

Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря.
Материалы IX международной конференции
11-14 октября 2004 г., Петрозаводск, Карелия, Россия
Петрозаводск, 2005. С. 211-214.

ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ МИДИЙ В БЕЛОМ МОРЕ

Н.В. МАКСИМОВИЧ¹, А.А. СУХОТИН²

¹ Санкт-Петербургский государственный университет

² Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

Обсуждены итоги опыта культивирования мидий в Белом море. Отмечено, что положительный опыт подвешеного выращивания беломорских мидий *Mytilus edulis* L. в настоящее время не имеет достойного развития: из 5 хозяйств (около 60 га участков) сохранилось одно действующее хозяйство в акватории Соностровского архипелага. Организацию предприятий марикультуры в Белом море следует рассматривать как важную предпосылку устойчивого развития приморских регионов Республики Карелия. Из беспозвоночных мидии - наиболее перспективный объект культивирования в акваториях Карельского Берега Белого моря. Обоснование биотехнологии этой марикультуры достигло очень высокого уровня: определен оптимальный режим выращивания мидий, описаны эффекты воздействия их искусственных поселений на акватории марикультуры, создана модель динамики искусственных популяций мидий. Таким образом, сегодня для развития марикультуры мидий на Белом море нет ограничений по состоятельности прогностической базы управления ее локальными хозяйствами.

N.V. Maksimovich & A.A. Sukhotin. Results and prospects of mussel mariculture in the White Sea // 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. 211-214.

The mussel (*Mytilus edulis* L.) cultivation experience in the White Sea is discussed. It is noted that at present this kind of mariculture has no descent development: from 5 farms (about 60 hectares) one working farm has survived. The mariculture organization in the White Sea should be considered as the important precondition of steady development of seaside Karelian regions. Mussels are the most promising cultivation object in water areas of the Karelian Coast of the White Sea. The bases of biotechnology of mussel cultivation have reached very high level: the optimum mode of cultivation of mussels is determined, the influence of their artificial settlements on water area is described, the model of artificial mussel population dynamics is created. Thus today for the White Sea mariculture development there are no restrictions on consistent prognostic basis for managing local mussel farms.

Современное состояние проблемы промышленного культивирования мидий на Белом море можно охарактеризовать следующим образом. В 1975 г. по инициативе Зоологического института РАН организованы поисковые работы по изучению возможности искусственного выращивания мидии съедобной *Mytilus edulis* L. в Белом море (Кулаковский, Кунин, 1983). С 1983 года при участии сотрудников Санкт-Петербургского государственного университета и Всероссийского НИИ рыбного хозяйства и океанографии были начаты комплексные исследования по подвешеной марикультуре этих моллюсков. По итогам данных работ была создана биотехнология промышленного культивирования беломорских мидий, и в 1985 г. в акватории Соностровского архипелага установлен первый промышленный участок марикультуры. В начале 90-х годов общая площадь 32 одновременно функционирующих участков марикультуры достигла 70 гектаров. Все работы по промышленному выращиванию мидий были проведены в акваториях Карельского берега Белого моря. После 1992 г. по объективным причинам новые участки марикультуры не устанавливались. На сегодняш-

ний день функционирует только одно хозяйство в акватории Соностровского архипелага.

Таким образом, очевидно положительный опыт промышленного выращивания мидий *Mytilus edulis* L. в Белом море (Кулаковский, 2000) в настоящее время не имеет развития. Однако многие аргументы свидетельствуют в пользу восстановления хозяйств по культивированию этих моллюсков. Организацию предприятий марикультуры в Белом море следует рассматривать как важную предпосылку устойчивого развития приморских регионов Республики Карелия. Ресурсы Белого моря используются в этом отношении далеко недостаточно, в том числе и по развитию мероприятий марикультуры. Из морских беспозвоночных наиболее перспективным объектом марикультуры в Белом море следует признать мидий (Кулаковский, Кунин, 1983; Бергер и др., 1985). Культивирование данного вида в акваториях Белого моря перспективно как для получения пищевых продуктов и сырья для медико-биологических препаратов, так и для создания благоприятных условий восстановления исконных промыслов на Белом море и открытия новых рабочих

мест для жителей прибрежных районов (Кулаковский, 2000).

В обосновании развития субарктической марикультуры мидий как перспективного промышленного предприятия можно выделить как положительные, так и отрицательные моменты (Кулаковский, Кунин, 1983).

