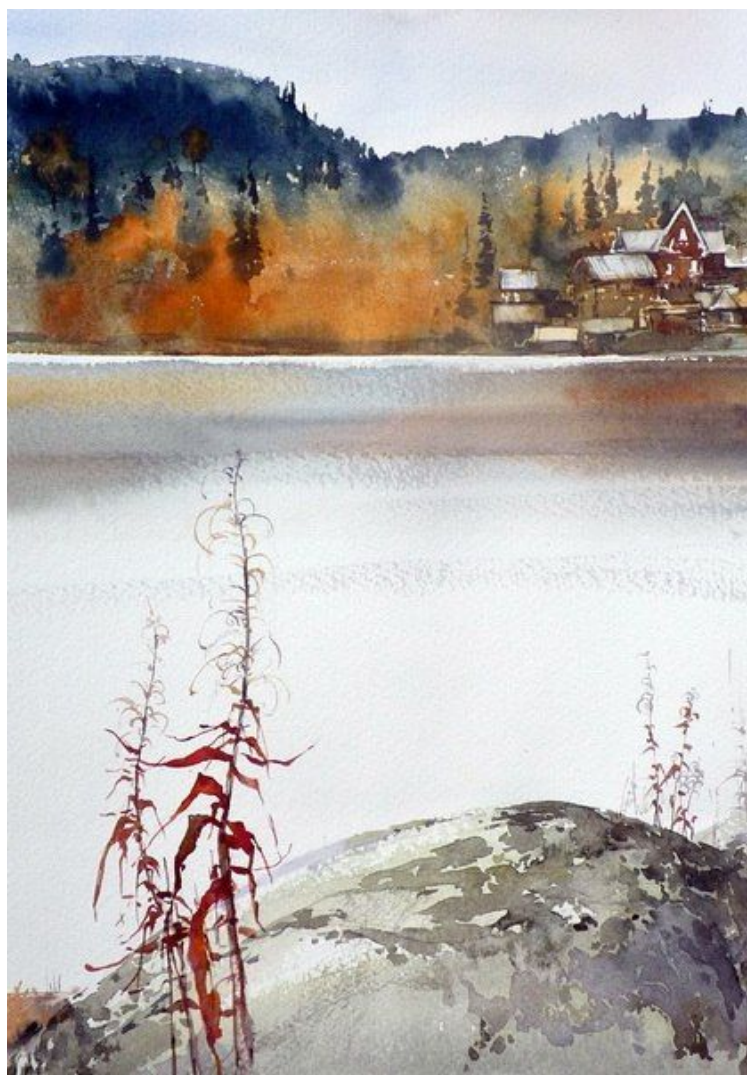


*Природное и культурное наследие Белого моря:
перспективы сохранения и развития*



**СБОРНИК ДОКЛАДОВ ВТОРОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

ЧУПА

2015

Вторая международная научно-практическая конференция
**Природное и культурное наследие Белого моря:
перспективы сохранения и развития**

П-ов Вершинный, Чупа,
Республика Карелия, Россия

17-18-19 июля 2015

The Second International Scientific and Practical Conference
**Natural and cultural heritage of the White Sea:
perspectives for conservation and development**

17 – 18 – 19 July 2015

Russia, Karelia Republic,
Chupa settlement, Vershinnyi peninsula

CHUPA

2015

Natural and cultural heritage of the White Sea: perspectives for conservation and development

Collection of reports of the Second International Scientific and
Practical Conference

17 – 18 – 19 July 2015

Russia, Karelia Republic,

Chupa settlement, Vershinnyi peninsula

CHUPA

2015

Природное и культурное наследие Белого моря: перспективы сохранения и развития

Сборник докладов второй международной
научно-практической конференции

17-18-19 июля 2015 года

П-ов Вершинный, Чупа,
Республика Карелия, Россия

ЧУПА

2015

Искусственное восполнение запасов промысловых гидробионтов Белого моря (сельдь, мидия, водоросли)

Артемьев Сергей Николаевич, лаборант-исследователь, artemev@pinro.ru

Березина Марина Олеговна, научный сотрудник, berezina@pinro.ru

Трошков Виктор Алексеевич, старший научный сотрудник, victor@pinro.ru

Северный филиал ПИНРО, г. Архангельск

Проблема искусственного восполнения запасов различных гидробионтов в Белом море имеет относительно давнюю историю. Впервые она возникла в середине прошлого столетия в связи с гибелью и практически полным исчезновением основного субстрата для нереста беломорской сельди – зостеры. Другим направлением в решении данной проблемы стали работы по искусственному выращиванию мидии и промысловых видов водорослей Белого моря, служащих сырьем для легкой, пищевой и фармацевтической промышленности. Еще одним направлением в восполнении биоресурсов Белого моря и его бассейна были работы по акклиматизации некоторых дальневосточных промысловых видов, в частности – горбуши и камчатского краба. В данной работе последние направления не обсуждаются.

