

# Опыт выращивания ламинарии японской в Приморье

Д.Д. Габаев – Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН

Мировой опыт рыбного хозяйства подсказывает, что наша страна обречена на занятия марикультурой. Во время перестройки эта отрасль рыбного хозяйства угасла. Сейчас, в связи со снижением уловов и впечатляющими результатами разведения у соседей, мы наблюдаем возрождение интереса к марикультуре. Однако многие фермерские хозяйства, не знающие о прежних достижениях, начинают все с нуля. Вместе с тем, во второй половине 80-х годов XX в. наблюдался значительный подъем урожая водорослевых плантаций Приморья. Суммарный сбор с трех водорослевых участков достигал 5 тыс. т и превышал современные естественные запасы [Крупнова, 2000]. Как удалось добиться этого роста, нигде не описано и не учтено. Поэтому, если не поделиться опытом, то морские фермеры будут терпеть большие убытки при выращивании ламинарии японской по инструкциям, заимствованным у стран с другими экологическими условиями.

Наш опыт выращивания ламинарии в Приморье подсказывает, что у нас есть реальная возможность выращивать этот ценный продукт за один год. Однако удавалось добиваться товарной кондиции у одногодичной ламинарии в бухте Кит (пос. Глазковка) только на опытной «делянке». В промышленном масштабе этого не получалось потому, что цех на экспериментальной базе марикультуры «Глазковка» не соответствовал необходимым требованиям. Холодильная установка в цехе не охлаждала воду до 8° С. От воздуха она нагревалась до 10°, а от осветителей ДРЛ-400 – до 12° С и выше. Поэтому рассада в бассейнах подвергалась бактериальному заболеванию, и если оспоривание рамок проводили в начале августа – то вся погибала.

Более благоприятные температуры для цехового выращивания рассады складывались при оспоривании субстратов в середине августа. Однако для повышения выживаемости спорофитов мы были вынуждены уменьшать количество конкурентных и болезнетворных организмов. Для этого всю поступающую в бассейны морскую воду фильтровали через сложенное в несколько слоев капроновое сито № 61. Взятые с плантации маточные слоевища отмывали от ила и обрастаний, а затем обрабатывали эритромицином из расчета 1–2 ед/мл. Высушивали слоевища в специально подготовленном помещении с температурой 15–16° С и влажностью 80–85%. Для стимуляции выхода только зрелых зооспор время высушивания слоевищ сократили до 9 ч (как правило, с 12 до 21 часа). Полученную после двухчасового замачивания слоевищ споровую суспензию также фильтровали через капроновое сито № 61. Слоевища, помещенные в картонные коробки на сутки, зооспор не давали.

Циркуляцию воды в бассейнах поддерживали постоянно максимальной (16–20 объемов в сутки). Это позволяло избавиться от плохо прикрепившихся спор. Кроме того, с увеличением скорости течения возрастает скорость прорастания спорофитов [Хе И-Хен и др., 1985]. Высокая скорость протока снижает и вероятность заболевания спорофитов. Аэрация воды в бассейнах также оставалась постоянно максимальной. Расход воздуха на каждый бассейн объемом 4,7 м<sup>3</sup> составлял 840 л/мин.

Признаки заболевания спорофитов, как правило, обнаруживались на 20-й день после оседания спор. Под микроскопом было заметно, что клетки спорофитов уменьшились в размерах и приобрели более темную окраску (фото 2). Весь спорофит менял окраску от бурой до салатной, а потом становился оранжевым. В дальнейшем спорофиты полностью разрушались и превращались в желеобразную массу. Оставались только их силуэты, окантованные диатомовыми водорослями (фото 3). Это заболевание в 1982 – 1983 гг. приводило к 50%-ной гибели рассады, а в 1984 г. она погибла вся. Заболевание затрагивало многоклеточные спорофиты и не переходило на одноклеточные спорофиты и зиготы. Последние образуют прочную стенку и содержат запас питательных веществ. Пока условия неблагоприятны, зиготы остаются в состоянии покоя [Грин и др., 1990].

