

Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря.
Материалы IX международной конференции
11-14 октября 2004 г., Петрозаводск, Карелия, Россия
Петрозаводск, 2005. С. 269-273.

БЕЛОМОРСКИЕ ПРОМЫСЛОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ: СЫРЬЕВАЯ БАЗА, ПРОМЫСЕЛ И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ

О.А. ПРОНИНА, О.И. РЕПИНА

Северное отделение Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (СевПИИРО), Архангельск

В статье представлены результаты исследований 2000-2003 гг. по оценке состояния запасов промысловых водорослей. Приводятся общие данные о распределении наиболее плотных скоплений всех промысловых видов и даются цифры запасов по обследованным и выделенным для промысла районам Белого моря. Проанализированы современные технологии обработки и способы использования бурых водорослей в различных областях национальной экономики.

O.A. Pronina & O.I. Repina. Commercially valuable algae of the White Sea: stock, trade and processing technologies // The study, sustainable use and conservation of natural resources of the White Sea. Proceedings of the IXth International Conference, October, 11-14, 2004. Petrozavodsk, Karelia, Russia. Petrozavodsk, 2005. P. 269-273.

The paper presents the results of 2000-2003 years research on evaluation of marketable algae species. It reveals the reasons of stock non-development and briefly describes the distribution of main brown seaweeds in the White Sea. The modern techniques of processing and ways of use of brown seaweeds in different branches of national economy are examined.

В связи с расширением ассортимента продукции, получаемой из морских водорослей в различных российских регионах, остаются актуальными проблемы оценки сырьевой базы и выявление причин недоиспользования имеющихся запасов промысловых видов, совершенствования существующих и разработки новых технологий их переработки. Как и в предыдущие годы, в настоящее время в Белом море для промысла используются два вида ламинариевых водорослей (ламинарии сахаристая и пальчаторассеченная), фукоиды (аскофиллум узловатый, фукус пузырчатый и двусторонний) и красная водоросль - анфельция складчатая.

Исследования, связанные с оценкой состояния запасов промысловых макрофитов в последние годы, их распределением и изучением биологических особенностей развития отдельных видов носят систематический характер. Основу их составляют исследования, связанные с совершенствованием методических подходов при выполнении работ, а также мониторинговые исследования состояния ламинариевых, фукусовых и гигартиновых водорослей в различных районах Белого моря (Пронина, 2001а; 2002; 2003). В результате этих исследований вырабатывается система рациональной организации промысла, на достоверной основе определяются объемы допустимого улова и разрабатываются рекомендации по освоению каждого промыслового участка.

С учетом разработанной секторной системы организации промысла (Пронина, 2001б) по ламинариевым водорослям выделено 83 сектора, по фукусовым – более 53-х вдоль всех побережий Белого

моря. В настоящее время в связи с сокращением добычи водорослей механизированными средствами и с учетом малодоступности отдельных районов (вдоль Терского берега и в Горле моря) реально ежегодно рекомендуются для промысла ламинарии около 30 секторов и 15-18 секторов – по фукусовым водорослям.

Согласно разработанной системы мониторинга в летний полевой сезон 2000 г. были обследованы районы Кандалакшского залива Белого моря: от о-ва Волей (Карельский берег) до губы Калгалакша; в 2001 г.: часть р-нов Поморского берега, о-ва Большой и Малый Жужмуи, о. Жижгин, Летний берег от м. Горболукского до реки Усть-Яреньги; в 2002 г.: часть р-нов Карельского берега, Соловецкие острова (кроме о. Анзер), в Онежском заливе – о-ва Кондостров, Вороньи, Угморин; в 2003 г. Лумбовский залив, часть р-нов у Терского берега. Недоисследованными остаются: часть акватории вдоль Терского берега, куты Онежского и Кандалакшского заливов. Т.е. в последнее пятилетие выполнена оценка запасов ламинариевых и фукусовых водорослей практически вдоль всех побережий Белого моря. Подробные сведения о промысловых характеристиках зарослей, биологических особенностях видов изложены в отчетах и рекомендациях по организации промысла водорослей в Белом море и находятся в институте. В статье приводятся лишь общие данные о распределении наиболее плотных скоплений всех промысловых видов и даются цифры запасов по обследованным и выделенным для промысла районам (Табл. 1, 2).