Сельдь

Предложения о целесообразности применения искусственных нерестилищ (ИН) для повышения эффективности и увеличения масштабов естественного воспроизводства сельди высказывались в печати с середины прошлого столетия.

Необходимость создания ИН для сельди диктовалась еще и тем, что огромное количество икры во время нереста гибнет как от недостатка водорослевого субстрата, так и вследствие выброса обильного субстрата на берег во время штормов. Для Белого моря проблема нехватки субстрата при отложении икры стала особенно острой в связи с гибелью в середине прошлого столетия основного субстрата для нереста – зостеры.

В отдельные годы проблема с дефицитом субстрата для нереста усугубляется ледовой обстановкой, вынуждающей сельдь нереститься на малопригодные для неё субстраты – камни, ил, песок – и в несвойственных для нереста местах: в эстуариях рек и в прибойной зоне, где икра в массе гибнет от целого ряда причин.

Исследованиями было установлено, что в результате различных неблагоприятных факторов гибнет до трети и более отложенной сельдью икры.

Первые удачные эксперименты по искусственному разведению морских сельдей были получены на Беломорской биологической станции О.Ф. Иванченко и И.И. Иванченко (1968, 1969 гг.) при работе с малопозвонковой беломорской сельдью.

Принимая во внимание накопленный опыт отечественных и зарубежных исследователей, был избран наиболее простой метод искусственного воспроизводства сельди – применение сетных искусственных нерестилищ. Этот способ уже предлагался и использовался для сельди Белого моря ранее (Кузнецов, 1953 г, 1960 г; Алтухов, 1963 г и др.).

В целях восполнения естественных субстратов (в связи с гибелью в Белом море зостеры) в зоне, благоприятной для нереста и инкубации икры сельди (в сублиторали), в 1988-1999 гг. были проведены эксперименты по установке ИН из капроновой дели с шагом ячеей 10 мм. Общее количество сетного полотна, использованного в качестве ИН, составляло в различные годы от 300 м² до 1000 м².

Проведенные исследования показали, что даже при очень высокой плотности откладки икры на ИН в отдельные годы (до десятков миллионов штук на 1 м²), выживаемость икринок составляла до 70-90 % от общего количества отложенной икры. В то же время на естественных нерестилищах гибель отложенной икры в отдельные годы достигала 80-90 % (за счет обсыхания и других неблагоприятных условий среды).

Полученные результаты позволяют говорить о том, что в целом использование ИН может повысить эффективность нереста беломорской сельди в 5-10 раз.

Мидия

В последние годы на мировом рынке наблюдается устойчивый рост спроса на морские гидробионты, являющихся источниками деликатесных продуктов питания и биологически активных веществ. К таким организмам можно отнести ряд двустворчатых моллюсков Баренцева и Белого морей: исландского гребешка *Chlamys islandicus*, некоторых сердцевидок семейства *Cardiidae* (собирательное английское название - клемы), в частности, *Serripes groenlandicus*, *Ciliatocardium ciliatum*, мидии съедобной *Mytilus edulis*, некоторых других беспозвоночных - морских ежей, голотурий и др.

Одним из основных промысловых видов в Белом море является мидия съедобная (*Mytilus edulis*). Мидия – эврибионтный и, в частности, эвритермный вид, что обеспечивает его широкое распространение. Скопления с наибольшей численностью и биомассой мидия создает в местах с повышенной гидродинамикой на жестких грунтах, на глубинах от 0,5 до 5 м.

Исследовательские работы по марикультуре мидий Белого моря проводились с 1975 года. С 1988 года разрабатывалась программа развития марикультуры в Белом море, основные положения которой определены в протоколе совещания «Севрыба» от 16.09.1988 г.