Еще до визуального наблюдаемого заболевания в воде была обнаружена высокая концентрация нитритов. В бухте Кит нитриты достигали 1,0–2,1 мкг/л, в то время как в бассейнах их концентрация превышала 1110 мкг/л. По-видимому, возросшее присутствие нитритов связа-

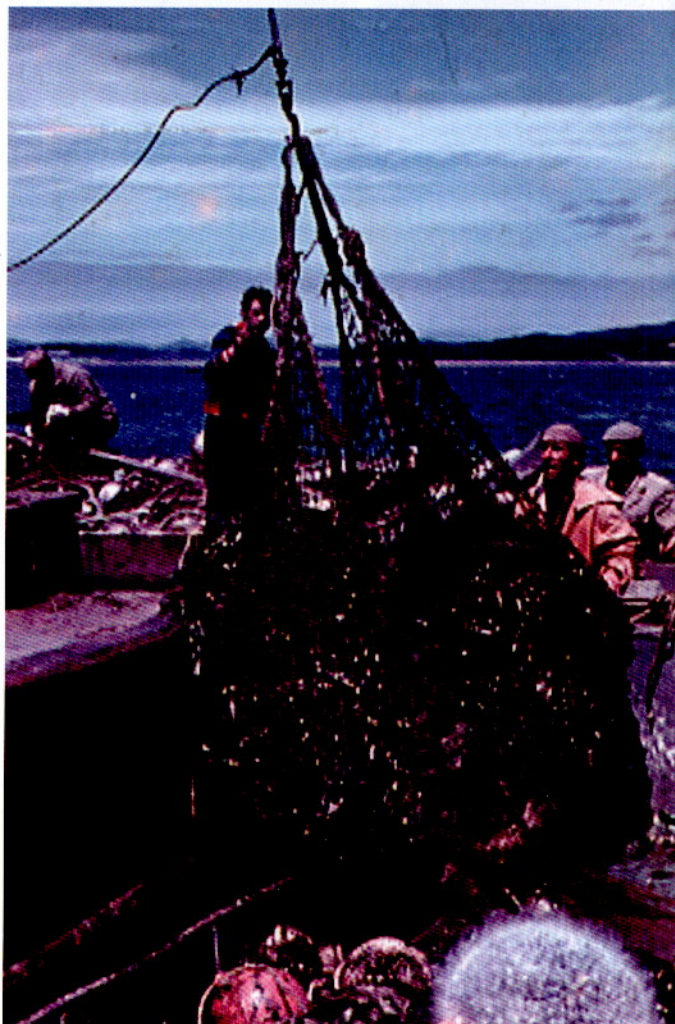


Фото 1. Сбор урожая с ламинариевой плантации

но с заболеванием и разрушением спорофитов. Нитриты образуются в результате гибели организмов и превращения  $NH_2$  бактериями *Nitrozomonas* в  $NO_2$  [Уитон, 1985]. Возможно, мониторинг нитритов в бассейнах может стать экспресс-методом определения начала заболевания спорофитов.

В 1985 – 1988 гг. рассаду удавалось вырастить только в сентябре, причем для лечения спорофитов использовали эритромицин, из расчета 0,5 ед/мл. В 1986 г. стабилизация температуры около 10° С отодвинула начало заболевания рассады на пять дней по сравнению с 1985 г. Рамки, погруженные горизонтально (лучше освещенные), меньше подвергались заболеванию. Это привело нас к мысли, что спорофитам не хватает освещения. Для увеличения освещенности рассады рамки с нитями прикрепили к плавающим рамкам из полиэтиленовых труб в 5 см от поверхности воды. Увеличили и количество ламп, а также опустили их ближе к воде. За счет большей освещенности бассейнов (7–8 тыс. люкс), концентрация эритромицина, вылечивающая спорофиты, оказалась на порядок меньше рекомендованной [Dou et al., 1984].

У наших соседей в сентябре в море – высокие температуры, разрушающие спорофиты. Поэтому им нет нужды в августе ускорять рост спорофитов в бассейнах, и в их технологиях витамины исключены из состава вносимой в бассейны подкормки. У побережья Северного Приморья температура воды в начале сентября понижается до 16° С и становится пригодной для высаживания рассады в море. Поэтому в подкормку E-S Провасоли нужно вернуть витамины. Нами обнаружено, что



Фото 2. Заболевшие спорофиты ламинарии

витамины увеличивают в 2 раза темпы роста спорофитов в бассейнах.

Если бы вода, поступающая в бассейны, стерилизовалась, а над бассейнами были подвешены низкотемпературные люминесцентные лампы, то, благодаря нескольким кондиционерам, в цехе удавалось бы сдерживать высокую августовскую температуру. Тогда бы появилась реальная возможность получать рассаду к началу сентября. Но для первого опосредования трудно найти в море зрелую спороносную ткань. Оказалось, что стимуляция зрелой спороносной ткани, по инструкции [Крупнова, 1984], также нуждается в совершенствовании.