Таблица 1. Промысловый запас и допустимые объемы добычи ламинарии в обследованных районах Белого моря (2000-2003 гг.)

Районы	Год исследований	Преобладающая категория зарослей	Запас, т (сырец)
гб. Калгалакша	2000	2	11692.5
гб. Гридина	2000	2	250.2
гб. Чупа	2000	1 и 2	5063.3
гб. Кив и гб. Красная	2000	2	2502.0
гб. Кузокоцкая	2000	2	1247.7
гб. Черная и гб. Кислая	2000	2	1241.0
гб. Ругозерская	2000	2	2324.5
гб. Ковда	2000	2 и 3	3489
гб. Ковда - гб. Нищевская	2000	2	1149.0
гб. Нищевская – гб. Княжая	2000	2	321.2
гб. Княжая – о. Волей	2000	3	330.9
Сумская губа	2001	3	870.7
Шуерецкие шхеры	2001	2	9799.9
О-ва Жужмуи	2001	2	4475.1
О. Жижгин	2001	2	4556.8
Летний берег	2001	2	1570.2
Онежский берег	2001	2	3750.4
Соловецкие о-ва	2002	1.2 и 3	72846
Кондостров	2002	3	4378
Лумбовский залив	2003	2 и 3	167898
Терский берег (обследованные р-ны)	2003	2 и 3	32414
Кемские шхеры	2003	2 и 3	9010

Таблица 2. Промысловые запасы фукусовых литоральных водорослей по обследованным в 2002-2003 гг. секторам

Сектор	Год исследований	Категория зарослей	Запас (сырец, т)
Соловецкие о-ва	2002	2 и 3	12035
Кондостров	2002	3	1078
Лумбовский залив	2003	2	1918
Терский берег	2003		12696
Кемские шхеры	2003	2 и 3	3047

Ламинариевые водоросли. Преимущественное распространение вдоль всех побережий имеют заросли с проективным покрытием дна 50-70%. Средняя биомасса растений колеблется от 2,0 до 8,0 кг/м². Доминирующим видом по плотности поселения является в основном ламинария сахаристая, по биомассе – ламинария пальчаторассеченная. Ламинария сахаристая распространена в основном на глубинах от 1,5 до 5-6 м, ламинария пальчаторассеченная опускается на глубину до 10-12 м. Фитоценозы ламинариевых водорослей в основном полидоминантные, трехъярусные, многолетние. Распределение наиболее плотных скоплений неоднородно вдоль различных побережий Белого моря.

Плотные заросли ламинарии распространены у Летнего берега в районе м. Горболукского, вдоль Онежского берега на участке между м. Ухтнаволок и м. Горболукским, юго-западнее м. Ухтнаволок и в районе Летней Золотицы, от гб. Конюхова вплоть до м. Чесменского. У Поморского берега плотные заросли находятся в районе Шуерецких шхер, у материкового побережья они имеют разреженный вид. Одни из самых продуктивных зарослей ламинарии выявлены вокруг всего о. Соловецкого, в районе о. Жижгинский у юго-восточного побережья, в акватории о-ов Большой и Малый Жужмуи - вдоль северо-восточного побережья и в районе о. Кондостров. В Кемских шхерах плотные заросли ламинарии отмечены на участках у о-ов Русский Кузов и Немецкий Кузов, у Карельского берега в

гб. Поньгома и в гб. Калгалакша, а также на подходах к гб. Чупа и вокруг о-ов Кереть, Пезжостров до м. Кузокоцкого. Наиболее плотные скопления отмечены вокруг о. Сидоров, в гб. Ругозерской и южнее о. Великий, в гб. Ковда и в районе о. Вачев. Вдоль Кандалакшского берега плотные заросли обнаружены в гб. Пильской и в районе Умбы, у Терского берега на участке севернее Поноя и до гб. Качковской, но наиболее плотные скопления сконцентрированы в Лумбовском заливе. На остальных участках побережий ламинариевые заросли менее плотные.