Следует сказать, что мировая практика марикультуры мидий свидетельствует о том, что затраты на получение продукции путем добычи моллюсков из естественных местообитаний как минимум в два раза больше по сравнению с затратами на их культивирование. Мидиевые банки в большей части Белого моря представляют мозаично расположенные, небольшие по площади и биомассе скопления.

На основании экспериментальных работ было выяснено, что в качестве искусственных субстратов для марихозайств лучше использовать капроновые веревки диаметром 20-30 мм, а также отрезки дели шириной 15-20 см. Искусственные субстраты должны выставляться в море примерно за неделю до массового появления личинок мидий в планктоне. Время размещения субстратов должно определяться для каждого района на отдельный год. При правильном соблюдении условий содержания с одного плота-коллектора 3*6 м можно получить до 3 т мидий товарного размера.

В Кандалакшском заливе (Оборина Салма, губы Никольская, Соностровская, Чупская и другие) в середине 80-х гг. были организованы первые мидиевые плантации. Для части губ (Колвица, Воронья, Белая и др.) залива были составлены проекты размещения марихозайств.

Однако в связи с реформированием экономического уклада страны с середины 90-х годов многие марихозайства прекратили свою деятельность.

В настоящее время есть возможность составить новые усовершенствованные проекты, бизнес-планы с использованием новых сведений и технологий ведения марихозайств в Белом море. Основным поставщиком мидии в Российскую Федерацию, на данный момент, являются страны Азии.

Наиболее рациональным, с экологической и экономической точек зрения, способом ведения марикультуры, является организация относительно небольших по размеру хозяйств, размещенных на достаточном удалении друг от друга.

К основным проблемам ведения марихозайств в Белом море можно отнести:

- малую степень обжитости Европейского Севера: расстояние между населенными пунктами превышает 20-30 км;
- отсутствие предприятий по переработке продукции марикультуры в районах, где имеются благоприятные условия для размещения марихозайств;
- отсутствие хорошей транспортной инфраструктуры;
- отрицательное влияние ледового покрова;
- болезни объектов марикультуры;

- выедание хищниками;
- ветровое воздействие, волнение моря;
- сильные течения и некоторые другие гидрологические характеристики;

В результате воздействия комплекса данных факторов, себестоимость продукции может получиться неконкурентоспособной по сравнению с аналогичной зарубежной.

Обязательным условием для развития марикультуры является постоянный контроль за состоянием окружающей среды.

Водоросли

Исходно работы по марикультуре водорослей в Белом море были намечены в качестве одного из способов расширения сырьевой базы агарового производства, для которого наиболее ценным источником сырья – агара служит красная водоросль анфельция складчатая (*Ahnfeltia plicata* (Huds.) Fries). Вопрос об искусственном разведении анфельции был поставлен еще в начале 50-х годов прошлого века в связи с обозначившимся дефицитом ее запасов в Белом море. В качестве дополнительного источника сырья изучались также возможности культивирования других видов красных водорослей, содержащих ценные фикоколлоиды.

Используя многолетний опыт марикультуры стран тихоокеанского региона, отечественные исследователи применили метод расширения площадей естественных зарослей красных водорослей путем расселения их на новые участки Белого моря, а также пытались культивировать неприкрепленные формы водорослей.

Изучение биологии анфельции и результаты экспериментов показали в итоге низкую эффективность ее культивирования, обусловленную невысоким темпом роста, а также сложным и длительным жизненным циклом данного вида. Не принесло положительных результатов и выращивание в садках неприкрепленной формы фуруцеллярии (*Furcellaria lumbricalis* (Huds.) Lamour). Более удачными оказались опыты по расселению хондруса (*Chondrus crispus* (L.) Stackh.). Изучение биологии красных водорослей позволило отнести к потенциально перспективным для выращивания и ряд других видов: фикодрис (*Phycodris rubens* (L.) Batt.), одонталию (*Odonthalia dentata* (L.) Lyngb), пальмарию (*Palmaria palmata* (L.) Kuntze).

По мнению специалистов-альгологов, в настоящее время организация работ по культивированию красных водорослей в Белом море остается в далекой перспективе, так как требует дополнительных исследований коммерческого рынка, биологии видов, экспериментальных работ для определения технологических схем их выращивания. Пока можно лишь предположительно говорить о целесообразности применения некоторых методов марикультуры этой группы водорослей. Возможно, наиболее актуальным будет способ выращивания их в искусственных условиях (в баках) или в поликультуре с другими видами гидробионтов.

