

639.3  
M26

**МАРИКУЛЬТУРЕ  
В ИНБЮМ НАНУ  
25 ЛЕТ**

**МАРІКУЛЬТУРІ  
В ІНБІМ НАНУ  
25 РОКІВ**

**MARICULTURE  
in IBSS NASU  
25 YEARS**

**Информационный буклет, посвященный 25-летию  
организации отдела марикультуры  
в Институте биологии южных морей  
Национальной академии наук Украины**

*Научный редактор – заведующий отделом марикультуры и приклад-  
ной океанологии, к.б.н. В. Н. Иванов*

ова

ль



ПРОВ 2010

## МАРИКУЛЬТУРА В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*Еремеев В.Н., директор ИнБЮМ НАНУ, академик;*

*Иванов В.Н., зав. отделом марикультуры  
и прикладной океанологии, к.б.н.*

Морская аквакультура на Черном море развивается на фоне не снижающегося антропогенного влияния на экосистемы, в связи с чем структура морских экологических исследований постоянно усложняется. Проявляются новые факторы, отдельные экологические взаимодействия глобализируются. Потребность обеспечить устойчивое развитие приморских агломераций требует перехода от наблюдательных (мониторинговых) исследований к поиску активных технологий природопользования, сохраняющих рекреационную ценность прибрежных акваторий и стимулирующих рациональное использование биоресурсов.

В своем практическом развитии марикультура опирается на весь комплекс океанологических данных о динамике гидрофизических, гидрохимических и гидробиологических исследований. В то же время, человек и его деятельность достигли уровня субъекта экологических событий, активная роль которого должна быть не только разрушающей, но и созидающей (Вернадский В.И.). Таким образом, марикультура в системе морских экологических исследований играет интегрирующую функцию, стимулируя проведение междисциплинарных исследований. Оправдано с этой точки зрения объединение двух структурных подразделений ИнБЮМ НАНУ – отделов прикладной океанологии и марикультуры в 1996 г.

Другая особенность марикультуры – возможность доводить исследования до инновационных проектов, до предложений, реализовывать которые необходимо в союзе с предприятиями, фирмами, конечная цель которых – получение прибыли. К сожалению, марикультура на Черном море не развита. В то же время в ряде стран Европы, находящихся в сходных с Украиной физико-географических условиях, морская аквакультура – высокодоходная отрасль морского хозяйства. Несмотря на известные организационные и финансовые трудности, в Украине развитие марикультуры – **необходимость для прибрежного морского природопользования**. Научно-техническая база для этого в принципе создана.

Институт биологии  
южных морей ДН УССР

БИБЛИОТЕКА

№ 2

## РОЛЬ МАРИКУЛЬТУРЫ В МЕРОПРИЯТИЯХ ПО МЕЛИОРАЦИИ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ

*Иванов В.Н., заведующий отделом марикультуры  
и прикладной океанологии, к.б.н.*

Влияние хозяйственной деятельности на прибрежные экосистемы многообразно и, чаще всего, негативно. Затруднительно выделить отдельные факторы в комплексе событий, обобщенные одним понятием «ухудшение экологического состояния вод прибрежных акваторий».

Исследования мониторингового характера позволяют определить тренды изменений как в самих факторах влияния, так и в ответных реакциях организмов и экосистем на антропогенный пресс. Если изменения достигли уровня эволюции, то трудно предположить обратный ход процессов преобразования. Методы запретительного характера, направленные на восстановление качества морской среды, в большинстве случаев не приводят к желаемым результатам, а примеры самовосстановления качества среды и объемов биоресурсов практически отсутствуют. Необходимы активные меры по стимулированию продукционных и деструкционных процессов в экосистемах с нарушенным балансом вещества и энергии.

Морские фермы, плантации, вписанные в систему естественных биогеохимических процессов, при достижении определенных масштабов становятся управляющим звеном функционирования экобиотехнологического комплекса. При подробном изучении продукционно-деструкционных процессов в районе размещения марихозяйства возможно часть потоков вещества и энергии направить на мелиорацию прибрежных акваторий.

Melioratio (лат.) – улучшение – термин, отражающий системное влияние на то, что принято называть экологическим состоянием. Прежде всего, это:

- поддержание (улучшение) гидрохимического режима акватории;
- сохранение биологического и генетического разнообразия;
- разведение, поддержание численности редких и исчезающих видов.

Продукция фермы по культивированию моллюсков распределяется следующим образом:

- часть выносится с «урожаем», а вместе с ним – определенное количество азота, фосфора, микроэлементов и других веществ;
- биоотложения депонируются в осадках или минерализуются;

- часть утилизируется организмами донного сообщества гидробионтов;
- часть выносится за границы фермы и из района ее влияния.

При сооружении фермы в акватории появляется дополнительный субстрат, на конструкциях фермы количество обрастателей не уступает по численности и биомассе характеристикам естественных субстратов. Виды, поселяющиеся на коллекторах при размножении, пополняют пул личинок естественного меропланктона. Среди обрастателей искусственного субстрата встречаются и виды редкие или исчезающие.

В случае организации полноциклического биотехнологического комплекса, например, устриц, питомник хозяйства становится постоянным источником личинок от особей, вынесенных для роста в естественные условия.

В итоге реализуется основной принцип марикультуры – воспроизводство качества среды в процессе производства продукции.

*Иванов В.Н.* Марикультура – технология мелиорации прибрежных акваторий Черного моря // Современные проблемы океанологии шельфовых морей России. Тез. докл. международ. конф., г. Ростов-на-Дону, 2002 г. – Мурманск, 2002. – С. 79-81.

*Марикультура мидий на Черном море* / Коллект. монография под ред. В. Н. Иванова. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2007. – 312 с.



## **ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ В ОТДЕЛЕ МАРИКУЛЬТУРЫ И ПРИКЛАДНОЙ ОКЕАНОЛОГИИ ИНБЮМ НАН УКРАИНЫ**

*Ломакин П.Д., с.н.с., д.г.н., проф.*

Океанографические исследования, которые выполняются в отделе марикультуры и прикладной океанологии ИнБЮМ НАНУ, заключаются в изучении абиотических (гидрофизических и гидрохимических) факторов среды, определяющих возможность и целесообразность создания морских хозяйств аквакультуры. Они имеют значение и для обеспечения экологических проблем, гидротехнического строительства в прибрежной зоне моря, в разработке природоохранных мероприятий.

При выборе пригодных для развития марикультурных ферм участков побережья проводятся комплексные океанографические исследования, и обеспечивается их дальнейший мониторинг.

Оценивается влияние абиотических факторов среды на показатели жизненного цикла культивируемых гидробиологических объектов.

Реализуются экспериментальные гидрохимические и гидрофизические исследования регионального характера, базирующиеся на результатах традиционных гидрологических и гидрохимических методов. Оценивается концентрация суммарной взвеси, растворенных и взвешенных в среде комплексов микроэлементов, тяжелых металлов и веществ антропогенного происхождения. Выявляются источники загрязнения, и определяются пути их распространения и трансформации.

Разрабатываются пособия, рекомендации по практическому использованию результатов проводимых исследований в региональных масштабах.

## **ФЕРМА – ОСНОВНАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЕДИНИЦА МАРИКУЛЬТУРЫ ЧЕРНОГО МОРЯ**

*Холодов В.И., с.н.с., к.б.н.*

В настоящее время морское фермерство на Черном море пребывает в зачаточном состоянии. Отсутствует и опыт промышленного выращивания, переработки и реализации моллюсков.

Отделом марикультуры разработаны технологии и технические средства выращивания мидий и устриц как в защищенных от штормового воздействия бухтах, так и у открытого побережья, где используются конструкции, отличающиеся повышенной штормоустойчивостью. Некоторые из этих разработок уже внедрены в практику и эксплуатируются у южных берегов Крыма.

Основное назначение мидийной фермы – преобразование естественных кормовых ресурсов (одноклеточных водорослей) в высококачественное сырье для производства пищи, корма, лекарственной и технической продукции. Важными функциями мидийных хозяйств являются также мелиорация водной среды и эдификаторная роль, характерная для искусственных рифов (субстраты для заселения сопутствующими организмами, убежища для них, места для откорма и размножения). Поселения мидий на ферме увеличивают скорость оборота вещества и тем самым повышают общую продуктивность акватории. Личинки мидий, продуцируемые на ферме в массовых количествах, служат кормом для зоопланктеров и повышают надежность функционирования мидиеводства.

Количественно связи фермы со средой можно описать, изучая балансы вещества и энергии между поселениями мидий и внешней средой. Получаемые балансы и являются основой для составления прогнозов влияния крупных марихозяйств на природные экосистемы, а также расчетов планируемой производительности марихозяйств.

Для целей прогноза в качестве основных приняты скорости потребления и выделения различных веществ мидиями (Kholodov, 1990). Значения скоростей этих величин для различных сезонов получены на экспериментальной мидийной ферме, на которой мидии достигали товарного размера (50 см) за 18 месяцев. Процессы потребления корма, кислорода, выделения неусвоенной пищи в твердой и растворенной формах, а также скорости роста моллюсков представлены в виде уравнений зависимостей скоростей от массы тела моллюсков (Иванов и др., 1989).

На основе энергетического баланса экспериментальной фермы площадью 0,5 га, содержащей 2500 коллекторов, определено, что за годичный период выращивания мидий они потребляют 2840 кг сухого корма, 873 м<sup>3</sup> кислорода и выделяют 1220 кг фекалий. За 16 месяцев выращивания урожай составил 46,1 тонн, что на 2–3 порядка превышает биомассу мидий естественной банки площадью 1 га.