Фукусовые водоросли. Распространены практически вдоль всех побережий Белого моря, исключая зоны сильного распреснения. Плотность произрастания различна и колеблется от 3-5% покрытия дна до 100%, преимущественно составляя 40-60%. Доминирующее значение по биомассе в основных промысловых районах в верхней части литоральных зарослей имеет фукус пузырчатый со средней биомассой от 0,5 до 8-9 кг/м², в средней и нижней частях – аскофиллум узловатый с биомассой 4-10 кг/м². Фитоценозы фукоидов в основном бидоминантные в верхней и средней частях литорали, и полидоминантные – в нижней зоне литорали и верхней сублиторали. Основные скопления сосредоточены вдоль Карельского и Поморского берегов. Вдоль Карельского берега плотные заросли фукоидов сосредоточены в гб. Ругозерской, в гб. Ковда и на участке до гб. Княжая, в р-не о-ва Вачев, вдоль Поморского берега в гб. Вирма, в Сумской губе, в районе Юково и в районе Шуерецких шхер. У Онежского берега наиболее плотные заросли фукоидов отмечены в районе от гб. Летняя Золотица до м. Толстые Корги, в районе Соловецких островов – у южного побережья о-ов Большая и Малая Муксалма. В меньших объемах обнаружены скопления фукоидов у о. Жижгинский и у о-ов Большой и Малый Жужмуй. В Кемских шхерах плотные заросли у о. Русский Кузов. На других участках и у остальных побережий фукоиды встречаются более разреженно.

Гигартиновые (красные) водоросли. К промысловым видам относится анфельция складчатая. Состояние сообществ этого вида в последние годы детально не изучалось, поэтому при оценке сырьевой базы в основном используются данные съемок 70-х годов.

В последние годы отмечено, что заросли анфельции имеют сильно разреженный характер, представляя собой локально расположенные поло-

сы, площадки и пятна, расположенные преимущественно на глубинах 0,5-3,0 м. Биомасса водорослей колеблется 0,05 до 2,0 кг/м². Преимущественное покрытие дна составляет 5-15%. Небольшие заросли анфельции отмечены вдоль Поморского берега – на участке от м. Пономарев Нос до м. Краснощелье, в Сумской губе (в основном у северного, западного и восточного побережья Сумострова, Разострова, Седострова), в Сорокской губе вдоль ее северо-западного побережья и о-ов Тумище, Риш-Луды, Осинка и пр., в районе Шуерецких шхер (у о-вов Кималище, Парусницы, Медвежий, Частихи), вдоль Карельского берега - на участке от м. Марк-Наволок до м. Поньгам-Наволок, в гб. Поньгома, в гб. Чупа, в районе о. Великий, в гб. Кузокоцкой, Черной и Красной. Разреженные заросли выявлены вдоль Летнего берега на участках от м. Лопшеньгского до м. Горболукского и от м. Горболукского до м. Пярт-Наволок. У Онежского берега скопления анфельции находились на участке от м. Пярт-Наволок до м. Чесменского, у побережья о. Жижгинский (у северного и восточного побережий) и в районе о-ов Большой и Малый Жужмуй (вдоль юго-западного и северо-восточного побережий), у Соловецких островов у северного и северо-восточного побережья, у северного и южного побережья о. Анзерский. У Терского берега скопления анфельции отмечались на участке от м. Павлов Нос до устья р. Каменки. На остальных участках побережий анфельция встречалась разреженно.

На ближайшие годы в условиях сокращения промысла добывающими организациями величина запаса основных промысловых видов водорослей существенно не изменится и будет определяться в основном климатическими факторами.

Освоение ОДУ (Табл. 3) остается низким и составляет по ламинариевым водорослям не более 17%. Среднегодовой сбор фукоидов стабилен, но намного ниже уровня заготовок 1980-х годов. Самое существенное снижение объемов промысла связано с заготовками анфельции как архангельскими, так и карельскими добывающими организациями.