Необходимость использования возможностей марикультуры в отношении бурых водорослей (в частности ламинариевых) возникла в 70-х гг. прошлого века, в связи с аналогичной тенденцией к уменьшению их запасов в районах многолетнего промысла. В качестве объекта культивирования была выбрана ламинария сахаристая (*Laminaria saccharina* = *Saccharina latissima* (L.) Lane, Mayers, Druehl et Saund), обладающая высокой продуктивностью, небольшой продолжительностью жизни (3-5 лет) по сравнению с другими промысловыми макрофитами, а также уникальным химическим составом. Многочисленные эксперименты по выращиванию ламинарии, проведенные в 1984-2001 гг., подтвердили возможность организации марихозяйств в условиях Белого моря.

Культивирование вида осуществляется экстенсивным методом, когда все стадии своего развития водоросли проходят в море непосредственно на плантации. Засев субстрата спорами ламинарии происходит из естественных зарослей. Кондиционное сырье можно

получить на второй год выращивания. При сборе урожая (в августе) средняя биомасса пластин на 1 погонном метре субстрата составляет от 2 до 5 кг сырого веса (в зависимости от типа используемой плантационной установки).

Рассматривая экономическую составляющую плантационной марикультуры, необходимо отметить, что она относится к долговременным инвестиционным проектам, так как сроки ее окупаемости по имеющимся расчетам (для установок площадью 5 га) составляют 16-20 лет. Развитие этого направления будет зависеть не только от состояния сырьевой базы, но и от многих общеизвестных экономических и социальных факторов.

Говоря о возможностях марикультуры, стоит заметить, что в последнее десятилетие ежегодные объемы изъятия ламинариевых водорослей в Белом море по официальным данным составляют менее 10 % от возможного вылова, то есть естественные запасы этих водорослей в настоящее время значительно недоиспользуются.

Можно предположить, что в дальнейшем будет целесообразнее включать плантационные установки водорослей в систему комплексного выращивания, подразумевающую культивирование гидробионтов разных трофических уровней (например, форель + мидия + водоросли). Главным достоинством функционирования этих комплексов является не только повышение рентабельности культивирования, но также снижение уровня ее воздействия на окружающую среду.

Еще одним методом восполнения запасов ламинариевых водорослей является донная марикультура (рекультивация). В его основе лежит внесение естественного или искусственного каменистого субстрата. Рекультивация наиболее рациональна вблизи заготовительных участков или после применения опасных орудий промысла. Кроме того, рекультивация рассматривается как весьма действенный способ улучшения экологической обстановки Белого моря.

Экспериментальные исследования, проведенные на острове Жижгинский в 1997- 2003 гг. показали, что уже через 2 года после внесения каменистого субстрата формируются промысловые заросли водорослей с крупными растениями ламинарии сахаристой. При обеспечении плотности 2-3 камня/м², средняя биомасса ламинарий составляет не менее 5 кг/м², что соответствует продукционным характеристикам естественных промысловых скоплений Белого моря. Таким образом, на площади 1 га донной поверхности может быть получен урожай 50–60 т ламинариевых водорослей. При этом заросли способны быстро восстанавливаться даже при больших объемах изъятия (30-50 % от запаса).

Технологические схемы рекультивации зависят от типа применяемого субстрата и способов его внесения. Варианты этих схем подробно проанализированы в разработанном методическом руководстве. Для удобства пользователя сравнение предложенных схем проведено на основе затрат, связанных с приобретением необходимого количества субстрата и его типа, техники его изготовления, перевозки, внесения, учета рабочей силы и времени.

Использованная литература:

1. Алтухов К.А. Мероприятия по воспроизводству беломорской сельди – Рыбное хозяйство, 1963, № 7 –стр.13-17.
2. Геоморфологические рекомендации по размещению марихозяйств на мелководьях Баренцева и Белого морей – Мурманск 1987 г.
3. Иванченко О.Ф. Искусственное разведение и выращивание беломорской сельди – Биологические беломорской сельди, Л. Наука, 1975 – стр. 276-393.
4. Инструкция по биотехнологии культивирования беломорской ламинарии сахаристой на установках горизонтального типа (двухлетний цикл выращивания) - Архангельск: Северный Филиал ПИНРО, 2002 г. – 56 с.
5. Кузнецов В.В. Белое море и биологические особенности его флоры и фауны – 1960 – 322 с.