Положительной стороной следует, в первую очередь, считать высокий (до 20°C) летний прогрев воды (Бабков, 1982). Это вместе со значительным береговым стоком обуславливает повышенную первичную продукцию в прибрежных водах - в среднем, 0.1-0.5 г С/м²/сут. (Бобров и др., 1995). Прогрев воды и значительная концентрация органического вещества в прибрежных районах моря определяют очень высокую для арктических вод скорость роста мидий в летний период (Sukhotin, Kulakowski, 1992; Сухотин и др., 1992; Максимович и др., 1993; Maximovich et al., 1996). Кроме того, показано (Галкина и др., 1982; 1988), что мидиевые хозяйства сами отчасти стимулируют развитие фитопланктона, так как являются источником экскретируемых мидиями биогенов, в частности, аммонийного азота. Шхерный характер побережья позволяет расположить множество участков марикультуры в относительно закрытых акваториях. В прибрежных водах Белого моря мидиевые поселения являются обычным компонентом экосистем. Личиночный пул этих моллюсков формируется ежегодно, причем численность личинок всегда достаточно высока для целей марикультуры (Максимович, Шилин, 1993). Это определяет надежность марикультуры и обеспечение искусственных субстратов естественным посадочным материалом. В Белом море мидии практически не имеют конкурентов при формировании сообществ обрастания искусственных субстратов. Отмеченные эффекты доминирования в сообществах обрастания на субстратах марикультуры асцидий *Styella rustica* L. следует характеризовать, скорее, как случайные, не облигатные для условий подвешенного выращивания мидий в Белом море (Максимович, Морозова, 2000; Халаман, 2001). Следовательно, легко соблюсти режим, при котором на субстратах марикультуры практически в чистом виде формируется видовая агрегация мидий. Как привлекательный момент беломорской марикультуры мидий нельзя не отметить то, что воды Белого моря относительно слабо загрязнены (Ляхин, Кулаковский, 1993).

Наиболее существенным негативным фактором в Белом море, с точки зрения культивирования мидий, является суровая зима (влияние континентального климата), с многомесячным охлаждением вод до отрицательных (-1,5°C) температур и образования толстого (до 1-1.5 метров толщиной) ледового покрова. Следствием этого является практически полное прекращение роста мидий зимой и необходимость решения технических проблем сохранности конструкций марикультуры в период ледостава и ледохода.

Сегодня научное обоснование биотехнологии выращивания мидий на Белом море достигло очень высокого уровня. Этому вопросу посвящены сотни научных публикаций, среди которых 5 монографий и тематических сборника (Кулаковский, Кунин, 1983; Исследования..., 1993; Кулаковский, 2000; Изучение ..., 2000; Кулаковский и др., 2003). Сформирован коллектив ученых, профессионально занимающихся вопросами марикультуры мидий на Белом море. Представления о биотехнологии выращивания мидий вышли на уровень модельных, что обеспечивает надежность прогноза динамики развития каждого конкретного участка марикультуры. Главные итоги этих исследований можно свести к следующим положениям.

1. Определен оптимальный для условий Белого моря режим марикультуры мидий (Кулаковский, 2000). Речь идет о подвешенном выращивании мидий на искусственных трех метровых субстратах, подвешенных к натянутым под плотами канатам длиной до 100 м. Обрастание мидий развивается в горизонте 1-4 м, претерпевая незначительный ущерб при вмержании плотов с субстратами в лед в зимний период. Плотность спата мидий на субстратах к осени составляет от 20 до 100 тыс. экз./м погонный субстрата. Цикл выращивания мидий товарного размера (50 мм и более) на разных участках составляет 3-5 лет. К этому времени плотность мидий на субстратах (независимо от исходной плотности) устанавливается на уровне 400-500 экз./м погонный. Мидии первой генерации как заметная в возрастной структуре оброста группа живут 8-9 лет, Средняя длина размеры их раковины к концу этого периода достигает 80 мм. Однако выдерживание субстратов в воде более 4-5 лет нецелесообразно, поскольку именно в этот период начинается перестройка возрастной структуры поселений мидий с доминирование молодых особей. Урожай товарных мидий в конце цикла выращивания (конец 4-го сезона выращивания) с одного условного гектара (восемь тысяч субстратов) может достигать 200 т., на практике - 60 - 100 т (Табл.). При выращивании мидий в медико-биологических целях (например, для изготовления гидролизата) сроки культивирования могут быть существенно сокращены.

2. Определены эффекты воздействия искусственных поселений на акватории марикультуры (Галкина, др., 1982; 1988; Чивилев, Иванов, 2000; Мигунова, др., 2000). Хозяйства по выращиванию мидий оказывают весьма существенное воздействие на состав окружающих их вод и характер донных осадков под участками марикультуры.

