Организацию производства альгинатов можно ориентировать на любые регионы России, имеющие снабжение хорошей пресной водой, энергоносителями и обеспеченные подъезд-

Таблица 1. Органолептическая и физико-химическая характеристика альгинатов натрия /
Table 1. Organoleptic and physical-chemical characteristics of sodium alginate

Показатели, единицы измерения	Дата сбора <i>S. japonica</i> для получения альгината				Нормативные требования на Альгинат натрия в соответствие с	
	15.05.15 г.	05.06.16 г.	20.08.15 г.	20.08.15 г.	ТУ 15-544-83 «Альгинат натрия пищевой»	ТУ 10.89.19-165-004772124-2023 «Альгинат натрия»
	слоевища	шинкованная				
Органолептические показатели						
Внешний вид	Однородные аморфные сыпучие, тонкоизмельченные, порошки					
Цвет	белый	светло-кремовый	белый	от белого до темно-кремового	от белого до светло-бежевого	
Запах	Свойственный, без постороннего					нейтральный, без постороннего
Химический состав						
Воды, %	12,44	12,51	12,40	12,84	не более 18,00	не более 15,0
Золы, % сух. в-в	22,81	22,37	22,53	22,38	не более 23,00	не более 23,0
Альгиновой кислоты, %	77,19	77,63	76,47	77,62	73-74	не менее 73,0
Физические характеристики						
pH	7,3	7,5	6,7	6,7	-	6,5-7,5
Прозрачность, % светопропускания	97,2	96,1	96,3	98,0	-	-
Вязкость, сП	4,08	6,05	8,07	8,11	-	не менее 5,0
ММ, кДа	147	151	193	195	-	-

ными путями, а также – кадрами высокой квалификации. Рекомендуется применять технологию производства альгинатов, описанную в [3]. В настоящее время логистика в России выстроена таким образом, что сущеные водоросли можно транспортировать на любые расстояния. Производство в России альгинатов даже только 1000 т/г может обеспечить современные потребности национальной пищевой, медицинских и косметических продуктов.

ВЫВОДЫ

Результаты исследований показали, что сахарина японская (*S. japonica*), добываемая в прибрежной зоне западного Сахалина, может быть использована в качестве сырья для производства альгинатов. Было установлено, что наиболее качественным является альгинат натрия, полученный из *S. japonica*, добытой в августе, имеющий молекулярную массу 193-195 кДа и M/G = 1,55-1,51. Полученные результаты показали, что использованная технологическая схема, ранее разработанная и опубликованная, актуальна и в настоящее время. Эта известная технология может быть применена для получения альгината натрия из *S. japonica* и других видов ламинариевых водорослей, таких как *S. angustata*, *S. kuriensis*, *C. japonica*, *C. costata*. Таким образом, бурые водоросли рода *Saccharina* и другие бурые водоросли ДВ морей из семейства Laminariaceae, а также их промысловый запас имеют неисчерпаемый потенциал для производства из них высококачественных альгинатов не менее 1000 т/г для индустрии пищевых, медицинских и косметических продуктов.

Финансирование: Работа была проведена в период 2015-2016 гг. в соответствии с договором №93/1557011 от 15.06.2015 г. и в период 2020-2023 гг. в процессе подготовки докторской диссертации.

Таблица 2. Содержание D-маннуроновой кислоты и L-гулуроновой кислоты и их соотношения (M/G) в альгинатах из *S. japonica* / **Table 2.** Content of D-mannuronic acid and L-guluronic acid and their (M/G) ratios in alginate from *S. japonica*

Вид разделки <i>S. japonica</i>	Дата сбора сырья	Содержание, %		M/G
		D-маннуроновой	L-гулуроновой	
Слоевища	15.05.15 г.	69,1	30,9	2,23
	05.06.16 г.	66,0	34,0	1,94
	16.08.16 г.	61,4	38,6	1,59
Шинкованная	20.08.15 г.	60,8	39,2	1,55
		60,2	39,8	1,51