6. Кузнецов В.В. О путях повышения рыбопромысловой продуктивности Белого моря – Труды Всесоюзной конференции по вопросам рыбного хозяйства, 1953 – стр. 538-554.
7. Кулаковский Э.Е., Кунин Б.Л. Теоретические основы культивирования мидий в Белом море. – Л., 1983. - 24 с.
8. Кулаковский Э.Е., Житний Б.Г., Гадзиева С.В. Культивирование мидий на Карельском побережье Белого моря. – Петрозаводск, 2003. – 37 с.
9. Луканин В.В. Распределение мидии *Mytilus edulis* в Белом море//Исследование мидии Белого моря. Сб. научных трудов. Л. - 1985. - стр. 45-69.
10. Материалы 9 международной конференции «Проблемы изучения и рационального использования и охраны Белого моря». – Петрозаводск, 2005 г. – 212 с.
11. Методическое руководство по рекультивации нарушенных промыслом зарослей водорослей Белого моря (проект). - Архангельск: Северный Филиал ПИНРО, 2003 г. – 32 с.
12. Оптимальные условия культивирования анфельции (прикрепленная и неприкрепленная формы), фуцеллярии и хондруса. // Отчет по теме № 13, Архангельск, Северное отделение ПИНРО, 1974 г.
13. Проект размещения марихозяйств по культивированию гидробионтов в Белом море. // Отчет о научно-исследовательской работе по теме 52, Архангельск, Северное отделение ПИНРО, 1990 г.
14. Шошина Е. В. Биология *Ahnfeltia plicata* (Rhodophyta) Белого моря. – Апатиты: Академия наук СССР, Кольский научный центр, 1990. – 42 с.
15. Шошина Е. В. Биология массовых видов красных водорослей Баренцева и Белого морей. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.б.н. – Ленинград: ЛГУ, 1989. – 16 с.
16. Integrated mariculture. A global review. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Rome, 2009.

Artificial Recovery of Stocks of Commercial marine species of the White Sea (herring, mussel, algae)

Artemiev Sergei Nikolaevich, Research Assistant, artemev@pinro.ru

Berezina Marina Olegovna, Research Scientist, berezina@pinro.ru

Troshkov Victor Alekseevich, senior Research Scientist, victor@pinro.ru

Northern Branch PINRO, Archangelsk

The problem of artificial recovery of stocks of different hydrocoles in the White Sea is of relatively deep history. For the first time it occurred in the mid of the last century due to the dying and practically complete disappearance of the main substrate for the White Sea herring spawning – eelgrass. Another approach to this problem is the development of methods for artificial growing of mussel and commercial species of algae of the White Sea – raw material for textile, food and pharmaceutical industries. One more way to recover bioresources of the White Sea and its basin has become the acclimatization of some Far East commercial species, like humpback salmon and king crab. In this report the latter is not discussed.

Herring

Proposals of expediency of using artificial spawning grounds (SG) for the enhancement of efficiency and increase of scales of natural reproduction of herring have been expressed in mass media from the middle of the last century.

The necessity of developing SG for herring was dictated by the fact that huge amount of hard-roes is lost during spawning both because of the shortage of algae substrate and as a result of

the strand of roed substrate at the shore during storms. For the White Sea the problem of substrate shortage during laying roe became specifically acute because of destruction in the middle of the last century of the main substrate for spawning – *Zostera marina*.

In certain years the problem of substrate shortage was aggravated by situation with ice forcing herring to spawn in hardly suitable for it substrates – stones, silt, sand – and unusual for spawning places: in river estuaries and inshore, where the roe dies in bulk from a number of reasons. Taking into account the accumulated experience of domestic and foreign researches, the simplest method of artificial recovery of herring was chosen – using of net artificial spawning grounds.

Researches have ascertained that as a result of different unfavorable factors up to one thirds and more of roe spawned by herring is destroyed.

The first successful experiments in artificial growing of sea herrings were obtained in the White Sea Biological station by O.F.Ivanchenko and I.I.Ivanchenko (1968, 1969) working with the White Sea herring.