Например, за вегетационный сезон фильтрационная деятельность мидий только одного участка обуславливает дополнительно выпадение на дно от 10 до 40 тонн органических веществ в виде фекальных пеллет. Объем отфильтрованной ими воды оказывается соизмеримым с объемом вод акватории (Табл.) (Максимович и др., 1993). На четвертый год

Таблица. Показатели воздействия некоторых участков культивирования мидий в Белом море на акватории марикультуры (Максимович и др., 1993)

S	Год установки	ЛС, м	ПСМ, %	P, тонн	V, 10 ⁶ м ³	C, 10 ⁶ ккал	F, 10 ⁶ ккал	G, 10 ¹¹ шт.
1	1985	96000	30	52	24,3	81	33	10
2	1986	32120	90	98	18,2	79	25	8
3	1987	29200	90	83	14,8	59	20	9
4	1987	43800	90	105	10,4	56	26	14
5	1987	64240	90	200	9,1	134	49	33
6	1987	29200	90	48	4,8	37	15	7
7	1988	26280	70	69	7,6	43	15	13
8	1988	52560	65	170	13,1	98	32	34
9	1989	40880	75	79	11,7	60	35	9
10	1989	40880	95	146	24,7	123	52	17
11	1988	52560	95	169	18,7	115	41	33

Примечание: S - номер участка; ЛС - общая длина субстратов; ПСМ - покрытие субстратов обростом мидий; P - урожай к концу 4-го года выращивания; V, C и F - соответственно, объем отфильтрованной воды, потребленная пища и экскреция мидий за 4-й сезон выращивания (июнь-сентябрь); G - плодовитость самок мидий на участках на 4-й сезон выращивания.

выращивания общее количество гамет, выметываемых мидиями одного участка (по суммарной плодовитости особей), сравнимо с таковым мидий естественных поселений такой крупной акватории как губа Чула (Максимович и др. 1993).

3. Вблизи хозяйств по выращиванию мидий наиболее резкие и быстрые изменения происходят в бентосе. Суть явления заключается в следующем. Мидии профильтровывают большие объемы воды, экскретируя неусвоенные органические вещества в виде фекалий, которые концентрируются на весьма ограниченных площадях дна непосредственно прилегающих к хозяйствам. Таким образом, формируется неравномерность распределения осадков по акватории и нагрузки на бентосные сообщества. Макробентос под мидиевыми хозяйствами способен утилизировать более половины поступающих органических веществ, сильно увеличивая свою биомассу (Чивилев, Иванов, 2000). В зоне основного выпадения осадка, продуцируемого мидиевыми хозяйствами, окислительные процессы резко усиливаются. Даже при этом часть поступивших осадков не успевает минерализоваться и накапливается в грунте. Воздействие органического загрязнения на бентосные сообщества можно разделить на два этапа: на первом наблюдается смена доминирующих групп, но общие характеристики сообществ мало меняются или увеличиваются; на втором происходит деградация сообществ. После снятия участка марикультуры восстановление сообществ бентоса растягивается на несколько лет.

4. Описаны особенности режима формирования сообществ обрастания на субстратах марикультуры. Показано, что на субстратах, выставленных в море несвоевременно, могут развиваться нерегламентные сообщества обрастания с доминированием асцидий и, реже, диатомовых водорослей и гидроидных полипов (Максимович, Морозова, 2000).

5. Создана система долговременного мониторинга акваторий марикультуры Керетского архипелага по таким показателям как: динамика развития ларватона мидий, сапробность вод (по *col-i*-индексу), распределение и структура сообществ бентоса, паразитофауна мидий естественных поселений.

Благодаря поддержке программы «Белое море 2», эта система мониторинга была продолжена и в последние годы. Полученные данные уверенно демонстрируют высокие качества вод акваторий марикультуры и отсутствие опасных изменений в составе паразитофауны мидий. Кроме того, в результате исследований последних лет удалось верифицировать модельные представления о восстановительной сукцессии сообществ бентоса в акваториях марикультуры, динамики формирования сообществ обрастания при изменении условий формирования обрастания,

Говоря о перспективах марикультуры мидий в Белом море, нельзя не признать, что возобновление практики промышленного выращивания мидий в акваториях Карельского берега Белого моря обречено на успех. По крайней мере, есть исходная уверенность в высоком уровне научного обоснования и в состоятельности прогностической базы управления такой марикультурой. При элементарном соблюдении биотехнологии выращивания на любой момент в цикле культивирования может быть получен надежный прогноз как в отношении характера и величины урожая, так и в отношении экологической безопасности марикультуры в данной акватории.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований РАН «Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами».