Причин существенного неосвоения выделенного ОДУ несколько и все они определяются, в основном, не состоянием сырьевой базы водорослей (за исключением анфельции), а экономическими проблемами заготовительных организаций: отсутствием

Таблица 3. Объемы заготовки основных промысловых видов водорослей в 1998-2003 гг. (в тоннах)

Год	Ламинариевые (сырец)	Фукоиды (сухая масса)	Анфельция (сухая масса)
1998	1386	161	47
1999	1761	340	23,7
2000	2436	496	26,2
2001	2653	353	33,3
2002	2939	249	7,8
2003	2006	232	16,6

экологически безопасных орудий промысла достаточно высокой производительности, и специализированных судов для организации экспедиционного промысла в удаленных и незадействованных участках труднодоступность некоторых участков акваторий (Терский берег, Лумбовский залив. Шхерные р-ны), несоответствие цены за сырье затратам на его заготовку и отсутствие рекламной деятельности по использованию водорослей на должном уровне.

В настоящее время для бурых водорослей существуют комплексные схемы их переработки, в основе которых может лежать спиртовое, водное или щелочное экстрагирование водорослей:

1. Щелочное экстрагирование бурых водорослей направлено на получение альгинатов. В основе получения альгината лежат следующие общие операции: подготовка водорослей, щелочная их обработка и очистка щелочных экстрактов, извлечение из них альгиновой кислоты и получение альгината натрия. Наиболее высокими функциональными свойствами обладает высокомолекулярный альгинат. Альгинаты широко используются в различных отраслях промышленности. В пищевой промышленности их используют при приготовлении заливных продуктов, в качестве средств, тормозящих черствение хлебобулочных и кондитерских изделий и т.д. В фармацевтической промышленности альгинаты используют в качестве склеивающих и разрыхляющих веществ при производстве таблеток, пилюль, драже и других лекарственных форм, в качестве компонентов основ мазей и паст. В медицине их используют в качестве гемостатических средств при местном применении. Важнейшим свойством альгинатов также является их способность задерживать всасывание радиоактивного стронция в кишечнике человека, предотвращая накопление этого радионуклида в организме.

2. Водное экстрагирование направлено на извлечение водорастворимых полисахаридов, у бурых водорослей – это, в первую очередь, ламинараны и фукоиданы. В основе получения водорастворимых полисахаридов лежат следующие основные операции: подготовка водорослей, водное экстрагирование, очистка водных экстрактов, извлечение из них водорастворимых полисахаридов. Водорастворимые полисахариды широко используются в медицине. Ламинараны оказывают ингибирующее действие на рост и развитие вирусов, обладают свойствами антикоагулянта, удлиняют время свертывания крови. Ламинараны уменьшают содержание липидов, в том числе холестерина, в сыворотке крови. Фукоиданы также представляют огромный практический интерес, поскольку проявляют разнообразные виды биологической активности: антикоагулянтную (Chaubet et al., 2000), противовирусную, противоязвенную (Shibata et al., 2000), противовоспалительную, противоопухолевую, антипролиферативную и др. Все эти биологические свойства фукоиданов связывают главным образом с их способностью избирательно

реагировать с некоторыми белками и специфически модифицировать клеточную поверхность.

3. Спиртовое экстрагирование бурых водорослей нацелено, в первую очередь, на получение маннита. Технологический процесс получения маннита состоит из следующих основных операций: спиртового экстрагирования, отгонки спирта, очистки водного раствора маннита-сырца, упаривания водного раствора, кристаллизации маннита.

Как показывают исследования последних лет, из водорослей Белого моря можно получать огромное разнообразие продукции. В первую очередь – это биологически активные вещества медицинского и профилактического назначения, а также пищевые продукты, использование которых позволяет значительно снизить отрицательное воздействие сложной экологической обстановки на население нашего региона.

Ламинариевые водоросли традиционно в течение многих лет использовались для получения солей альгиновой кислоты и маннита. В СевПИПРО были проведены работы по расширению ассортимента вырабатываемых альгинатов за счет введения в состав альгиновых кислот различных катионов, были разработаны технологии получения альгинатов с катионами калия и магния. Проведенные медико-биологические исследования полученных альгинатов показали их высокую биологическую активность, была определена возможность их использования в составе медицинских и фармацевтических средств. Еще одним продуктом переработки ламинариевых водорослей, разработанным в СевПИПРО, является водорастворимый полисахарид Суполан. Препарат обладает ярко выраженным противоопухолевым эффектом. Технологическая схема получения Суполана основана на экстрагировании водорослей водой и является одной из ступеней их комплексной переработки. Проведенные медико-биологические и клинические испытания препарата показали, что по фармакологическому действию он относится к группе иммуностимуляторов. Способность Суполана образовывать исключительно прочные и вязкие слизи может быть использована для получения стабильных суспензий и эмульсий.

