

УДК 639.64

**БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ  
МОРСКОЙ КАПУСТЫ В ПРИМОРЬЕ**

С. К. Буянкина

Более половины всех добываемых в мире морских водорослей выращивается искусственным способом.

В 1972 г. была организована первая в СССР опытно-промышленная плантация площадью 1 га для искусственного выращивания ламинарии японской при рыбокомбинате «Валентин» Приморрыбпрома по типу водорослевого хозяйства в КНДР.

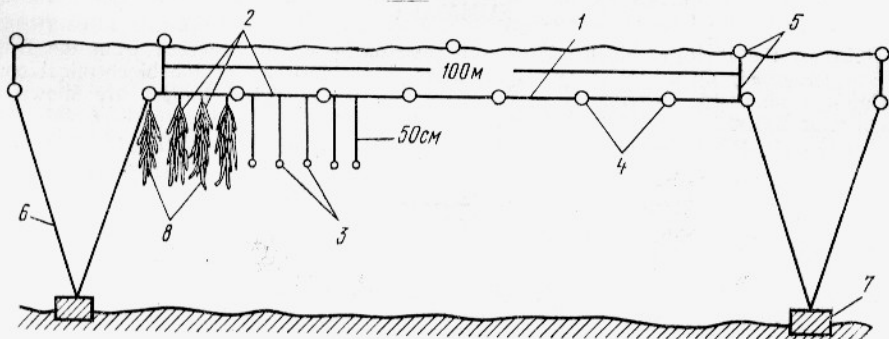


Схема сооружения для выращивания ламинарии:

1 — центральный горизонтальный канат; 2 — посадочные вертикальные веревки — поводцы; 3 — грузики; 4 — наплава, поддерживающие сооружение в толще воды; 5 — буй с поводцами; 6 — якорные оттяжки; 7 — якоря; 8 — слоевица ламинарии японской.

Инженерная разработка системы сооружений для выращивания ламинарии была осуществлена специалистами Приморской экспериментальной базы (ПЭБ). Первое сооружение было установлено в августе 1972 г. у открытого побережья, южнее мыса Титова, на глубине 15—18 м. Оно состояло из горизонтальных капроновых канатов и подвешенных к ним вертикальных свободно свисающих посадочных веревок — поводцов, на которых и выращивается ламинария (см. рисунок).

Основные или центральные горизонтальные канаты длиной 100 м и диаметром 50—60 мм в количестве 10 шт. располагаются параллельно друг другу на расстоянии 10 м и притоплены на 0,5—1 м от поверхности воды. В средней части они соединены поперечными тросами диаметром 4,5 мм. На каждом горизонтальном канате укрепляются по 200 капроновых поводцов (длиной 5—6 м, диаметром 5—6 мм) на расстоянии 0,5 м один от другого. Чтобы поводцы не перепутывались между собой, на нижний конец каждого подвешивается груз 150—200 г.

Вся система держится в толще воды с помощью отяжек и якорей, закрепленных на грунте. На заданной глубине горизонтальные канаты поддерживаются с помощью полиэтиленовых куктылей диаметром 240—320 мм. Количество наплавов непостоянно, первоначально их 14—15, затем по мере роста и увеличения ламинарии число их увеличивают.

Весь цикл работ по выращиванию ламинарии на искусственных сооружениях делится на несколько этапов: 1) выбор участка для выращивания морской капусты; 2) изготовление и установка сооружения в море; 3) подбор и подготовка субстрата для осеменения — поводцов; 4) подготовка помещения; 5) сбор маточных слоевищ со зрелыми спорангиями с естественных зарослей и транспортировка их на берег; 6) стимулирование маточных слоевищ для более быстрого, массового и одновременного выхода спор; 7) осеменение субстратов-поводцов, вывоз их в море и закрепление на горизонтальных канатах; 8) контроль за осеменными субстратами-поводцами в море; 9) разреживание проростков (рассады) и их пересадка, 10) выращивание товарной продукции; 11) сбор урожая.

**Выбор участка.** При установке сооружения в море учитываются следующие факторы: скорость течения в пределах 1,0—1,5 узла; характер грунта (благоприятными являются песчаные и песчано-каменистые грунты без заиления); глубина места не ограничивается, однако для более экономичного использования материалов лучшей следует считать глубину от 15 до 25 м; прозрачность воды лучшая до дна; температура воды зимняя от 0 до  $-0,7$ ,  $-1,5^{\circ}\text{C}$ , летняя среднесуточная не превышает  $20^{\circ}\text{C}$ ; соленость не менее 32‰. Данных по наличию в воде биогенных элементов пока не имеем. Учитывается и ряд других факторов — удаленность плантации от места обработки, условия транспортировки, близость сброса сточных вод и др.

**Установка сооружения.** На заранее выбранные участки, ограниченные буйками, устанавливают каркас сооружения — 100-метровые горизонтальные канаты с наплавами и оттяжками, мертвыми якорями, массой каждый 1,5—2 т. Работы проводили с судов типа МРС-80, без участия водолазов. Установка сооружений и подготовка необходимых материалов должны быть выполнены до середины августа.