Данные о фильтрации воды, потреблении корма и кислорода используются не только для составления прогноза влияния на среду организующихся ферм по выращиванию моллюсков, но и при выборе мест для их размещения. С этой целью получены математические зависимости размеров марихозейства от концентрации корма и скорости течения. Определены условия, при которых мидийные хозяйства могут быть использованы для улучшения санитарно-экологического состояния среды.

Для надежного включения морского хозяйства заданной производительности в сложившуюся экологическую, экономическую и социальную среду разработан балансовый подход, учитывающий балансы взаимоотношений населения морской фермы и ее природного окружения, баланс затрат и стоимости выращенной продукции, зависимость конструктивных особенностей фермы от гидрологических характеристик акватории и т. д.

Невозможно в рамках буклета рассматривать различные (экологический, экономический, социальный, инженерный) аспекты функционирующего морского хозяйства. Поэтому здесь охарактеризовано содержание только одного подхода: экологического. Ферма рассматривается в качестве пелагического рифа, который, в отличие от обычного донного рифа, охватывает своим влиянием практически всю толщу воды. Различают следующие типы влияний: гидрологический, гидрохимический, гидробиологический и др. Наиболее важен последний аспект, т. е. влияние, производимое населением фермы в процессе осуществления физиологических функций на окружающую среду.

*Kholodov V. Prognosis for mussel farming influence on the environment basing on the mussel energy budget // Sevastopol marine research. (Extracted from Hydrores. — 1990. — 7(8). — P. 31-35).*

*Иванов В.Н., Холодов В.И., Сеничева М.И., Пиркова А.В., Булатов К.В. Биология культивируемых мидий // Киев: Наукова думка, 1989. — 100 с.*



Рис. 1. Ферма частного предприятия «Дон-Комп»



Рис. 2. Ферма ООО «Каукас»

## ПРИНЦИП БАЛАНСОВОГО ПОДХОДА В МАРИКУЛЬТУРЕ

*Поспелова Н.В., м.н.с.*

Моллюски, профильтровывая огромное количество воды, вовлекают в круговорот различные химические элементы и вещества, что приводит к изменению естественной структуры их потоков. Балансовые равенства круговорота вещества и потока энергии в районах размещения марихозяйств – теоретическая основа марикультуры (Иванов, Холодов, Сеничева и др., 1989). К настоящему времени составлен полный энергетический баланс черноморской мидии (Финенко, Романова, Аболмасова, 1990). Однако он не дает полного представления о судьбе конкретных компонентов пищи, в частности, БАВ (каротиноидов) и микроэлементов.

Важной характеристикой, определяющей потребность морских организмов в рассматриваемых соединениях и микроэлементах, является степень их усвоения. Потребность морских организмов в БАВ и микроэлементах различна, поэтому оценка степени и эффективности усвоения рассматриваемых нами соединений и элементов является весьма актуальной.

Рассчитаны элементы суточного баланса каротиноидов у мидий на ферме в разные сезоны, и анализ отдельных компонентов бюджета показал различную значимость каждого из элементов баланса: 1) большая часть усвоенных пигментов (93–96%) расходуется на метаболические процессы; 2) на соматический рост тратится больше каротиноидов, по сравнению с продукцией гонад, кроме весенних показателей, когда прирост БАВ в генеративной ткани несколько превышает траты на соматический прирост (Поспелова, 2007).

Полученные значения по потреблению и выделению каротиноидов мидиями позволили выполнить расчеты по балансу каротиноидов в районе мидийной фермы, размещенной на взморье г. Севастополя.

Средняя скорость фильтрации воды одним моллюском размером 4.5–5.5 см составляет 0.53 л/экз/час, то есть за год – 4670 литров воды. Средняя усвояемость пигментов мидией составляет 60.3%. За год мидийное хозяйство площадью 1 га с моллюсками в возрасте от 1.5 лет, содержащее 5000 коллекторов (5000 мидий товарного размера на каждом), может изымать из среды 110 кг каротиноидов, а выделять в составе биоотложений 32 кг. При этом средний уровень пигментов в тканях мидий хозяйства сохраняется в пределах 110 мкг/особь, или 2.5 кг на все количество моллюсков на ферме.



Также рассчитаны степень усвоения элементов из пищи ( $q$ ) и предельный коэффициент пищевого накопления металла ( $K_n$ ). Несмотря на значительный разброс данных в разные сезоны, среднегодовые значения  $q$  для металлов Cu, Zn, Pb, Cd колеблются около средних показателей 0.07–0.29, что в 2 раза ниже степени усвоения пищи на рост. Это указывает на то, что потребность моллюсков в микроэлементах значительно ниже, чем в энергетических компонентах, что показано и коэффициентом  $K_n$ , однако эти данные не характеризуют степень биогенности того или иного из рассматриваемых металлов.

*Иванов В.Н., Холодов В.И., Сеничева М.И. и др.* Биология культивируемых мидий. – К.: Наукова думка, 1989. – 100 с.

*Финенко Г.А., Романова З.А., Аболмасова Г.И.* Экологическая энергетика черноморской мидии // Биоэнергетика гидробионтов. – К.: Наукова думка, 1990. – С. 32-72.

*Поспелова Н.В.* Баланс каротиноидов и  $\alpha$ -токоферола мидий, культивируемых у берегов Крыма // Экология моря. – 2007. – Вып. 74. – С. 63-68.

## ЗНАЧЕНИЕ ФЕРМ ПО КУЛЬТИВИРОВАНИЮ МОЛЛЮСКОВ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ (СОХРАНЕНИЯ) БИОРАЗНООБРАЗИЯ

**Гринцов В.А.,** с.н.с., к.б.н.; **Мурина В.В.,** вед.н.с., д.б.н., проф.;  
**Казанкова И.И.,** н.с., к.б.н.; **Иванов В.Н.,** зав. отделом, к.б.н.

Поверхность субстратов морских ферм (коллекторов, буйков якорной системы) – дополнительный ресурс к естественным для поселения и выживания организмов беспозвоночных и макрофитов. Условия, в которых находятся коллекторы, выгодны для организмов во многих отношениях: активный приток кислорода и пищи, приносимых течениями, удаление продуктов выделения и пр. В результате конструкции фермы быстро заселяются различными организмами. Число видов беспозвоночных макроорганизмов и макрофитов в обрастании в прибрежной зоне Черного моря больше 260. Это представители 18 крупных таксонов фитообрастания – Rhodophyta, Phaeophyta, Chlorophyta, беспозвоночные – Porifera, Coelenterata, Turbellaria, Polychaeta, Cirripedia, Decapoda, Isopoda, Tanaidacea, Amphipoda, Pantopoda, Loricata, Bivalvia, Gastropoda, Bryozoa, Ascidiacea (Гринцов и др., 2004) (см. рис. на 4 стр. обложки). Биомасса обрастания на коллекторах может достигать более 100 кг/м<sup>2</sup>. Это одно из наивысших значений биомассы в бентали Мирового океана. Среди видов, населяющих обрастание коллекторов морских ферм, отмечаются редкие виды и вселенцы, ранее не отмеченные в Черном море. Так, в обрастаниях найдены особи редкой в настоящее время черноморской устрицы *Ostrea edulis*, редкого краба *Brachynotus sexdentatus*, бокоплава *Nannonyx goesi reductus*, длиннорылого морского конька *Hippocampus ramulosus* и др.

В прибрежной зоне, обедненной в результате хозяйственной деятельности человека, особенно с малым количеством твердого субстрата (Северо-западная часть Крыма, район Керченского пролива), размещение конструкций ферм может значительно увеличить биоразнообразие. В этих регионах при выращивании моллюсков в подвесной культуре повышается не только видовое и генетическое разнообразие организмов, но и разнообразие их сообществ.

Фермы по выращиванию двустворчатых моллюсков выполняют роль поставщиков личинок *Bivalvia* и других беспозвоночных для пополнения естественных биоценозов. Из 50 представителей макрофауны обрастаний фермы планктонную личинку имеют 24 вида, предста-

вители классов Polychaeta, Turbellaria, Bivalvia, Gastropoda, отрядов Decapoda и Cirripedia (Мурина, 2003, 2005). Максимальную численность личинок представили следующие три группы бентоса: двусторчатые моллюски, многощетинковые черви полихеты и усонogie раки. В настоящее время определено, что численность личинок мидии в планктоне по сравнению с 80–90-ми годами прошлого века не снижается, во всяком случае, у берегов юго-западного Крыма (Казанкова, 2006). Однако в связи с глобальными климатическими изменениями и возрастанием антропогенных факторов в Азово-Черноморском бассейне эта ситуация может быстро измениться.

Гринцов В.А., Мурина В.В., Евстигнеева И.К., Макаров М.А. Сообщество обрастания на искусственном рифе в п. Курортное (Карадаг) // Карадаг. Гидробиологические исследования: Сб. науч. тр., посвященный 90-летию Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского и 25-летию Карадагского природного заповедника НАНУ. – Симферополь, 2004. – 2. – С. 152-165.

Мурина В.В. Меропланктон Черного моря: история изучения, современные проблемы // Мор. экол. журн. – 2003. – 2, № 3. – С. 41-50.

Мурина В.В. Определитель пелагических личинок многощетинковых червей (Polychaeta) Черного моря // Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. – 67 с.