Фукоиды. Благодаря высокому содержанию специфических биополимеров, не имеющих аналогов в высших растениях, фукусковые водоросли сегодня рассматриваются как перспективный источник сырья для производства биологически-активных веществ и пищевой промышленности. Результаты медико-биологических исследований полученных продуктов – концентрированных экстрактов фукусов и проэкстрагированных водорослей – из промышленных видов *Fucus vesiculosus* и *Ascophyllum nodosum*. подтвердили их высокую биологическую активность. Экстракты фукусов абсолютно не подвержены микробиологическому заражению. Они богаты минеральными веществами (до 43% золы), в том числе калием, кальцием, магнием, натрием, цинком, содержат маннит (19%).

Воздушно-сухая водоросль после спиртового экстрагирования содержит значительные количества минеральных элементов (зола до 18%) и альгиновых кислот (38%), которые обладают широким спектром благотворного воздействия на организм. Высокое содержание легкогидролизуемых полисахаридов (21%) указывает на биологическую активность данного продукта. Рекомендуются для профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы, атеросклероза, при нарушениях липидного обмена, хронических вялотекущих инфекционных заболеваниях, при диетотерапии с целью снижения веса, при пониженной работоспособности и ослабленном иммунитете.

На основе результатов медико-биологических и клинических исследований установили, что пищевые продукты на основе продукции переработки фукоидов (экстракта и крупки) обладают выраженными противорадионуклидными свойствами и существенно влияют на обмен йода у детей, что говорит о целесообразности их использования в качестве лечебно-профилактических средств у населения, проживающего на радиоактивно загрязненных и эндемических по йоду территориях. На основе экстракта из фукоидов были созданы обогащенные йодом напитки и сиропы, наполнителями в которых служат местные ягоды – брусника, клюква, боярышник и шиповник. Полученные напитки и сиропы сбалансированы по содержанию йода и витамина С, они содержат весь комплекс макро- и микроэлементов, белков и полисахаридов водорослей, а также комплекс витаминов, содержащихся в северных ягодах. Кроме того, с бурыми водорослями разработаны рецептуры салатов и создана биоло-

гически-активная добавка «Марин АМ», в состав которой входят и водоросли, и северные ягоды. Также сотрудниками Киевского торгово-экономического университета разработаны технологические карты блюд с использованием фукусовой крупки и экстракта фукоидов, вошедшие в «Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий», готовящийся к изданию в г. Киеве.

Литература

- Пронина О.А. 2001а. Современное состояние сырьевых ресурсов водорослей Белого моря // Тез. докл. VII рег. конф. «Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря». Архангельск. С. 20-22.
- Пронина О.А. 2002. Сырьевые ресурсы и промысел водорослей Белого моря // Рыбное хоз-во, № 4. С. 44-47.
- Пронина О.А. 2003. Результаты исследований сырьевой базы промысла водорослей Белого моря в 200-2002 гг. // Тез. докл. отчетн. сессии ПИНРО и Сев-ПИНРО по итогам НИР в 2001-2002 гг. С. 63-65.
- Пронина О.А. 2001б. Современная методика оценки и состояния запасов промысловых водорослей Белого моря. // Тез. докл. VIII съезда гидробиол. об-ва РАН. Калининград. С. 66-67.
- Chaubet F., Chevotot L., Jozefonvicz J., Durand P., Boisson – Vidal C. 2000. In Bioactive Carbohydrate Polymers; Paulsen B.S., Ed. Relationships between chemical characteristics and anticoagulant activity of low molecular weight fucans from marine algae. Kluwer academic Publishers: Netherlands. P. 59-84.
- Shibata H., Kimura-Takagi I., Nagaoka M., Nashimoto S., Aiyama R., Iha M., Ueyama S., Yokokura T. 2000. Properties of fucoidan from *Cladosiphon okamuranus* Tokida in gastric mucosal protection // BioFactors, 11. P. 235-245.