Taking into consideration obtained experience of domestic and foreign researchers the simplest method of artificial reproduction of herring was chosen – usage of net-made artificial spawning grounds. This method has been already suggested and used for the White Sea herring much earlier (Kuznetsov, 1953, 1960; Altukhov, 1963 et al.).

For the purpose recovery of natural substrates (because of destruction of *Zostera* in the White Sea) in the zone favorable for spawning and incubation of herring's roe (in the sublittoral), in 1988-1999 experiments were made to establish SG of kapron net webbing with 10mm bar. The total amount of net webbing used as SG in different years made up from 300 m² up to 1000 m².

Made researches showed that even with very high density of laid eggs in SG in certain years (up to tens million pieces per 1 m²), the survival rate of grains of roe was up to 70-90 % of total amount of laid roe. At the same time in natural spawning grounds the death rate of laid roe in certain years reached 80-90 % (because of drying and other unfavorable environment conditions).

Received results allow to speak about the fact that in general usage of SG can 5-10 times enhance efficiency of the White Sea herring spawning.

Mussel

In recent years the world market has seen a steady growth in demand for marine hydrocoles, being the source of delicacy food products and biologically active substances. To such organisms we can attribute a number of bivalve mollusks of the Barents and White Seas: Icelandic scallop *Chlamys islandicus*, cockle of *Cardiidae* family (collective English name - clemes), namely, *Serripes groenlandicus*, *Ciliatocardium ciliatum*, edible mussel *Mytilus edulis*, some other invertebrates – urchins, sea cucumbers, etc.

One of the main commercial species of the White Sea is mussel edible (*Mytilus edulis*). Mussel is an eurybiontic, and in particular eurythermic species, that ensures its wide spreading. Mussel creates accumulations with the largest number and biomass in places with rich hydrodynamics on stiff bottom at the depth of 0.5 - 5 m.

Research works in mariculture of mussels of the White Sea were performed from 1975. From 1988 the program of mariculture development in the White Sea has been developed, the main items of which are determined in the minutes of the “Sevryba” as of 16.09.1988.

It should be said that the world practice of mussel mariculture indicates that expenditures for receiving products by catching shellfish from natural habitats at the minimum twofold higher than expenditures for their cultivation. Mussel grounds on the largest part of the White Sea are accumulations, small in area and biomass, located in mosaic order.

Based on experimental works it was found out that it is better to use caproic cords of 20-30 mm in diameter as well as webbing pieces of 15-20 cm width as artificial substrates for marine fisheries. Artificial substrates should be places in the sea approximately a week before mass birth of mussel larva in plankton. The time of placing substrates should be determined for each region for a

certain year. With the proper observance of conditions of holding, from one 3*6-m float-collector one can obtain up to 3 tons of mussels of marketable size.

In the Kandalakshsky Bay (Oborina Salma, Nikolskaya, Sonostrovskaya and Chupskaya inlets, etc.) in mid 1980s the first mussel plantations were established. For a part of inlets (Kolbitsa, Voroniya, Belaya, etc.) projects for organizing marine fisheries were developed.

However, due to the reforming of economic structure of the country from mid 1990s many of marine fisheries discontinued their activities.

At present there is a possibility to develop new improved projects, business plans using new information and technologies of organizing marine fisheries in the White Sea. The main suppliers of mussel to the Russian Federation at present are Asian countries.

The most rational, from ecological and economic points of view, method of mariculture maintenance is the organization of relatively small in size fisheries located at the sufficient distance from each other.

To main problems of organizing of marine fisheries in the White Sea we can refer:

- small habitability of European North: the distance between settlements exceeds 20-30 km;
- lack of enterprises for processing maricultural products in regions with favorable conditions for organizing marine fisheries;
- lack of good transport infrastructure;
- negative effect of ice cover;
- illnesses of objects of mariculture;
- eating away by carnivores;
- wind affect, rough water effect;
- strong flows and some other hydrological characteristics.

As a result of the affect of a complex of these factors the cost of production can become noncompetitive in comparison with the foreign one.

Obligatory condition for the mariculture development is a permanent control of environment state.

Algae

Initially, works in algae mariculture in the White Sea was designed as one of the ways for extending raw materials sources for agar production, for which the most valuable raw material source or agar is red algae *Ahnfeltia plicata* (Huds.) Fries)). The issue of artificial breeding of this species was raised in the beginning of 50s of the last century because of its stock deficiency in the White Sea. As additional source of raw materials, were studied possibilities of cultivating of other species of red algae having useful phycocoloids.