Казанкова И.И. Формирование поселений *Mytilus galloprovincialis* на искусственных субстратах у южных и юго-западных берегов Крыма. – Автореф. канд. дис. – Севастополь, 2006. – 24 с.

## СУКЦЕССИЯ В СООБЩЕСТВЕ ОБРАСТАНИЯ МИДИЙНО - УСТРИЧНОЙ ФЕРМЫ И ПОИСК НОВЫХ ВИДОВ ДЛЯ ВВЕДЕНИЯ В МАРИКУЛЬТУРУ

Гринцов В.А., с.н.с., к.б.н.

Количественный и качественный состав сообщества обрастания на конструкциях мидийно-устричных ферм достаточно хорошо изучен. Отмечено более 100 видов, относящихся к 13 крупным таксонам: губкам, гидроидным полипам, мшанкам, асцидиям, брюхоногим, двустворчатым, панцирным моллюскам, усоногим, равноногим, десятиногим ракам, красным, бурым и зеленым водорослям.

В отличие от устойчивых «зрелых» сообществ на естественных и искусственных субстратах, на вновь поставленных коллекторах морских ферм наблюдается процесс сукцессии – несезонного направленного развития сообщества (Иванов, Гринцов, 2000). В отличие от других субстратов, на коллекторах морских ферм возможна управляемая сукцессия, регулируемая глубиной и временем постановки субстрата, в связи с чем возможно выращивание видов не только для пищевых целей, но и для получения БАВ или для видов, эффективных в мелиорации среды. Знание биологии видов позволяет избирательно получить сырье для производства лекарственных препаратов или эффективных биодобавок. Предварительно необходимо установить оптимальные сроки и условия выставления коллекторов, а также оптимальный тип субстрата. Эти знания позволяют избежать ненужных стадий сукцессии и добиться сразу необходимого оседания. Так, например, зная наибольшее развитие биомассы оболочника (апрель–июнь) и сроки оседания его личинок (январь–март), выставив коллектора в январе–феврале, возможно получить продукцию этого вида уже в июне. Выявив время активного нереста в процессе сукцессии, возможно регулирование пополнения окружающей акватории молодью беспозвоночных. Наконец, возможно добиться наибольшего биоразнообразия в районе постановки коллекторов, определив диапазон, когда сообщество имеет наибольшие показатели разнообразия.

Среди беспозвоночных, обитающих в прибрежной зоне Крымского взморья, можно отметить некоторые виды, перспективные для марикультуры. Это двустворчатые моллюски: *Anadara inaequalis*, черенок *Solen vagina*, *Cerastoderma glaucum* и др. (рис. 1). В странах Средиземноморья близкие виды уже введены в марикультуру.



*Cerastoderma glaucum*



*Solen vagina*



*Anadara inaequalis*

Рис. 1. Виды двустворчатых моллюсков,  
перспективные для выращивания

Иванов В.Н., Гринцов В.А. Сукцессия в сообществе обрастания на заградительных конструкциях Севастопольского Океанариума // Экология моря. – 2000. – Вып. 53. – С. 5-10.

## **ФИТОПЛАНАКТОН – БАЗОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОСИСТЕМЫ, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ МАРИКУЛЬТУРЫ МОЛЛЮСКОВ**

*Сеничева М.И., н.с.*

В настоящее время в Черном море насчитывается более 1000 видов и разновидностей микроводорослей, и число их постоянно увеличивается за счет появления видов-вселенцев, количество которых особенно возросло в последние годы. Большая часть видов развивается в планктоне ежегодно, но многие редкие виды появляются один раз в несколько лет в связи с изменяющимися гидрологическими и гидрохимическими условиями среды.

Фитопланктон служит основным источником питания для культивируемых мидий. В разные периоды года биомасса его составляет от нескольких мг до 70 г в кубическом метре воды. Отфильтровывая огромное количество взвеси с большим разнообразием водорослей, моллюски отбирают для питания только клетки, доступные им по размеру. Крупные колониальные виды, снабженные длинными, грубыми щетинками, и крупные одиночные виды моллюски обволакивают слизью, связывая их в многочисленные хлопьеобразные псевдофекалии. В пищеварительный тракт моллюсков поступают одиночные клетки шарообразной и овальной формы размером от 2–3 до 80–90 мкм, клетки цилиндрической формы до 300 мкм и небольшие фрагменты мелких колониальных видов. Но в пищевой спектр моллюсков входят клетки размером менее 50 мкм, не достигающие высокой численности в планктоне, ценность которых определяется их биохимическим составом. Поскольку моллюски отфильтровывают водорослей в 2–3 раза больше, чем их суточные рационы, оставшиеся неусвоенными живые водоросли выводятся из организма в составе фекалий. Обработанные пищеварительными ферментами, они затем быстро растут и активно размножаются во внешней среде (Сеничева, 2005).

Фитопланктон является основным источником детрита, который вместе с участвующими в процессе его образования микроорганизмами также входит в состав пищевого спектра мидий. Основное количество детрита создают крупноклеточные колониальные диатомовые водоросли, которые достигают массового развития, вызывая «цветение» воды и окрашивая воду в бурый или зеленый цвет. Массовое развитие некоторых видов динофитовых водорослей, окрашивающих во-



ду в ярко розовый или красный цвет, известно под названием «красный прилив».

Среди планктонных водорослей, входящих в пищевой спектр культивируемых моллюсков, есть виды, которые в процессе жизнедеятельности вырабатывают токсины. При массовом развитии этих видов, в том числе и видов, вызывающих «красные приливы», у людей, использующих в пищу мясо моллюсков, наблюдаются случаи отравления (Сеничева, 1994).

Фитопланктон в экосистемах, включающих морские фермы, может быть источником БАВ (биологически активных веществ), а перспективные виды при массовом культивировании – источником получения белка, витаминов, гормонов, каротиноидов.

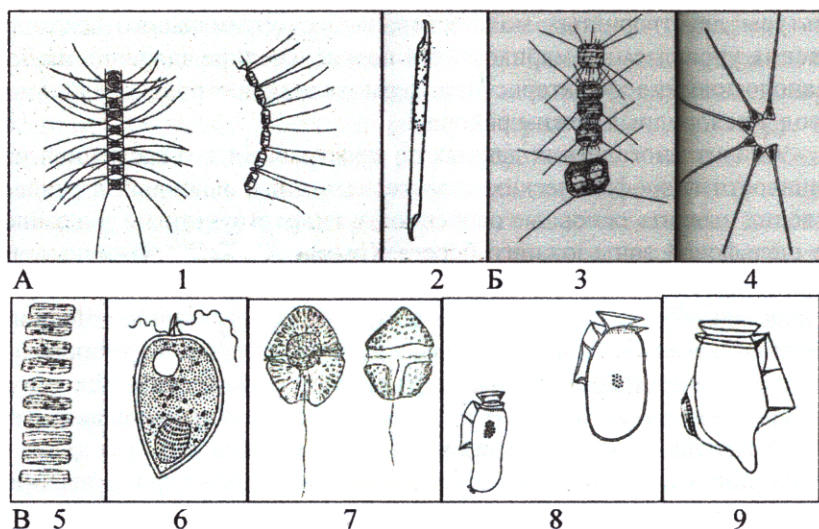
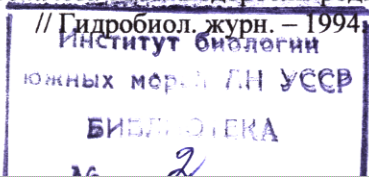


Рис. 1. А – некормовой фитопланктон; Б – виды-вселенцы; В – кормовой фитопланктон.

Сеничева М.И. Роль фитопланктона в формировании кормовой базы моллюсков, культивируемых на Крымском взморье // Междунар. науч.-практ. конф. «Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов Мирового океана». – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – С. 1578.

Сеничева М.И. Водоросли рода *Dinophysis* (Ehrenberg) в Черном море // Гидробиол. журн. – 1994. – 30, № 1 – С. 28-34.



## РЕГИОНАЛЬНАЯ ОКЕАНОГРАФИЯ И СОЗДАНИЕ НОВЫХ МАРИХОЗЯЙСТВ

*Субботин А.А., с.н.с, к.г.н.; Трощенко О.А., с.н.с, к.г.н.;*

*Щуров С.В., н.с.*

При организации хозяйств марикультуры следует, в первую очередь, учитывать конкретные условия данного района и особенности существования в нем аквакультурного объекта. Комплексные исследования взаимоотношений организмов со средой как в естественных условиях, так и в условиях, искусственно создаваемых целенаправленной деятельностью человека, являются тем фундаментом, на котором основана рациональная и эффективная марикультура.

Среди факторов среды, определяющих условия развития марикультуры двустворчатых моллюсков, выбор оптимального местоположения управляемых марихозяйств первоочередное значение имеют океанологические характеристики: термохалинная структура, динамика вод, кислородный режим района.

Анализ многолетних данных по пространственно-временной изменчивости гидрофизических характеристик, выполненный в отделе, позволил выявить основные особенности гидроструктуры и динамики вод шельфовой зоны южного берега Крыма (ЮБК) и юго-западного Крыма.