Для того чтобы добиться появления зрелой спороносной ткани к началу августа, нужно готовить спорофиты к стимуляции не в текущем году, а на год раньше. Облегчения стимуляции спорофитов можно добиться, если канат с разреженными маточными спорофитами будет расположен поблизости от устья реки. В этом случае отпадает необходимость ежедневного «кормления» стимулируемых слоевищ. В бухте Кит слоевища со зрелой спороносной тканью для первого опосредования мы находили только на канате, максимально приближенном к р. Основная. Получаемую к началу сентября рассаду можно развозить по северным акваториям или высаживать на мористую часть плантаций при температуре воды ниже 16° С.

В октябре 1986 и 1987 гг. из-за засушливой осени и слабого цветения фитопланктона вода имела высокую прозрачность, и рассада на рамках, выставленная для адаптации на глубину 6 м, побелела и разрушилась. Не спасло ее и запоздалое погружение на глубину до 12 м. На нитях, вплетенных в поводцы в сентябре, спорофиты уцелели только в тени поводцов. Однако на нитях, взятых в октябре прямо из бассейнов и пересаженных на поводцы, спорофиты нормально приживались.

Для предохранения спорофитов от гибели их нужно притапливать на глубину 12–15 м либо набрасывать в зону прибоя глинистую почву, способную уменьшить прозрачность воды у плантаций. В 1985 г. циклоны вымывали привезенную к берегу почву и разносили взвесь по всей плантации. Возможно, эффективным способом «затенения» и увеличения темпов роста ламинарии может стать и внесение на плантацию

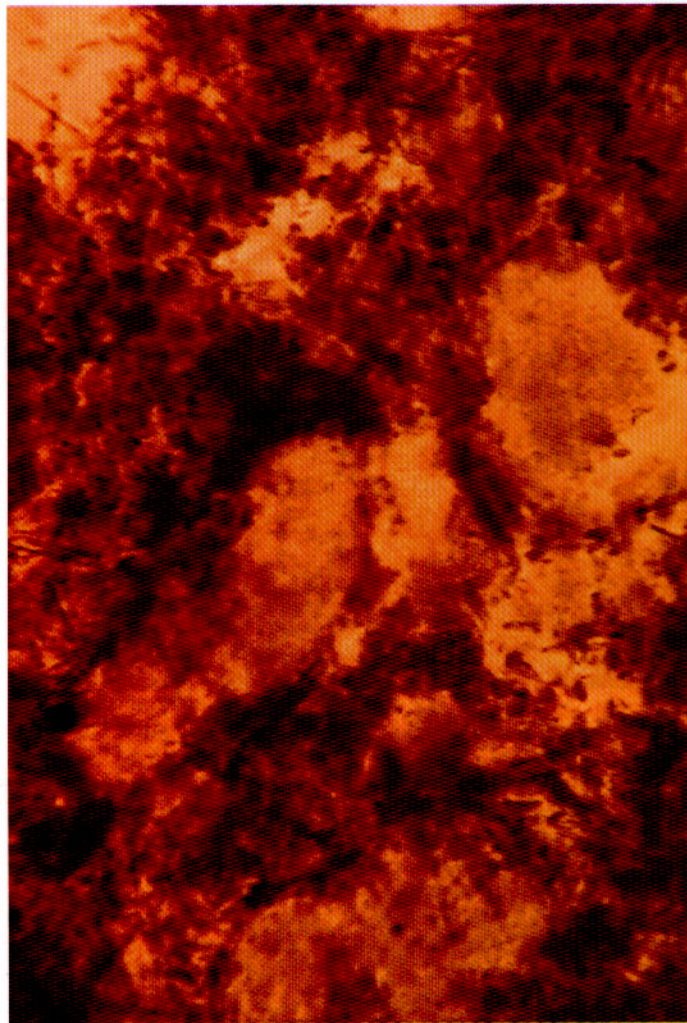


Фото 3. Погибшие спорофиты ламинарии

минеральных удобрений. В Китае у плантаций с одногодичной ламинарией разбрасывают за сезон 2 т удобрения, содержащего 5–10%-ный раствор аммонийных солей [Tseng, 1981].