**Подбор и подготовка субстрата для осеменения.** Капроновые веревки предварительно разломачивали до образования ворсинчатости. Затем веревки-поводцы вешивали в море на 10—12 дней для удаления вредных химических веществ и доведения значения рН до нейтральной (рН 7). После вымочки поводцы сушат в течение 5 дней, чтобы погибли случайно прилипшие к веревкам споры других водорослей. В качестве субстрата начинают применяться резиновые полосы из транспортерных лент и автопокрышек. К ним споры прилипают значительно лучше, чем к капроновым веревкам.

**Подготовка помещения.** Стимулирование маточных слоевищ можно проводить в любом свободном, прохладном и хорошо проветриваемом помещении без доступа солнечных лучей. Влажность в помещении для подсушки слоевищ не должна превышать 85%. Стимулирование можно также проводить под тентом в ночное время.

**Сбор маточных слоевищ со зрелыми спорангиями с естественных зарослей и их транспортировка на берег.** Образование спорангиев ламинарии японской в естественных условиях в районе бухты Валентин начинается с конца июня — начала июля. Созревание и выход спор зависит от глубины места и пробойности, в общем же выход спор происходит в период с третьей декады августа по октябрь.

Для осеменения берут только второгодние слоевища, с помощью водолазов транспортируют в лодках без воды (под влажным брезен-

том) на комбинат к 11—12 ч дня. Слоевища сортируют, выбирая наиболее крупные, правильной формы, целые, без механических повреждений, ризоиды отрезают. Слоевища промывают в проточной морской воде от слизи, ила, песка и обрастаний, на носилках относят в подготовленное помещение и вешают на вешала. К 14 ч слоевища должны быть полностью развешаны и начато стимулирование.

**Стимулирование маточных слоевищ.** В природе споры морской капусты выходят постепенно. Стимулирование, т. е. подсушку слоевищ, проводят для более активного, быстрого, массового и одновременного выхода спор. Для подсушки слоевища вешают так, чтобы они не прикасались друг другу и чтобы на 1 м<sup>2</sup> приходилось не более 10 экземпляров. Температура в помещении во время наших работ была от 8°С (в октябре) до 20°С (в августе). При температуре свыше 20°С споры становятся малоподвижными и гибнут. Оптимальная температура от 12 до 17°С, в этих условиях слоевища подсыхают быстрее и выход спор наиболее активен.

В хорошо проветриваемом помещении продолжительность подсушки составляет 3—4 ч, в плохо проветриваемом — от 4 до 6—7 ч. Через 2 ч после начала подсушки на 5—10 слоевищах проводят проверку на выход спор. Для этого на нижнюю, среднюю и верхнюю части пластины наносят по капле морской воды, через 15—20 мин с помощью пипетки пробу помещают на предметное стекло и рассматривают под микроскопом при увеличении 120. Если в поле зрения найдется менее 10 спор, подсушка продолжается, если 30—50 спор — маточные слоевища пригодны для оспоривания субстрата. В наших условиях стимулирование обычно заканчивали к 18—19 ч, после чего приступали к осеменению.

**Осеменение субстрата.** Осеменение проводят в предварительно промытых, крепких лодках, чтобы не вытекала вода со спорами. На дно лодок кладут маточные слоевища, затем субстрат, опять ряд слоевищ, субстрат и т. д. до 5—6 слоев. Более 6 слоев класть нецелесообразно, так как создается слишком большое давление. Для осеменения 200 поводцов брали 40—50 слоевищ. Всего в лодку загружается до 800—900 поводцов и соответствующее количество слоевищ.

После укладки слоевищ и субстрата лодки заливают морской водой с помощью насоса. Для контроля выхода спор из спорангиев и их оседания на субстрат между слоями в трех частях (на носу, середине и корме шлюпки) кладут предметные стекла. Через 2 ч просматривают стекла под микроскопом.

Если в поле зрения более 10—20 прилипших спор, оседание можно считать хорошим. Субстрат и маточные слоевища в лодках находятся в течение 9 ч. Максимальная задержка субстрата в лодках может составлять двое суток (без слоевищ). Рано утром (в 5—6 ч), до восхода солнца, слоевища убирают из шлюпок, откачивают шлангом часть воды. Во избежание гибели спор во время транспортировки субстрат должен быть покрыт водой. До 8 ч утра субстраты-поводцы должны быть подвешены к горизонтальным канатам.

Разновременность созревания спор ламинарии позволяет выполнять работы по осеменению субстрата в течение продолжительного времени. Однако, чем дольше затягивается период осеменения, тем больше сокращается время последующего роста и развития морской капусты. Поэтому осеменение необходимо проводить как можно раньше и в более короткие сроки, желательно в течение 10—15 дней.

**Контроль за осемененными поводцами в море.** После осеменения субстрата ведется постоянный контроль за прорастанием спор и дальнейшим развитием растений. Первые 15 дней, чтобы не тревожить прорастание спор и развитие гаметофитов, осемененные поводцы не трогали.