Рисунок 5. Экспериментальный альгинат натрия, полученный из *S. japonica*

Figure 5. Experimental sodium alginate obtained from *S. japonica*

Funding: The work was carried out during the period 2015-2016 under contract № 93/1557011 dated June 15, 2015, and during the period 2020-2023 in the process of preparing the dissertation.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: А.В. Подкорытова – идея статьи, подготовка материала, интерпретация данных, обработка и редактирование текста; А.Н. Рощина – проведение экспериментальных исследований, сбор и анализ данных, подготовка материалов, оформление статьи и участие в обсуждении и редактировании текста.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: Podkorytova A.V. – the idea of the article, preparation of the material, interpretation of data, processing and editing of the text; Roshchina A.N. – conducting experimental research, data collection and analysis, preparation of materials, design of the article and participation in the discussion and editing of the text.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Евсеева Н.В., Матюшкин В.Б., Березина М.О. [и др.] Состояние ресурсов и промысел водорослей и морских трав в морях России в 2000-2020 гг. // Труды ВНИРО. 2024. Т.195. С. 232-248. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2024-195-232-248>.
2. Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыболово-промышленного бассейна. / Информационный справочник под ред. Болдырев В.З., Захаров Е.А., Солодовников С.А. – Владивосток: ТИИРО. 2024. С. 41.
3. Подкорытова А.В. Морские водоросли-макрофиты и травы. – М.: ВНИРО. 2005. 175 с.
4. Подкорытова А.В., Рощина А.Н., Евсеева Н.В., Усов А.И., Головин Г.Ю., Попов А.М. Бурые водоросли порядков Laminariales и Fucales Сахалино-Курильского региона: запасы, добыча, использование // Труды ВНИРО. 2020. Т. 181. С.202-223. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2020-181-202-223>.
5. ГОСТ 26185-84 «Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа». – М.: Стандартинформ, 2019. 31 с.
6. ГОСТ 31412-2010 «Водоросли, травы морские и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей». – М.: Стандартинформ, 2011. 7 с.
7. ГОСТ 31413-2010 «Водоросли, травы морские и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб». – М.: Стандартинформ, 2019. 12 с.
8. ГОСТ 33331-2015 «Водоросли, травы морские и продукция из них. Методы определения массовой доли воды, золы и посторонних примесей». – М.: Стандартинформ. 2019. 9 с.
9. Подкорытова А.В., Кадникова И.А. Качество, безопасность и методы анализа продуктов из гидробионтов. Вып. 3 // Руководство по современным методам исследований морских водорослей, трав и продуктов их переработки. – М.: ВНИРО. 2009. 108 с.
10. Усов А.И. Альгиновые кислоты и альгинаты: методы анализа, определения состава и установления строения // Усп. хим., 68:11 (1999), 1051-1061; Russian Chem. Reviews, 68:11 (1999), 957-966.
11. Рощина А.Н., Подкорытова А.В. Альгинаты из бурых водорослей – природные стабилизаторы пищевых систем, абсорбенты и компоненты медицинских продуктов // Современные проблемы и перспективы развития рыболово-промышленного комплекса: материалы XI международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. – СПб: ВНИРО. 2023. С. 205-207.
12. Подкорытова А.В., Рощина А.Н. Морские бурые водоросли – перспективный источник БАВ для медицинского, фармацевтического и пищевого применения // Труды ВНИРО. 2021. Т.186. С.156-172. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2021-4-156-172>.
13. Подкорытова А.В., Рощина А.Н., Котельникова Л.Х., Родина Т.В. *Saccharina japonica* – её технохимическая характеристика для применения в технологии пищевых и лечебно-профилактических продуктов // Рыбное хозяйство. 2023. № 2. С. 109-115. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2023-2-109-115>. EDN FEARED.

REFERENCES AND SOURCES

1. Evseeva N.V., Matyushkin V.B., Berezina M.O., [et al.] (2024). Status of resources and fishing of algae and sea grasses in the seas of Russia in 2000-2020 // Trudy VNIRO. Vol. 195. Pp. 232-248. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2024-195-232-248>. (In Russ.)
2. Status of Commercial Resources of the Far Eastern Fishery Basin. Information Handbook ed. Boldyrev V.Z., Zakharov E.A., Solodovnikov S.A. – Vladivostok: TINRO. 2024. P. 41. (In Russ.)
3. Podkorytova A.V. Marine macrophytic algae and grasses. – Moscow: VNIRO. 2005. 175 p. (In Russ.)
4. Podkorytova A.V., Roshchina A.N., Evseeva N.V., Usov A.I., Golovin G.Yu., Popov A.M. Brown algae of the orders Laminariales and Fucales of the Sakhalin-Kuril region: stocks, harvesting, utilization// Trudy VNIRO. 2020. Vol. 181. P. 202-223. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2020-181-202-223>. (In Russ.)
5. GOST 26185-84 "Marine algae, seagrasses, and their processed products. Methods of analysis." Moscow: Standartinform, 2019. 31 p. (In Russ.)
6. GOST 31412-2010 "Algae, seagrasses, and products made from them. Methods for determining organoleptic and physical indicators." Moscow: Standartinform, 2011. 7 p. (In Russ.)
7. GOST 31413-2010 "Algae, seagrasses, and products made from them. Acceptance rules and sampling methods." Moscow: Standartinform, 2019. 12 p. (In Russ.)
8. GOST 33331-2015 "Algae, seagrasses and products from them. Methods for determining the mass fraction of water, ash and impurities." Moscow: Standartinform. 2019. 9 p. (In Russ.)
9. Podkorytova A.V., Kadnikova I.A. (2009). Quality, safety and analysis methods of products from hydrobionts. Issue 3 // Guidelines for modern research methods of marine algae, seagrasses and their processing products. – Moscow: VNIRO. 108 p. (In Russ.)
10. Usov A.I. Alginic acids and alginates: methods of analysis, determination of composition and establishment of structure", Advances in Chemistry, 68:11 (1999), 1051-1061; Russian Chem. Reviews, 68:11 (1999), 957-966. (In Russ.)
11. Roshchina A.N., Podkorytova A.V. Alginates from brown algae are natural stabilizers, absorbents, and components of medical products// Modern Problems and Prospects of the Fisheries Complex Development: Proceedings of the 11th International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists. – St. Petersburg: VNIRO. 2023. Pp. 205-207. (In Russ.)
12. Podkorytova A.V., Roshchina A.N. Marine Brown Algae as a Promising Source of Bioactive Substances for Medical, Pharmaceutical, and Food Applications // Trudy VNIRO. 2021. Vol. 186. pp. 156-172. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2021-4-156-172>. (In Russ.)
13. Podkorytova A.V., Roshchina A.N., Kotelnikova L.Kh., Rodina T.V. (2023). *Saccharina japonica* – its technochemical characteristics for use in the technology of food, therapeutic and prophylactic products// Fisheries. No. 2. Pp. 109-115. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2023-2-109-115>. EDN FEARED (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 16.10.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 05.11.2025