У наших ближайших соседей, особенно в Китае, нет естественных ламинариевых зарослей. Эту водоросль им завезли в 40-е годы XX в. оккупанты – японцы [van der Meer, 1983]. Поэтому в китайских водах нет и фитофагов, приспособленных к массовому уничтожению рассады. Это хорошо заметно уже в нашем южном заливе Посьета. Вследствие этого, их мариводы не боятся вывешивать рамки с рассадой в море на адаптацию.

В Приморье большая часть побережья имеет естественные заросли ламинарии японской, и там же можно обнаружить в массе ее потребителей – разноногих ракообразных амфипод (бокоплавов). Если в бухте Кит повесить рамки с рассадой на «адаптацию», то нити покрываются «шубой» амфипод, которые очень легко справляются с нежными спорофитами. В море спорофиты начинают быстро расти, и даже оогонии, находящиеся в бассейнах в заторможенном состоянии, прорастают в спорофиты и тут же съедаются фитофагами. Рамки с «адаптированной» рассадой уже невозможно вернуть в бассейны. Спорофиты крупные и в бассейнах разрушаются. Поэтому рамки оставляют в море до конца пересадки рассады.

Пересадка длится месяцы, и к ее завершению на рамках остается мало спорофитов. Если в зал. Посьета на 1 м капроновой нити на следующий год можно насчитать 300 спорофитов, то в бухте Кит – 15 спорофитов на 400 м нити. По сути, спорофиты выедаются полностью. В бассейнах спорофиты, подросшие в длину до 1 мм, разрушаются, но появляются новые – из оогониев.

Эти экологические особенности нашего региона привели нас к мысли отказаться от «адаптации» рассады в море и проводить ее в бассейнах. Для этого потребовалось чаще менять воду в бассейнах, но отпала необходимость в регулярной подкормке. В 1987 – 1991 гг. рамки находились в бассейнах до конца пересадки рассады. На вплетенных в поводцы нитях рассада меньше выедается

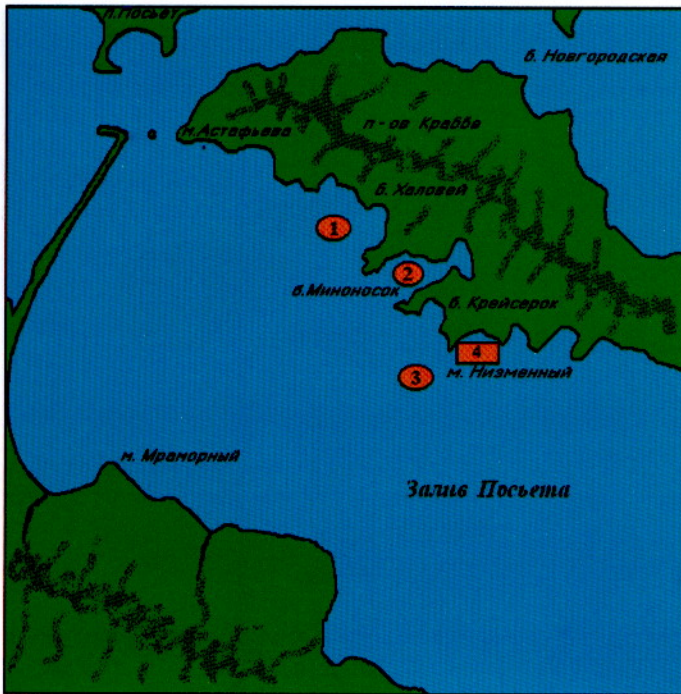


Рис. 1. Карта-схема плантаций в зал. Посьета

из-за разреженного расположения пучков спорофитов. В отличие от рамок, в пучках темп роста спорофитов увеличивается. Слоевница становятся более жесткими, что также уменьшает их гибель. К весне следующего года в бухте Кит на 1 см нити с рассадой находилось до 10 экз. спорофитов. Выращивание товарной ламинарии без адаптации рассады в море позволяет нам рекомендовать исключить этот этап из инструкций по культивированию ламинарии в форсированном режиме.

В зал. Посьета все перезимовавшие спорофиты на нитях, привезенных из бухты Кит, выживают, но переуплотнение приводит к тому, что они не вырастают длиннее 40 см. Такая рассада не переживает летнего прогрева и вся погибает. Для зал. Посьета нужно либо уменьшать концентрацию споровой суспензии, либо выращивать спорофиты в неприкрепленном состоянии и затем накапывать на поводок, как это делают в Корее.