За это время на них поселяются гидроиды, позднее диатомовые, нитчатые и другие водоросли. Чтобы избавиться от них, поводцы периодически встряхивают, очищают от гидроидов и водорослей.

Постоянно следят за установкой, распутывают поводцы, убирают с кухтылей, горизонтальных канатов и других элементов сооружения, обрастания. С появлением проростков и ростом спорофитов продолжается уход за ними. По наблюдениям 1972 и 1974 гг., время, когда появляются видимые глазом проростки спорофитов от момента осеменения, варьирует от 62 до 96 дней.

**Разреживание проростков (рассады) и их пересадка.** С появлением проростков следует проводить разреживание и пересадку с поводцов-субстратов на посадочные веревки. Чем раньше будет проведена такая работа, тем быстрее будут расти спорофиты. Рост молодых спорофитов в густых посадках затормаживается. Однако при слишком раннем отборе и разреживании проростки легко повреждаются. Длина молодых спорофитов во время пересадки должна быть не менее 35—40 см. Ризонды должны быть достаточно развитыми.

Пересадку делают на берегу в помещении при температуре от 2 до 10° С в марте — апреле, так как в это время идет активный и быстрый рост ризоидов и пересаженные растения крепко охватывают субстрат. Растения вставляются ризоидами между пасмами посадочных веревок. На одну посадочную веревку пересаживают не более 150—200 слоевищ, по 3—4 растения через каждые 10 см. Считаем процесс пересадки еще недостаточно отработанным.

**Выращивание товарной продукции.** После пересадки продолжается работа по наблюдению и контролю за ростом и развитием слоевищ, уходу за ними, а также по уходу за сооружениями до момента сбора урожая.

**Сбор урожая.** Выборочный сбор слоевищ можно начинать с середины апреля, когда возраст слоевищ равен 16—17 мес. Можно выбирать отдельные крупные слоевища или срезать целиком поводцы через один, чтобы оставшимся создать более хорошие условия для дальнейшего роста. По нашим наблюдениям массовый сбор должен происходить с мая по июль. К середине июля весь урожай должен быть снят. После июня на искусственных сооружениях заметного увеличения массы слоевищ уже не происходит. В 1974 г. в июне средняя масса слоевища составляла 840 г, в июле — 800 г. К тому же и качество слоевищ в июле ухудшается — верхними начинают разрушаться, становятся белесыми и покрываются большим количеством обрастаний.

В 1974 г. с экспериментального поля площадью 1 га был собран урожай. Масса ламинарии с одного поводца уже в феврале на втором году составила 50—55 кг. В среднем сбор сырой морской капусты с искусственных сооружений может поставить более 50—60 т/га.

Размеры и масса ламинарии в зимний период на искусственных сооружениях больше, чем на естественных зарослях. Это объясняется тем, что благодаря стимулированию слоевищ ламинарии массовый выход спор мы получаем раньше, соответственно и прорастание, и дальнейший рост, и созревание спорофитов происходит быстрее. На искусственных плантациях проростки спорофитов появляются в декабре, в естественных же условиях только в феврале. На искусственных сооружениях размер пластин колеблется (в см): в феврале 30—270, в среднем 125; в марте 19—300, в среднем 160. В естественных же условиях размер пластин к концу февраля достигает лишь 30 см, в марте — 100 см.

Можно считать, что опытно-промышленное выращивание морской капусты в условиях Приморья дало обнадеживающие результаты и позволяет организовать высокоэффективное морское хозяйство.

К 1980 г. предусмотрено расширить морские плантации и реорганизовать рыбокомбинат «Валентин» в водорослевое предприятие по выращиванию и переработке морской капусты для получения из нее альгината, маннита и других продуктов.

### *Выводы*

1. Время появления проростков на поводках-субстратах от момента посева неодинаково и колеблется от 62 до 96 дней.

2. Проростки на искусственных субстратах появляются в декабре, в естественных условиях — конце февраля — начале марта.

3. Рост и развитие морской капусты в зимний период в искусственных условиях идет более интенсивно, чем в естественных.

4. Масса второгодней ламинарии (14—15 мес) с одного поводка в феврале достигла 55 кг.

5. Сбор урожая необходимо проводить в мае — июне, средняя масса одного слоевища в это время составляет 840 г.

6. При отработке всех элементов биотехники выращивания морской капусты в искусственных условиях сбор урожая с 1 га может составить до 6 т и более.

7. Опытное-промышленное выращивание ламинарии в Приморье дало обнадеживающие результаты и позволяет организовать высокоэффективные морские хозяйства.

### **Biotechniques of cultivation of *Laminaria japonica* off Primorye**

*S. K. Buyankina*

#### SUMMARY

The first experimental plantation of *Laminaria japonica* was set up off Primorye in August 1972. The biomass of the species per rope 5 m long amounts to 50 kg in February. The average harvest may be 50—60 t/ha. Sizes and weight of *Laminaria* are higher in the plantation than under natural conditions. The mean lengths of thallomes is 160 cm and 100 cm on the plantation and on natural beds, respectively. The plantation is expected to be extended since the results obtained are very promising.

---