1. Основным элементом крупномасштабной циркуляции вод Черного моря, оказывающего определяющее влияние на формирование гидрологической структуры вод данного района, является струя Основного черноморского течения (ОЧТ), меандрирующая с разной степенью интенсивности вдоль свала глубин.
2. В условиях типичной циркуляции вод в летний период верхний 15–20-метровый слой занимают воды шельфовой поверхностной водной массы (ШПВМ) с параметрами:  $T = 20.0\text{--}23.0\text{--}25.0^\circ\text{C}$ ;  $S = 17.5\text{--}18.0\text{‰}$ .
3. Минимальная температура воды на шельфе района наблюдается в феврале-марте и составляет  $6.0\text{--}8.0^\circ\text{C}$ . В бухтах и на мелководье в отдельные годы температура может снижаться до  $2.0\text{--}5.0^\circ\text{C}$ . Соленость поверхностных вод обычно выше  $18.0\text{‰}$ .
4. Мезомасштабная изменчивость термохалинного фона в теплый период года определяется частыми и продолжительными сгонами с выходом в поверхностный слой моря более холодных (до  $8.0\text{--}10.0^\circ\text{C}$ ) и соленых (до  $18.2\text{‰}$ ) вод.

Учитывая пространственные масштабы предполагаемых к размещению в прибрежной зоне ЮБК и юго-западного Крыма марихозяйств – от 1 до нескольких га – оценена степень влияния различных динамических процессов из представленной иерархии на функциональное состояние ферм в течение всего цикла развития моллюсков. В нижней части иерархии расположены процессы, имеющие пространственные масштабы от 1 до нескольких десятков метров и временные – от секунд до нескольких часов (короткопериодные ветровые и внутренние волны, турбулентная диффузия, циркуляции Ленгмюра, сдвиговые турбулентные вихри). Как правило, эти процессы наблюдаются в течение всего года, а их структура близка к трехмерной. Действуя достаточно регулярно в течение длительного времени и до глубин максимального положения коллекторов-носителей, они способствуют активному перемешиванию верхних слоев воды (в летнее время – до сезонного термоклина, в зимнее – глубже). Тем самым, в периоды нереста моллюсков, оседания личинок и их активного роста вся задействованная толща вод имеет однородную термическую структуру, насыщается кислородом и равномерно распределенной кормовой базой (в первую очередь, кормовым фитопланктоном). Кроме этого, в период нереста те же процессы способствуют перемешиванию половых продуктов, разносу личинок и оседанию личинок моллюсков на субстраты.

Следующая группа процессов имеет пространственные масштабы от нескольких сотен метров до десятков километров и временные – от нескольких часов до нескольких суток (сгонный апвеллинг, бегущий апвеллинг, грибовидные течения). В масштабах фермы они выступают в роли элементов адвекции, обновляя водные массы и привнося из других районов и из глубинных слоев дополнительные питательные вещества, меро- и фитопланктон. Одновременно они выносят продукты жизнедеятельности культивируемых моллюсков из зоны размещения фермы и расширяют ареал распространения личинок отнерестившихся мидий.

Третья группа процессов (Экмановский апвеллинг, орографические вихри, меандры ОЧТ) определяет долговременные изменения в структуре и динамике вод прибрежных районов, определяя более значительные флуктуации состояния среды (понижение температуры воды в прибрежной зоне в результате длительного и мощного апвеллинга, повышение солености за счет внедрения вод открытого моря), ни-

велируя последствия длительных выбросов загрязняющих веществ от стационарных и временных источников загрязнения.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. В прибрежной зоне ЮБК и юго-западного Крыма термохалинные условия практически полностью соответствуют оптимальным условиям для размножения и развития двустворчатых моллюсков.
2. Рельеф дна, ширина оптимальной зоны для размещения прибрежных марихозийств с глубинами от 10 до 30 м, ориентация и изрезанность береговой линии могут быть учтены для уменьшения вероятности разрушения марихозийств штормовыми волнами.
3. Кислородный режим и кормовая база в большинстве районов позволяет рассчитывать возможный диапазон объемов выращиваемых моллюсков на акваториях заданной площади.

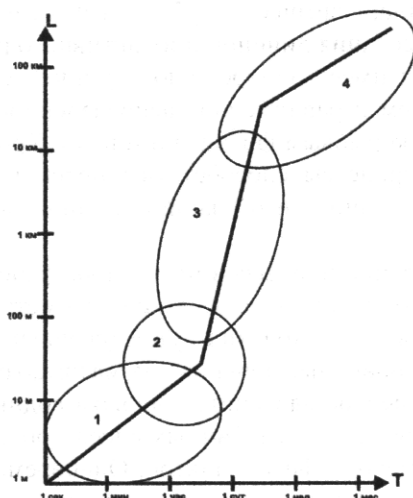


Рис. 1. Пространственно-временная структура гидрофизических процессов, определяющих мелиорацию прибрежных вод Крыма:

- 1 – короткопериодные ветровые и внутренние волны, турбулентная диффузия, циркуляции Ленгмюра;
- 2 – сдвиговые турбулентные вихри;
- 3 – сгонный (бризовый) апвеллинг, мезомасштабный («бегущий») апвеллинг, грибовидные течения;
- 4 – Экмановский апвеллинг, орографические вихри, меандры ОЧТ.

## ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЦЕНКИ МОРСКОЙ СРЕДЫ

*Губанов В.И., с.н.с., к.г.н*

Гидрохимический режим акватории, планируемой для хозяйственного использования, оценивается с помощью комплексных индексов.

К основным естественным характеристикам морских вод относятся главные ионы, растворенные газы, биогенные и органические вещества, микроэлементы и природные радионуклиды. За исключением последних, все они участвуют в продукционных процессах и в исключительных случаях (для гиперэвтрофированных районов) являются загрязняющими веществами. Для содержания некоторых из этой группы элементов и соединений должны быть разработаны предельно допустимые концентрации, устойчивое во времени и пространстве превышение которых может привести к необратимым последствиям в экосистеме и ограничивать продукционное и рекреационное значение акватории.

Согласно широкому перечню техногенных загрязняющих элементов и веществ, на основе экспериментального анализа установлено, что по степени воздействия на морские организмы наибольшую угрозу могут представлять тяжелые металлы (ТМ), хлорированные углеводороды (ХУ), нефтяные углеводороды (НУ) и синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), или детергенты. В порядке снижения токсичности органические загрязняющие вещества располагаются следующим образом: ХУ > НУ > СПАВ. Порядок токсичности тяжелых металлов для морских организмов выглядит следующим образом: ртуть > серебро > медь > цинк > никель > свинец > кадмий > мышьяк > хром > олово > железо > марганец > алюминий > бериллий > литий (Губанов и др., 1996; Динамика и прогноз загрязнения океанических вод, 1985).

Традиционно для определения качества вод используется индекс загрязненности (ИЗВ). В настоящее время оценка экологического состояния морской среды и ее изменение в пространственно-временных масштабах все чаще проводится по индексу эвтрофикации – E-TRIX, который является функцией концентрации растворенного кислорода, общего фосфора, суммы минеральных форм азота и хлорофилла «а». Последний показатель обычно включает в себя общее содержание

хлорофилла «а» и феофитина «а» и позволяет судить о биомассе фитопланктона, выраженной через углерод.

В результате адсорбции и седиментации элементы и вещества депонируются в донных отложениях. Накопление загрязняющих веществ в донных осадках создает угрозу вторичного загрязнения водного слоя. Поэтому необходимо оценивать и уровень загрязнения донных отложений, что позволяет делать индекс степени загрязнения (PLI):

$$PLI = \sqrt[n]{PF_1 \times PF_2 \times \dots \times PF_n},$$

где  $n$  – количество загрязняющих веществ,  $PF$  – фактор загрязнения. В свою очередь, фактор (показатель интенсивности) загрязнения определяется следующим образом:

$$PF = C / C_{background}$$

где  $C$  – концентрация металла,  $C_{background}$  – его концентрация на фоновой станции.

Губанов В.И., Клименко Н.П., Моница Т.Л. и др. Современное состояние загрязнения вод Черного моря / Под ред. А. И. Симонова и А. И. Рябикина. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 1996. – IV, вып. 3. – 230 с.

Динамика и прогноз загрязнения океанических вод / Под ред. А.И. Симонова. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 144 с.

## **ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ – ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ РАЙОНОВ РАЗМЕЩЕНИЯ МАРИХОЗЯЙСТВ**

*Куфтаркова Е.А., С.Н.С., К.З.Н.*

Гидрохимический режим прибрежных вод подвержен значительным флуктуациям по сравнению с водными массами пелагиали, что затрудняет поиск связей его с гидробиологическими характеристиками акваторий развития марикультуры. Одним из важных аспектов при создании марихозяйств является эффективная биотехнология выращивания моллюсков при условии сохранения качества водной среды. Мидийное хозяйство как часть экосистемы может стать средообразующим фактором, поскольку в процессе жизнедеятельности моллюски и другие гидробионты сообщества обрастания коллекторов потребляют значительное количество солей отдельных элементов, растворенное и взвешенное органическое вещество, а в среду поступают продукты их метаболизма: фекалии, псевдофекалии, выделяется аммонийный азот, фосфаты, растворенное органическое вещество. Растворенный в воде кислород потребляется на дыхание и окисление продуктов их жизнедеятельности. В период размножения мидий и других организмов происходит выделение в воду органического азота и фосфора, что может понизить величину рН. Однозначного мнения о влиянии культуры мидий в масштабах ферм на окружающую среду нет. С одной стороны, систему культивирования гидробионтов можно рассматривать как способ гидробиологической мелиорации водной среды, с другой, чрезмерные масштабы ферм по культивированию мидий могут нарушить сложившееся экологическое равновесие экосистемы отдельных районов шельфовой зоны моря (Александров, 2006; Золотницкий А.П., Крючков В.Г., 2006; Куфтаркова Е.А. и др., 1990). В частности, выделение мидиями аммонийных соединений и растворенного органического вещества может усилить процесс эвтрофирования вод, а деструкция и минерализация продуктов жизнедеятельности мидий при дефиците кислорода даже создает условия для развития заморных явлений в придонном слое. Положительный результат будет обеспечен только в том случае, когда в результате выноса минеральных и органических веществ с продукцией (урожаем) и при достаточном водообмене снижается трофность акватории и в регионе наблюдаются новые качественно позитивные экологические условия.