Литература

- Бабков А.И.* Краткая гидрологическая характеристика губы Чупа Белого моря // Экологические исследования перспективных объектов марикультуры фауны Белого моря. Л., 1982. С. 3-17.
- Бергер В.Я., Кулаковский Э.Е., Кунин Б.Л., Луканин В.В., Ошурков В.В.* Экология и перспективы культивирования мидий в Белом море // Исследование мидии Белого моря. Л., 1985. С. 98-115.
- Бобров Ю.А., Максимов М.П., Савинов В.М.* Первичная продукция фитопланктона // Белое море. Биологические ресурсы и проблемы их рационального использования. Часть 1. Сер. Исследования фауны морей 42(50). Из-во ЗИН РАН, СПб, 1995. С. 92-114.
- Галкина В.Н., Кулаковский Э.Е., Кунин Б.Л.* Влияние аквакультуры мидий в Белом море на окружающую среду // Океанология, 1982. Т. 22. № 2. С. 321-324.
- Галкина В.Н., Буряков В.Ю., Рура А.Д.* Количественное распределение фито- и бактериопланктона в районе Сонострова // Исследования фауны морей. Т. 39(47). Л., изд. Зоол. ин-та АН СССР. 1988. С. 40-49.
- Изучение опыта промышленного выращивания мидий в Белом море (Ред.: Ю.С.Миничев, Н.В.Максимович), 1999. Из-во СПбГУ, Тр. Биол. НИИ СПбГУ. Вып. 46.
- Исследования по марикультуре мидий Белого моря (Ред. А.А. Сухотин). Тр. Зоологического ин-та РАН, 1993. Т. 253.
- Кулаковский Э.Е.* Биологические основы марикультуры мидий в Белом море // Исследования фауны морей 50(58). Из-во ЗИН РАН, СПб. 2000. 168 с.
- Кулаковский Э.Е., Житний Б.Г., Газдиева С.В.* Культивирование мидий на Карельском побережье Белого моря. Петрозаводск. 2003. 159 с.
- Кулаковский Э.Е., Кунин Б.Л.* Теоретические основы культивирования мидий в Белом море. Л. Наука, 1983. 35 с.
- Ляхин Ю.И., Кулаковский Э.Е.* Гидрохимическая характеристика акваторий промышленных мидиевых хозяйств на Белом море // Исследования по марикультуре мидий Белого моря. Тр. Зоологического ин-та РАН, 1993. Т. 253. С. 3-16.
- Мизунова А.В., Квитко К.В., Миничев Ю.С.* 2000. Бактериальное загрязнение вод в Керетском архипелаге // «Изучение опыта промышленного выращивания мидий в Белом море». СПб. Из-во СПбГУ, Тр. Биол. НИИ СПбГУ. Вып. 46. С. 173-180.
- Максимович Н.В., Миничев Ю.С., Кулаковский Э.Е., Сухотин А.А.* Динамика структурных и функциональных характеристик поселений беломорских мидий в условиях подвешного выращивания // Исследования по марикультуре мидий Белого моря. Тр. Зоологического ин-та РАН, 1993. Т. 253. С. 61-82.
- Максимович Н.В., Морозова М.В.* Структурные особенности сообществ обрастания субстратов промышленной марикультуры мидий (Белое море) // «Изучение опыта промышленного выращивания мидий в Белом море», 2000. СПб. Из-во СПбГУ, Тр. Биол. НИИ СПбГУ. Вып. 46. С. 85-108.
- Максимович Н.В., Шилин М.Б.* Личинки двустворчатых моллюсков в планктоне губы Чупа (Белое море) // Сер. «Исследование фауны морей», 1993. Вып. 45(53): «Морской планктон. Систематика, экология, распределение». Часть II. С. 131-137.
- Сухотин А.А., Кулаковский Э.Е., Максимович Н.В.* Линейный рост беломорских мидий при изменении условий обитания // Экология, 1992. № 5. С. 71-72.
- Халаман В.В.* Сукцессия сообществ обрастания искусственных субстратов мидиевых хозяйств в Белом море // Биология моря. 2001. Т. 27. № 6. С. 399-406.
- Чивилев С.М., Иванов В.М.* Деструктивное воздействие мидиевых хозяйств на донный арктический фаунистический комплекс Белого моря // «Изучение опыта промышленного выращивания мидий в Белом море», 2000. Из-во СПбГУ, Тр. Биол. НИИ СПбГУ. Вып. 46. С. 193-207.
- Maximovich N.V., Sukhotin A.A., Minichev Y.S.* Long-term dynamics of blue mussel (*Mytilus edulis* L.) culture settlements (the White Sea) // Aquaculture, 1996. Vol. 147. P. 191-204.
- Sukhotin A.A., Kulakowski E.E.* Growth and population dynamics in mussels (*Mytilus edulis* L.) cultured in the White Sea // Aquaculture, 1992. Vol. 101. P. 59-73.