Using the long-term experience of mariculture of Pacific region countries, domestic researchers applied a method of expanding areas of natural beds of red algae by distributing them to the new areas of the White Sea and made attempts to cultivate unfixed forms of algae.

Investigation of *Ahnfeltia*'s biology and results of experiments showed as a result low efficiency of its cultivation caused by low growth rate as well as complicated and long life cycle of this species. The growing of unfixed forms of *Furcellaria* (*Furcellaria lumbricalis* (Huds.) Lamour) resulted without positive results. More successful occurred experiments in distribution of carrageen (*Chondrus crispus* (L.) Stackh.). Study of red algae biology allowed to refer to potentially perspective for growing a number of other species as well: *Phycodrys* (*Phycodrys rubens* (L.) Batt.), *Odonthalia* (*Odonthalia dentata* (L.) Lyngb), *Palmaria* (*Palmaria palmata* (L.) Kuntze).

According to specialists-algologists currently organization of cultivation of red algae in the White Sea is still of remote perspective as it requires additional investigations of commercial market, species biology, and experimental works for denoting technological schemes of their growing. Still we can speak only presumably about expediency of using some maricultural methods of this group of algae. Probably, the most actual will be a method of their growing in artificial conditions (in tanks) or in polyculture with other species of hydrocoles.

Necessity of using possibilities of mariculture regarding brown algae (laminaria, in particular) arose in 1970s related to a similar tendency to reducing their stocks in regions of a long-term production. As an object for cultivating sweet sea tangle (*Laminaria saccharina* = *Saccharina latissima* (L.) Lane, Mayers, Druehl et Saund) has been chosen, being of high productivity and small age of life (3-5 years) in comparison with other commercial macrophytes, and unique chemical composition. Multiple experiments for growing laminaria, held in 1984-2001, evidenced the possibility of establishing marine fisheries in conditions of the White Sea.

Cultivating of a species is realized with extensive method, when algae pass through all phases of their development in the sea directly on plantation. Sowing of laminaria spores into substrate takes place from natural vegetation. Certified raw material could be obtained in the second year of growth. When harvesting (in August) the average biomass of plates on 1 running meter of substrate amounts to 2 - 5 kg of green weight (depending on the type of the used plantation setup).

Considering economic component of plantation mariculture it is necessary to note that it belongs to the long-term investment projects as terms of its recoupment according to existing calculations (for installations of 5 hectare area) amounts to 16-20 years. Development of this area will depend not only on the state of raw material base but on many known economic and social factors.

Speaking about the possibilities of mariculture it is worth noting that in the last ten years harvesting of laminaria in the White Sea per year according to official data amounts to less than 10% of the possible harvesting or that natural stocks of these algae at present are significantly underutilized.

We can suppose that in the sequel it will be more expedient to include plantation installations into the system of complex growing implying cultivation of hydrocoles of different trophic levels (for instance, trout + mussel + algae). The main value of functioning of these complexes is not only the increase of profitability of cultivation but also the decrease of its affect on environment.

One more method of replenishing stocks of laminaria is the bottom mariculture (recultivation). It is based on the introduction of natural and artificial stony substrate. Recultivation is mostly rational near procurement sections or after using dangerous harvesting tools. Besides, recultivation is considered as quite an effective method of improvement of ecological situation at the White Sea.

Experimental studies held on Zhizhgin'sky Island in 1997- 2003 showed that already in 2 years after introduction of stony substrate algae commercial vegetation with large plants of sweet sea tangle has been formed. With providing the density of 2-3 stones/m², the average biomass of laminaria amounts to not less than 5 kgr/m², that corresponds to the production characteristics of the natural remunerative concentration of the White Sea. So, on the area of 1 hectare of bottom surface a harvest of 50–60 tons of laminaria was received. With this, the vegetation is able to rehabilitate even when great amount of algae is harvested (30-50 % of stock).

Technological schemes of recultivation depend on the type of the used substrate and methods of its application. Variants of these schemes are analyzed in details in the developed methodological guidance. For user convenience comparison of suggested schemes was made on the basis of expenditures related to purchasing of the necessary amount of substrate and its type, technology of its preparation, transportation, introduction, assessment of labor force and time.