При создании и функционировании марихозяйства необходимо проведение гидрохимического мониторинга за содержанием растворенного кислорода, величины рН, БПК<sub>5</sub>, нитритного, нитратного, аммонийного, органического азота, фосфатов, органического фосфора и силикатов. Наибольшую значимость представляют данные о минеральных формах азота и фосфора, с которыми связаны процессы образования органического вещества, а, следовательно, обеспечивается кормовая база культивируемых гидробионтов. Вместе с тем, изучение только минеральных форм биогенных элементов недостаточно, т. к. значительная часть фосфора и азота находится в составе органики. По этой причине целесообразным, на наш взгляд, является изучение продукционно-деструкционных процессов, характеризующих состояние экосистемы в целом.

Одним из этапов научного сопровождения функционирующего марихозяйства является составление прогнозов влияния мидий на среду обитания. Количественно связи фермы со средой можно описать, изучая балансы вещества и энергии между моллюсками и внешней средой, для чего необходимо проведение и лабораторных экспериментов.

*Александров Б.Г.* Управление качеством водной среды с помощью обрастания твердых субстратов // Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. Гл. 4. Гидробиологическая мелиорация. – Киев: Наукова думка, 2006. – С. 549-554.

*Золотницкий А.П., Крючков В.Г.* О возможных экологических последствиях крупномасштабного культивирования мидий в шельфовой зоне Черного моря // II международная конференция «Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна», Керчь, 26-27 июня 2006 г.

*Куфтаркова Е.А., Ковригина Н.П., Бобко Н.И.* Оценка гидрохимических условий бухты Ласпи – района культивирования мидий // Экология моря. – 1990. – № 36. – С. 3-12.

# **РОЛЬ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДЫ ПРИ ВЫБОРЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ РАЙОНОВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ МОРСКИХ ФЕРМ МОЛЛЮСКОВ-ФИЛЬТРАТОРОВ**

*Ковригина Н.П., с.н.с., к. з. н.; Попов М.А., м.н.с.*

Сгонно-нагонные явления, характерные для Южного берега Крыма, могут усиливать или ослаблять водообмен открытых вод с прибрежными, чем способствуют выравниванию гидрохимических характеристик как по горизонтали, так и по вертикали. Понижение температуры в период сгонов отрицательно влияет на нерест, а повышение температуры на 4–5°C по сравнению со среднемноголетними, а также некоторое снижение солёности вызывает увеличение смертности культивируемых гидробионтов, особенно на ранних стадиях онтогенеза. Поступление речных вод в прибрежную акваторию приводит к заметному распреснению, что ограничивает приток открытых морских вод, замедляя их водообмен.

По влиянию на экологическое состояние прибрежной зоны моря антропогенное воздействие является определяющим. Длительное загрязнение из различных источников (хозяйственно-бытовые и ливневые воды, речной сток и др.) приводит к устойчивому изменению гидрохимических параметров прибрежных вод. Присутствующие в стоках высокие концентрации биогенных и органических веществ, превышающие на 2–3 порядка их содержание в морской воде, служат сигналом явной эвтрофированности вод (Куфтаркова Е.А. и др., 1998; Ковригина Н.П. и др., 2003).

В летний период при высоких значениях температуры и концентраций биогенных веществ может наблюдаться летний максимум фитопланктона, характерный только для загрязнённых прибрежных вод. В зоне действия выпусков хозяйственных сточных вод периодически возникают вспышки численности зелёных водорослей и гетеротрофных криптонад. Непериодические ситуации прибрежного апвеллинга в летний период приводят к массовому развитию коколитофорид, крупноклеточных динофитовых и колониальных диатомовых водорослей (Ковригина Н.П. и др., 2003). Отмечено, что доля наиболее ценных кормовых динофитовых водорослей в последнее время уменьшилась, а доля цианобактерий, коколитофорид, зелёных водорослей и криптонад увеличилась.

«Цветение» воды приводит к пересыщению кислородом поверхностного слоя и продуцированию избыточного количества органического вещества. Основная его доля после оседает на дно и в условиях резкой плотностной стратификации и затрудненной аэрации может привести к наступлению гипоксии. Увеличивающееся загрязнение прибрежной полосы моря вызывает также дальнейшее ухудшение кислородного режима, приводит к заилению грунта и, как результат, деградации донных растительных и животных сообществ, снижению общего видового разнообразия и увеличению смертности практически по всем группам планктонного сообщества.

По результатам экологического мониторинга, проведенного отделом в Балаклавской бухте и прилегающей к ней акватории, установлено, что последняя пригодна для развития марихозяйств, причем ее глубоководная часть – для производства морепродуктов, а мелководная – для экспериментов по мелиорации бухты (рис. 1).

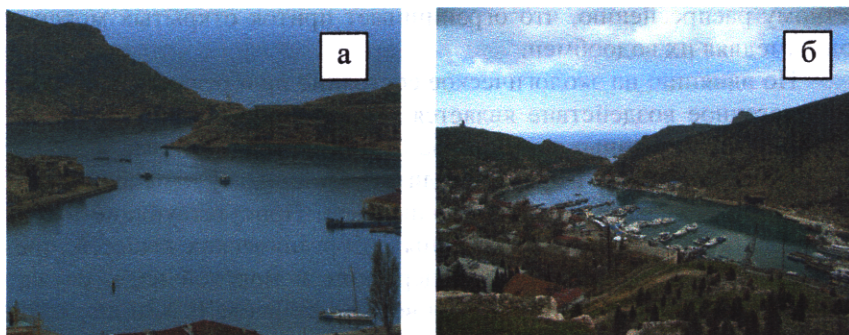


Рис. 1. Балаклавская бухта:

а – глубоководное расширение; б – центральная и кутовая части.

*Куфтаркова Е.А., Ковригина Н.П., Родионова Н.Ю.* Гидрохимическая характеристика вод Балаклавской бухты и прилегающей к ней прибрежной части Черного моря // Гидробиологический журнал. – 1998. – № 3. – С. 88-99.

*Ковригина Н.П., Попов М.А., Лисицкая Е.В., Сеничева М.И., Субботин А.А.* Оценка антропогенного воздействия и сгонно-нагонных явлений на экологическое состояние вод Балаклавской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Вып. 8. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 105-114.

## ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТРИЧНОГО ПИТОМНИКА

*Пиркова А.В., к.б.н., с.н.с.; Ладыгина Л.В., к.б.н., н.с.;*

*Холодов В.И., к.б.н., с.н.с.; Попов М.А., м.н.с.*

В ИнБЮМ НАН Украины усовершенствуется биотехнология культивирования гигантской устрицы *Crassostrea gigas*. Разработаны оптимальные условия нереста, выращивания личинок и получения жизнестойкой молоди в искусственных условиях (Холодов и др., 2003). Функционирующий питомник устриц позволяет обеспечить спатом устричные хозяйства и, возможно, станет началом возрождения устрицеводства в Украине.

Устричный питомник состоит из трех основных блоков:

- 1) водоподготовки, где проводится очищение морской воды при помощи фильтров и ее стерилизация ультрафиолетом, а также мониторинг качества воды (фото 1);
- 2) наращивании шести видов микроводорослей, корма для личинок, спата и производителей (фото 2);
- 3) культивировании личинок (фото 1) и спата (фото 3).



Фото 1



Фото 2



Фото 3



Фото 4

Отбор производителей с высокими продукционными характеристиками – один из основных этапов биотехнологии. В сезон размножения проводится подготовка к нересту половозрелых устриц (Пиркова, Ладыгина, 2006). Искусственное оплодотворение позволяет проводить разные типы скрещиваний и проследить прохождение стадий мейоза и ранних этапов онтогенеза. Выращивание личинок до оседания на субстрат, в зависимости от условий, составляет от 19 до 28 сут. Для каждой стадии определены оптимальные условия для роста и выживания (Ладыгина, Пиркова, 2002). Оптимальной является температура воды 22–24°C. Состав корма для личинок на стадии велигера – *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros calcitrans* концентрации 100 тыс. кл./мл; на стадии великонхи – *I. Galbana*, *C. calcitrans*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Tetraselmis suecica*, *Dunaliella viridis* концентрации 150–200 тыс.кл./мл. На стадии педивелигера в состав корма добавляется еще один вид микроводорослей – *Skeletonema costatum*. Оптимальная плотность посадки личинок соответственно 10.5 тыс. лич./л. Выращивание личинок проводится в цилиндрических баках объемом 100 л (фото 1) при постоянной аэрации. Оседают личинки на субстрат (фото 3). Дорастивание спата до товарного размера проходит в море в садках (Пиркова, Попов, 2005) (фото 4), подвешенных на глубине 3-4 метра на мидийно-устричной ферме.

Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В. Теоретические и экспериментальные аспекты оптимального управления в аквакультуре // Рыбное хозяйство Украины. – 2003. – № 2. – С. 40-43.

Пиркова А.В., Ладыгина Л.В. Спосіб вирощування гігантської устриці *Crassostrea gigas* (Th.) у Чорному морі // П. № ф 2005 07328 від 22.07.2006. Дата публікації 25.05.2006.

Ладыгина Л.В., Пиркова А.В. Оптимизация условий культивирования личинок *Crassostrea gigas* (Th.) в питомнике // Экология моря. – 2002. – Вып. 60. – С. 60-65.

Пиркова А.В., Попов М.А. Динамика линейного и весового роста *Crassostrea gigas* (Th.), культивируемой в бухте Карантинная // Рыбное хозяйство Украины. – 2005. – № 7. – С. 115-117.



# РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЧЕРНОМОРСКИХ РЫБ С ЦЕЛЬЮ ЗАРЫБЛЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ УКРАИНЫ И ПРОМЫШЛЕННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КАМБАЛЫ КАЛКАН *PSETTA MAXIMA MAEOTICA*)

*Гирагосов В.Е., с.н.с., к.б.н.; Ханайченко А.Н., с.н.с., к.б.н.*

В настоящее время в связи с истощением запасов традиционных объектов рыболовства в Черном море единственной альтернативой промыслу является искусственное разведение и выращивание ценных видов рыб.

Камбала калкан *Psetta maxima maeotica* — один из наиболее ценных видов черноморских рыб. Запас и популяционная структура калкана характеризуются значительной неустойчивостью в связи с интенсивным промыслом, антропогенным загрязнением среды и обеднением кормовой базы.

Культивирование камбалы калкан пока остается на уровне выращивания опытных партий этого вида рыб. В то же время, определенные успехи, достигнутые специалистами ИнБЮМ, позволяют утверждать, что при должном масштабе работ культивирование калкана в целях зарыбления молодью прибрежных акваторий, в том числе взморья Севастополя, и промышленного выращивания может быть рентабельным и будет способствовать удовлетворению потребностей населения Украины в высококачественных морепродуктах, а также восстановлению численности калкана в природных популяциях.

Выпуск молоди калкана может быть очень эффективным для повышения его численности в локальных акваториях, так как этот вид рыб характеризуется относительно оседлым образом жизни. С целью достижения высокой выживаемости искусственно выращенной молоди калкана после выпуска в естественную среду обитания нами разработаны методики ее предварительной адаптации к грунтам, температуре воды и живым кормам, характерным для района выпуска.

Молодь может быть использована для дальнейшего выращивания и способна достичь товарной массы в течение 2 лет при низком кормовом коэффициенте. Несомненно, что при соответствующих инвестициях использование в рыбоводной практике биотехнологии культивирования калкана, разработанной в ИнБЮМ, даст положительный экономический и природоохранный эффект.

## СОСТОЯНИЕ НЕРЕСТОВОЙ ПОПУЛЯЦИИ ЧЕРНОМОРСКОЙ КАМБАЛЫ КАЛКАН НА ЮГО-ЗАПАДНОМ ШЕЛЬФЕ КРЫМА

*Гирагосов В.Е., с.н.с., к.б.н.; Ханайченко А.Н., с.н.с., к.б.н.;  
Ельников Д.В., м.н.с.*

Запас и структура популяции ценного промыслового вида рыб – черноморской камбалы калкан *Psetta maxima maeotica* (L., 1758), обитающей в шельфовой зоне, характеризуются значительной неустойчивостью в связи с рядом причин, из которых наиболее значимыми являются: интенсивный промысел, позднее наступление половой зрелости, низкая эффективность размножения и подверженность заболеваниям с различной этиологией.

Несмотря на большую плодовитость, эффективность размножения и уровень выживаемости калкана в естественных условиях низки. Это связано с отклонениями от оптимальных условий в таксономической структуре биоценоза и гидрологических условиях биотопа на каждом этапе его жизненного цикла: в эпипелагиали и планктонном сообществе – на ранних стадиях онтогенеза, в мелководных донных биоценозах – в ювенильном возрасте, в глубоководных (применительно к Черному морю) донных биоценозах – в половозрелом состоянии. В условиях массивированного антропогенного воздействия негативное влияние даже незначительных отклонений условий среды на физиологическое состояние особей калкана (особенно на ранних стадиях онтогенеза) определяет уязвимость этого вида рыб. Результаты исследований, проведенных ИнБЮМ по оценке состояния нерестового стада калкана в районе Севастополя по материалу, собранному с помощью камбальных сетей (ячея 200 мм) в 1998–2007 гг., в совокупности с литературными данными, свидетельствуют о негативных тенденциях в структуре популяции камбалы калкан в регионе Севастополя. Снизилась средняя длина и масса тела, а также доля остатка относительно пополнения. В 1998–1999 гг. популяция была представлена 14 возрастными группами от 3 до 17 лет при доминировании 6–9-летних особей, а в 2006–2007 гг. диапазон возраста составил 3–13 лет при доминировании 5–7-летних рыб, повысилось количество взрослых особей с аномалиями развития.

Эффективные меры по сохранению естественных популяций калкана – ограничение промысла и культивирование этого вида для зарыбления природных акваторий мальками и/или промышленное выращивание *Psetta maxima maeotica* (L., 1758).



# РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ВЫРАЩИВАНИЯ КОПЕПОД И АППРОКСИМАЦИИ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СОЛОНОВАТОВОДНЫХ КОРМОВЫХ ОРГАНИЗМОВ К СОСТАВУ МОРСКОГО ЗООПЛАНКТОНА

Ханайченко А.Н., с.н.с., к.б.н.

Копеподы – основное звено между рыбами и фитопланктоном. Питание ранних стадий камбалообразных приурочено к весенней вспышке морского зоопланктона, в котором преобладают каланоидные копеподы. Применяемые как начальный корм в искусственных условиях, калканоидные копеподы значительно повышают выживаемость личинок благодаря оптимальному биохимическому составу и соответствию по размерным характеристикам разным стадиям развития личинок камбалообразных. Науплиальные стадии гарпактикоидных копепод необходимы для перехода личинок калкана на экзогенное питание, копеподитные и взрослые стадии гарпактикоид – для перехода калкана к донному образу жизни. В результате экспериментальных исследований были разработаны методы культивирования различных видов копепод – каланоидных (*Acartia clausi*, *A. tonsa*, *Calanus euxinus*, *Diaptomus salinus*) и гарпактикоидных (*Harpacticus littoralis*, *Tisbe furcata*, *Clethrocampus retrogressus*).

На основании собственных экспериментальных данных по определению температурных и трофических условий, при которых такие параметры, как ЕР (продукция яиц), Н% (процент выклева),  $S_{gen}\%$  (процент выживаемости в течение генерации) максимальны, а время генерации –  $T_{gen}$  – минимально, были определены оптимальные условия для максимальной скорости воспроизводства в лабораторных условиях копепод. Для разработки способов массового культивирования двух близкородственных видов черноморских каланоидных копепод, акарций *Acartia clausi* и *Acartia tonsa* определены оптимальные виды корма для разных стадий развития и максимальной продукции этих видов.

Пищевые потребности в высоконенасыщенных жирных кислотах (ВНЖК) являются основной детерминантой процесса воспроизводства популяций каланоидных копепод, поэтому только правильное соотношение в пище видов микроводорослей классов *Prymnesiophyceae*, *Cryptophyceae* и *Dinophyceae* (для акарций) и с добавлением *Bacillariophyceae* (для калануса) достигаются самые высо-

кие показатели воспроизводства: суточная продукция яиц на самку акарций – до 70 яиц, на самку калянуса – до 120 яиц.

Разработана технологическая схема массового культивирования акарций, что позволило получать наибольшую продукцию как жизнеспособных яиц, так и различных размерных стадий акарций, с высоким содержанием незаменимых жирных кислот ДГК – докозагексаеновой – (14.0–16.3% – 25.8%) и соотношением ДГК/ЭПК – эйкозапентаеновой – (3.26–3.68 – 6.14) в суммарном содержании жирных кислот в липидах копепод.

Опробированы два метода культивирования копепод: полупроточный (заключающийся в культивировании совместно всех стадий искусственной популяции вида) и интенсивный (заключающийся в культивировании науплиальных и копеподитных стадий по когортному принципу), использующихся для оптимизации рационального кормления личинок камбалы калкана. Оба метода рекомендованы для массового выращивания копепод, используемых при экспериментальном производстве личинок калкана и в качестве дополнительных кормов при массовом пилотном выращивании калкана. Они могут быть использованы для разработки технологии культивирования личинок любых морских рыб.

Копеподы акарции из весенних естественных популяций содержат до 17.5% ДГК – 22:6(n–3) и 6.5% ЭПК – 20:5(n–3) от общего содержания жирных кислот.

Разработан метод аппроксимации биохимического состава солоноватоводных коловраток к составу акарций из весенних популяций с помощью модификации температурных и трофических условий их выращивания. Массовое культивирование коловраток проводили в полупроточном режиме при плотности 100–150 экз/мл при кормлении смесью микроводорослей (состоящей из *Naptophyceae Isochrysis galbana*, *Cryptophyceae Rhodomonas baltica* при соотношении 1:1) при температуре  $18.5 \pm 1.5^\circ\text{C}$ . За 12 час до кормления личинок коловраток насыщали по разработанной схеме на унифицированной диете при начальной концентрации микроводорослей 5·10<sup>5</sup> кл/мл.