Выращивание ламинарии в двухгодичном цикле в зал. Посьета так-

же имеет свои особенности. Хорошую рассаду можно получить только в открытой бухте Рейд Паллада (рис. 1, ст. 3), где течение воды сильнее, чем в полузакрытых бухтах с гребешковыми плантациями (см. рис. 1, ст. 1–2). Однако пересадка рассады в море на новые поводки негативно сказывается на выживании спорофитов. Как правило, все пересаженные спорофиты погибают, и выживают только на прореженных либо нетронутых поводках. Это говорит о необходимости расчета региональной концентрации споровой суспензии, способствующей отказу от пересадки рассады на новые поводки, а также о важности сложившегося в ризоидах сообщества обрастателей.

Близлежащие популяции ламинарии японской могут иметь различные продукционные возможности. В зал. Посьета мы проводили эксперименты по выращиванию в бухте Рейд Паллада двух расс ламинарии от маточных слоевищ, взятых у п-ва Гамова (зал. Посьета) и о-вов Верховского (Усурийский залив). Из-за низких темпов роста первогодней ламинарии с п-ва Гамова основная масса слоевищ разрушилась в течение летнего прогрева. Выращенные до товарного размера двухгодичные слоевища уступали по всем параметрам ламинарии, полученной от маточных слоевищ с о-вов Верховского, в том числе и по массе (рис. 2).

Однако заложенная для этой ламинарии 2-гектарная ярусная плантация себя не оправдала из-за того, что ее разместили в открытом от преобладающих течений месте (см. рис. 1, ст. 4). Как и в других полузакрытых бухтах, рассады получалось много, но большая ее часть погибала из-за летнего прогрева.

В зал. Посьета нами не отмечены конкурентные виды водорослей, обитающие у поверхности и приводящие за зиму к гибели верхних 2–3 пучков. Следовательно, можно оставлять горизонтальные канаты на зиму у поверхности, что будет способствовать лучшему росту слоевищ.

Качество выращенной ламинарии часто зависит от заселенности обрастателями. Отказ от пересадки рассады на новые поводки в благоприятном для роста зал. Опричник привел к тому, что выращенная в середине 80-х годов XX в. продукция оказалась не товарной. Предприятие оставило ламинарию на плантации до полного разрушения, но разрушающиеся слоевища привлекают массу обрастателей. Заселил слоевища и спирорбис *Circeis armoricana*. В течение года этот массовый обрастатель дает несколько поколений, и его плотность, в конечном счете, достигала 95 тыс. экз/м субстрата [Ивин, 1999]. Слоевница, покрытые спирорбисом, не используют в пищу, и массовое многолетнее заселение им ламинарии вынудило предприятие перенести плантацию в другой залив.

Самый южный водорослевый участок Приморья – в бухте Рифовой – в конце 80-х годов XX в. также пострадал от этой полихеты. Она является активным обрастателем коллекторов и садков, используемых для разведения приморского гребешка. Привоз

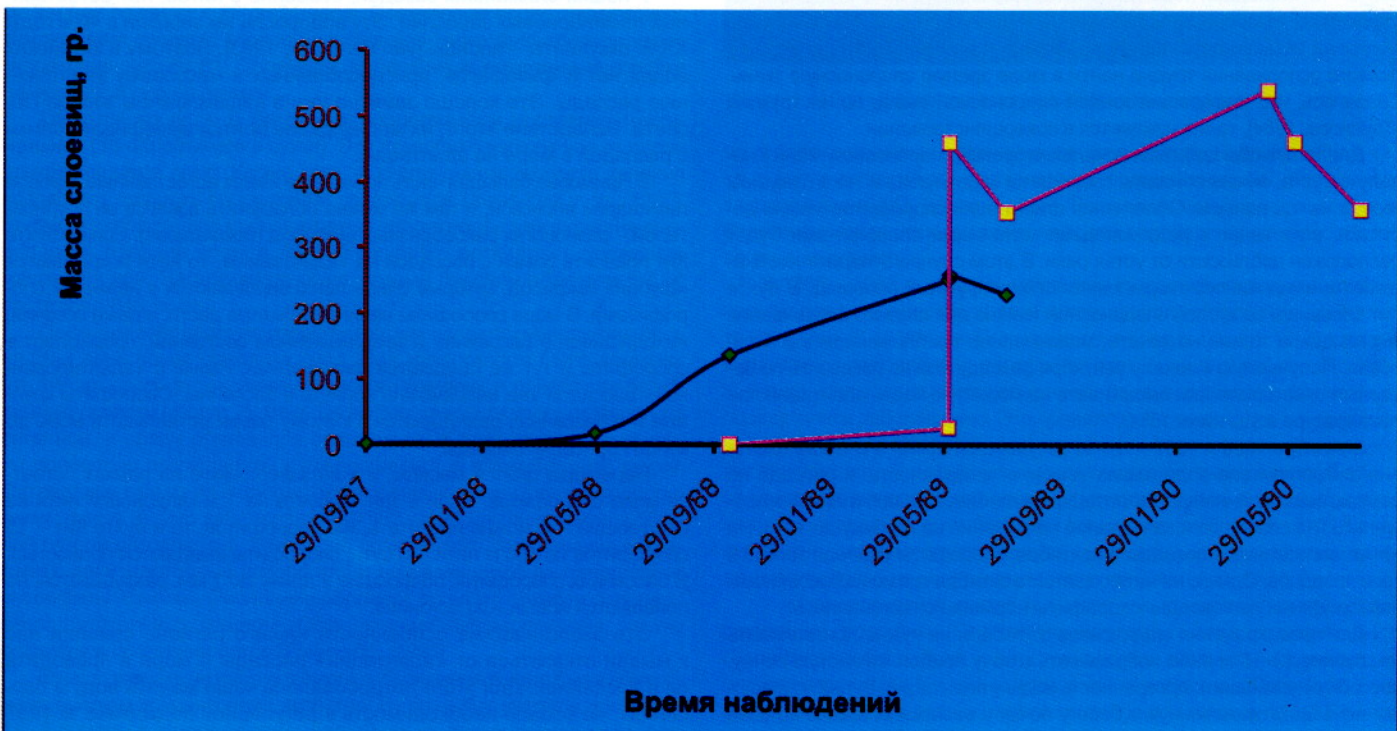


Рис. 2. Темпы роста массы двух расс ламинарии японской в зал. Посьета

коллекторов из зал. Посыета и размещение их на водорослевой плантации в бухте Рифовой привело к заселению этой полихетой слоевищ ламинарии. Кроме ламинарии эта полихета заселяет и плантации, так что извлечение из воды слоевищ при массовом заселении спирорбисом уже не решает проблему. Для искоренения этого обростателя требуются либо полная очистка плантации, либо перенос ее на другую акваторию.

Выставление в море поводцов с рассадой или спорами производят осенью, когда личинки тихоокеанской мидии уже исчезают из планктона. Заселение личинками мидии ризоидов ламинарии (а в Уссурийском заливе – всего слоевица) происходит на следующий год. К моменту сбора урожая ламинарии мидия имеет возраст один год и не может быть использована на пищевые цели. Большая часть мидии к моменту сбора урожая ламинарии в бухте Кит достигает в длину только 20 мм, поэтому поводцы с ризоидами ламинарии и живущей на них мидией выбрасывают. На 1 га плантаций биомасса мидии с ризоидами составляет более 48 т.

Однако ризоиды погибшей или снятой с поводцов ламинарии более года не разрушаются, и заселившая ризоиды мидия не сваливается с субстрата. Если эти поводцы оставить на плантации, то на следующий год мидия достигнет промыслового размера. В бухте Кит ЭБМ «Глазковка» через 4 мес. после съема урожая ламинарии мидия достигала 30,6 мм. К весне эта мидия должна достигать промысловых размеров в 40–50 мм, поскольку в зал. Посыета через 13 мес. после съема ламинарии она достигает 63,7 мм.

В марикультуре хорошо известно, что для оптимального сбора личинок моллюсков или спор водорослей нужно использовать чистые субстраты. В море субстраты делают чистыми морские ежи, соскребающие с камней животных и водоросли. Некоторые животные, например моллюски, мшанки, асцидии, имеют большую продолжительность жизни. Массовый вылов ежей в последние два десятилетия приводит к тому, что поселившиеся на субстратах обростатели и несъеденные ризоиды разрушенной ламинарии препятствуют оседанию спор. Это стало причиной значительного падения запасов ламинарии японской в природе.

Для восстановления прежних запасов ламинарии нужно восстановить запасы морских ежей. Низкая плотность производителей ежей снижает уровень естественного воспроизводства. Поэтому без искусственного воспроизводства запасы ежей не восстановятся. Уловы ламинарии японской тоже невозможно восстановить без искусственного воспроизводства.

В нынешней экономической ситуации одним из методов воспроизводства этой водоросли может стать предложенный нами в 1984 г. способ разведения ламинарии японской на оспоренном горизонтальном канате, расположенном на дне. Для облегчения технологических операций было предложено оспоривать горизонтальные канаты в трюме судна. После оседания спор горизонтальный канат прямо из трюма вытравливают на дно моря. После достижения ламинарией промыслового размера канат с помощью механизмов поднимают на судно и, по мере подъема, с него снимают выращенные слоевища.

Данный метод облегчает выращивание, но в процессе оспоривания каната оказалось, что споры не оседают на субстрат при работе двигателя. Для оптимального оспоривания канатов нужно выключать двигатель и «переходить» на электроэнергию с берега. Увеличения продуктивности этого метода можно добиться при вплетении в чистый канат фрагментов нитей с цеховой рассадой или наматывании этой нити на канат.

Представленные материалы, на наш взгляд, способны облегчить процесс культивирования и увеличить урожайность этой ценной водоросли.

**Gabayev D.D.**

### **An experience of laminaria growing in Primorie**

In latest 1980s, laminaria plantations of Primorie gave about 5 thousand tons a year. The author describes a method which he proposed in 1984. Ripe laminaria spores are being sown on a horizontal rope laying in a vessel hold. After spores settling, the rope should be veered out on the sea bottom. When laminaria is grown, the rope may be hauled up and laminaria may be gathered from it.

## КНИЖНАЯ ПОЛКА

### **Вышла в свет книга «Коммерческая аквакультура», авторы В.И. Козлов, А.В. Козлов (М.: Изд-во МГУТУ, 2008. 167 с).**

Книга адресована рыбоведам и бизнесменам, тем специалистам, которые хотят начать свое дело на рыбной ферме, а также студентам рыбохозяйственных и коммерческих вузов. Цель книги – помочь владельцу водоема не только содержать в нем рыбу, но и получать от ее выращивания прибыль. В книге содержится правовая база для развития коммерческой аквакультуры, бизнес-планирование на рыбной ферме, оценка эффективности использования материальных затрат; рекомендуются объекты разведения для различных географических зон рыбводства России. Даны анализ садкового выращивания рыбы; рекомендации по созданию рыбной фермы на конкретном водоеме. Анализируются существующие направления в современном рыбоводстве на предмет получения прибыли.

Более подробную информацию можно получить по тел. 89629606333. E-mail: ribovodstvo@mail.ru

## **Человечеству следует умерить свои потребности в морской рыбе**

Численность рыбы в Мировом океане может катастрофически сократиться, если человечество не прекратит вылавливать рыбы больше, чем сможет потребить, заявил президент скандинавской исследовательской компании SINTEF Fishery and Agriculture Карл Андреас Алмос.

По его словам, существует огромная пропасть между мировой потребностью в рыбе и тем ее объемом, который человечество способно добыть. Именно поэтому необходимо изменить политику в отношении рыболовного промысла, однако этому может помешать рост численности населения Земли, что неотъемлемо влечет за собой рост потребности в пище.

«В среднем человек потребляет 15-16 килограммов рыбы в год. Если мы продолжим употребление рыбных продуктов в таком объеме, через 20 лет нам нужно будет удвоить объем рыбы, выращиваемой на рыбных предприятиях», – считает Алмос.

По его мнению, существуют два, тесно связанных между собой, необходимых аспекта сбалансированного развития сельского хозяйства и рыбного промысла.

Согласно первому, необходимо выработать новую технологию по селективному и бережному лову морских обитателей, чтобы сделать возможным естественный рост их популяции. Он также отметил, что при этом необходимо отказаться от использования большого рыболовецкого флота, который потребляет много энергии.

Другим аспектом, по словам эксперта, является повышение эффективности сельскохозяйственного сектора. По его данным, разница между производством рыбы в 1980 г. и ожидаемой потребностью в рыбных товарах к 2030 г. составит 60-70 млн т рыбы, выращенной на рыбных хозяйствах.

При этом, по мнению Карла Андреаса Алмоса необходимо прекратить использование рыбы, выловленной в море, в качестве корма для выращиваемых видов рыб. «Выловленная в море рыба должна становиться пищей только для человека», – отметил он.

РИА «Новости»