В результате содержание ДГК 22:6(n–3) и ЭПК 20:5(n–3) в коловратках – ДГК (10.9%) и ЭПК (3.4%) при соотношении ДГК/ЭПК 3.21 и  $(n-3)/(n-6) = 5.82$  – приближается к таковому морских копепод из весенних генераций и оказывается значительно выше, чем при использовании стандартных промышленных насыщающих смесей, применяемых в современной промышленной аквакультуре.

## **ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАМБАЛЫ КАЛКАНА ПОД ВЛИЯНИЕМ КОМПОНЕНТОВ ТРОФИЧЕСКОЙ ЦЕПИ**

*Ханайченко А.Н., с.н.с., к.б.н.*

В экспериментальных условиях изучена изменчивость морфологических характеристик калкана в процессе развития при изменении компонентов трофической цепи. Влияние трофической цепи искусственно выращиваемых личинок производили, сравнивая морфологические характеристики калкана на разных стадиях развития при питании их морскими копеподами, либо кормовыми организмами неморского происхождения — солонатоводными коловратками и артемиями.

Состав пищи значимо определяет характер пигментации, влияет на процессы дифференциации и миграцию хроматофоров: меланофоров и ксантофоров — до начала метаморфоза, и меланофоров и гуанофоров — на ранних этапах метаморфоза. Личинки калкана, выращиваемые в разных пищевых цепях, отличаются распределением и соотношением липофоров и меланофоров, меняющимися в процессах дифференциации и миграции хроматофоров, что связано с количественным и качественным составом каротиноидов кормов и, как следствие, содержанием каротиноидов в каротиноид-содержащих хроматофорах. Структура меланофоров детерминирована составом каротиноидных пигментов и их соотношением с эссенциальными ВНЖК — определяющими структуру клеточных мембран; цветом меланина — не только в меланофорах, но и в других меланин-содержащих структурах; цветом гуанина и структурой иридофоров.

Предполагается, что дисбаланс незаменимых компонентов пищи — высоконасыщенных жирных кислот и специфических каротиноидов — в пище калкана на ранних этапах развития может вызывать нарушения в развитии микро- и макроструктуры пигментации (рис. 1) в результате нарушения структуры и локализации трех классов хроматофоров и адгезивности участков поверхностной дермы.

Исследование процесса остификации калкана при питании разными кормовыми организмами возможно оценивать по появлению кальцифицированных костных структур и интенсивности кальцификации. Определено, что последовательность остификации костных элементов определяется стадией развития личинок (но не находится в прямой зависимости от скорости роста и размера организма), процесс ускоряется при повышении температуры в пределах оптимума.

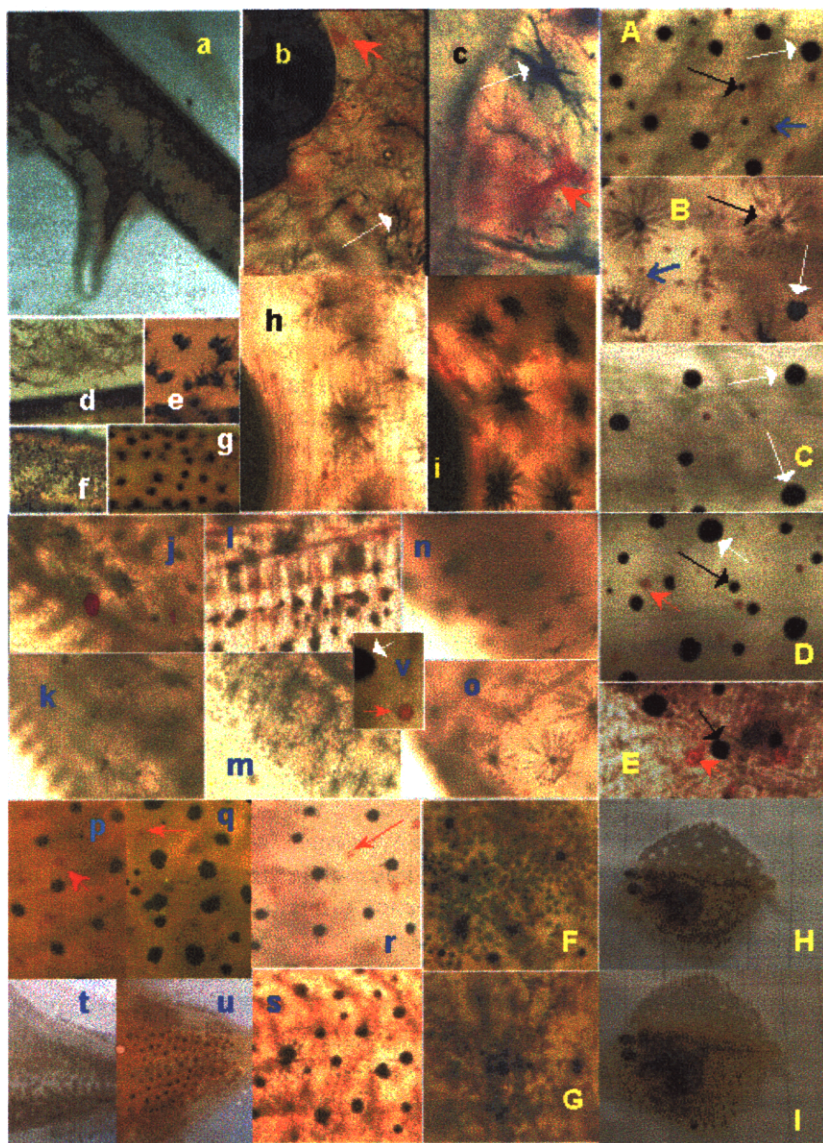


Рис. 1. Хроматофоры поверхностной дермы калкана в различном возрасте (Ханайченко, Битюкова, 2007).



Остификация скелета калкана характеризуется: более ранним началом (11 сут) и более интенсивной остификацией, более ранней минерализацией осевого скелета, плечевого пояса, лучей хвостового плавника при питании копеподами. Начало кальцификации скелета калкана приходится на 11 сут при 18°C и на 12 сут при 17°C при питании копеподами и на 13 и 14 сут при 18°C и 17°C, соответственно, при питании солоноватоводными организмами. Скелет 2-месячного калкана при питании копеподами имеет правильную структуру всех костных элементов и интенсивнее кальцифицирован, в отличие от питавшегося артемиями и другими искусственными кормами (рис. 2).

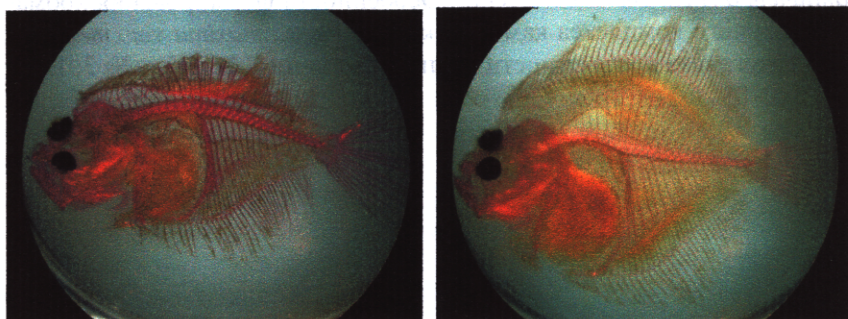


Рис. 2. Кальцификация скелета 2-месячных личинок калкана при питании копеподами (слева) и артемиями (справа)

Таким образом, определено, что компоненты трофической цепи (т.е. биохимический состав корма) личинок оказывают влияние как на развитие пигментного комплекса, так и процессы остификации на всех этапах онтогенеза калкана вплоть до завершения метаморфоза.

От количества и правильного соотношения в ВНЖК в кормовых организмах зависит состояние клеточных мембран и уровень развития нервной и зрительной систем личинок. Состав каротиноидов в живых кормах оказывает не только провитаминную (витамин А), но, в первую очередь, антиоксидантную функцию, поддерживающую осмотическое равновесие и гомеостаз клетки и, по последним данным, иммуногенную функции, и оказывается также важным для органогенеза личинок, особенно на ранних личиночных этапах, предшествующих метаморфозу, и в процессе метаморфоза. Известно, что питание артемией, которое обычно совпадает с критическим для детерминации

правильной пигментации и завершения метаморфоза, всегда сопровождается более низким содержанием в личинках ретинола и ретиналя, производных витамина А, по сравнению с личинками, питающимися копеподами.

Норма и аномалии пигментации и остификации камбалы калкан в процессе метаморфоза зависят от изменения состава пищевой цепи. Наши эксперименты показывают, что качественный и количественный состав незаменимых компонентов, оказывает влияние на экспрессию определенных генов, определяющих развитие как пигментного комплекса, так и развитие скелетных элементов и их кальцификацию.

Ханайченко А.Н., Битюкова Ю.Е., Особенности формирования хроматофорного комплекса камбалы калкан *Psetta maxima* var. *maeotica* в онтогенезе в зависимости от пищевой цепи // МЭЖ. – № 3, IV. – С. 61-83.

## ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫХ ПРЕПАРАТОВ ИЗ ОБОЛОЧНИКОВ И ПОЛИПОВ, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В ЧЕРНОМ МОРЕ

**Нехорошев М.В.,** с.н.с., к.х.н.; **Гринцов В.А.,** с.н.с., к.б.н.;

**Апрышко Г.Н.,** с.н.с., к.б.н.

Разработана и реализуется технология культивирования черного морского вида оболочников *Botrillus schlosseri* на коллекторах мидийно-устричных ферм в Крыму. С одного гектара марихозяйства (1000 коллекторов) за сезон возможно получать до 5 т продукции сырого веса ботриллуса. В 100 г сырого веса *Botrillus schlosseri* содержится 12.0–2.0 мг каротиноидов, что значительно выше, чем в традиционном морском сырье для их выделения – бурых водорослях. Основными пигментами являются аллоксантин, фукоксантин и фукоксантинол. Для двух последних, по литературным данным, показана высокая антипролиферативная активность по отношению к клеткам рака предстательной железы человека PC-3 и способность индуцировать апоптоз, активируя каспазу-3 (Kotake-Nara et al, 2005).

На сегодняшний день оболочники являются наиболее перспективными организмами для получения противоопухолевых препаратов морского происхождения (Апрышко et al, 2005). Так, из оболочника *Ecteinascidia turbinate* выделен обладающий цитостатическим и проапоптотическим действием избирательно ингибирующий транскрипцию ДНК алкалоид Ecteinascidin-743 (ЕТ-743), для которого по результатам II фазы клинических испытаний показана активность при резистентных к химиотерапии саркоме мягких тканей и раке яичника. В настоящее время ЕТ-743 находится на III фазе клинических испытаний (Gimeno et al, 2004). Для получения необходимого количества препарата *Ecteinascidia turbinate* специально культивируют у берегов Испании. Перспективный циклический пептид Aplidine, выделенный из средиземноморского оболочника *Aplidium albicans*, являющийся мощным индуктором апоптоза и обладающий антиангиогенными свойствами, проходит II фазу клинических испытаний (Gimeno et al, 2004).

Работа по выделению из культивируемых в Черном море оболочников *Botrillus schlosseri*, *Molgula euprocta* и полипов *Obelia longissima* и *Aglaophenia pluma* препарата ЕТ-743 и близким им аналогов проводится в сотрудничестве с учреждениями, проводящими разработку противоопухолевых препаратов.



### Культивируемые в Черном море



*Aglaophenia pluma*



*Botryllus schlosseri*

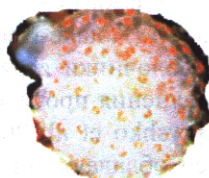


*Molgula euprocta*

### Культивируемые в Средиземном море



*Ecteinascidia turbinata*



*Aplidium albicans*

Рис. 1. Культивируемые оболочники – наиболее перспективные организмы для получения противоопухолевых препаратов морского происхождения

Kotake-Nara, Asai A., Nago A. Neoxanthin and fucoxanthin induce apoptosis in PC-3 human prostate cancer cell // Cancer Lett. – 2005. – 220. – P. 75-84.

Apryshko G.N., Ivanov V.N., Milchakova N.A., Nekhoroshev M.V. Mediterranean and Black Sea Organisms and Algae from Mariculture as Sources of antitumor drugs // Experim. Oncology. – 2005. – 27. – P. 94-95.

Gimeno G., Faircloth G., Fernandez Sousa-Faro G.M., Scheuer P., Rinehart K. New marine derived anticancer therapeutic – a journey from the sea to clinical trails // Mar. Drugs. – 2004. – 2. – P. 14-29.

## ХАРАКТЕРИСТИКА РАННИХ ЭТАПОВ РЕПРОДУКЦИИ (ОНТОГЕНЕЗА) КУЛЬТИВИРУЕМЫХ УСТРИЦ И МИДИЙ

Пиркова А.В., к.б.н., с.н.с.

### Ранний онтогенез у гигантской устрицы *Crassostrea gigas*

Как и в местах естественного обитания – в Тихоокеанском бассейне, так и в Черном море, гигантские устрицы нерестятся в течение июня–августа. Вымет яйцеклеток размерами 45–55 мкм происходит на прометафазе и метафазе I мейотического деления (Пиркова, 2006) (рис. 1).

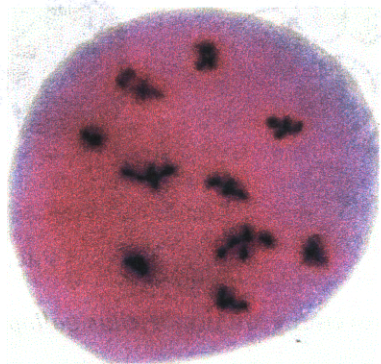


Рис. 1. Мейоз. Метафаза I (10 бивалентов)

**Эмбриогенез.** Выделение первого направительного тельца наблюдается через 15 мин после оплодотворения (рис. 2). Деление blastomeres асинхронное (рис. 3).

**Личинки.** На вторые сутки после оплодотворения у личинок формируется раковина. В зависимости от условий культивирования, стадия велигера продолжается до 10 (рис. 4), а стадия великонхи – до 12 сут. (рис. 5).

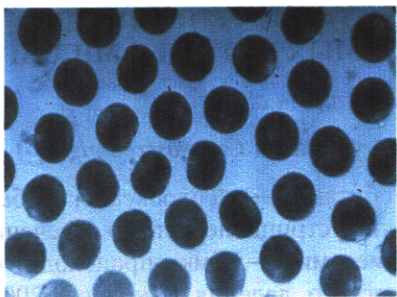


Рис. 2

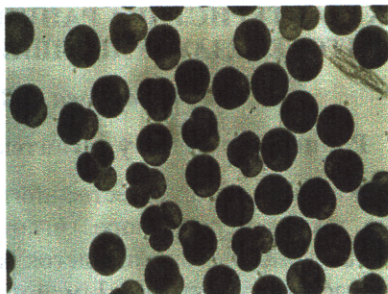


Рис. 3

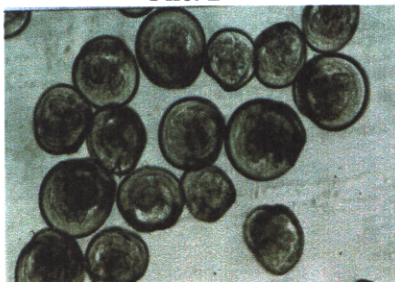


Рис. 4



Рис. 5

### Ранний онтогенез у мидии *Mytilus galloprovincialis*

В Черном море массовый нерест мидий наблюдается весной и осенью. Начало нереста и его продолжительность зависит от температуры воды и трофических условий. Нерест зрелых яйцеклеток, размерами от 50 до 85 мкм, происходит на стадии метафазы I (Пиркова, 2000) (рис. 6). На этой стадии яйцеклетки находятся в морской воде до оплодотворения.

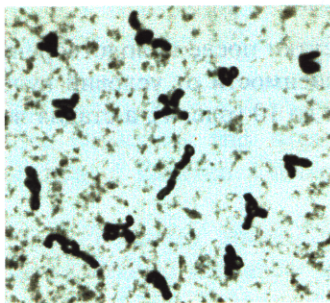


Рис. 6. Мейоз. Метафаза I (14 бивалентов).



**Эмбриогенез.** Выделение первого направительного тельца происходит на 15, 24 или 35 мин. после оплодотворения при 17, 12 и 8.5°C (рис. 7). Первое деление дробления начинается через 45–60 мин., а второе – через 75–100 мин., в результате которого образуются 4 бластомера (рис. 8).

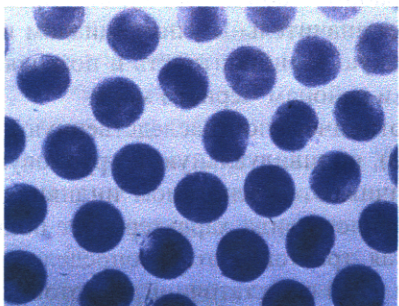


Рис. 7

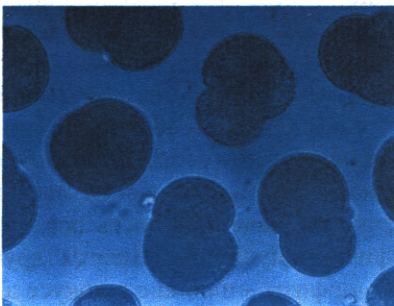


Рис. 8

**Личинки.** На третьи сутки развития личинки на стадии велигера (рис. 9) переходят на эндогенное питание. В зависимости от типов скрещивания и условий выращивания, продолжительность стадии велигера составляет 17–27, а стадии великонхи (рис. 10) – от 3 до 15 сут.

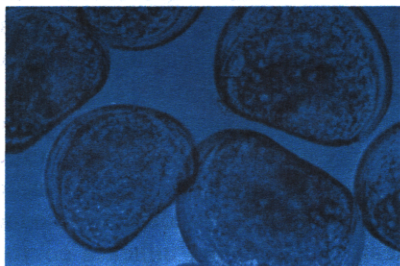


Рис. 9

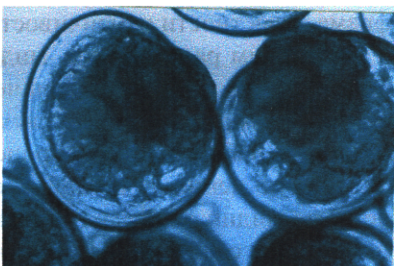


Рис. 10

Пиркова А.В. Гаметогенез и мейоз у устрицы *Crassostrea gigas* (Th.) // Материалы конф. «Еколого-функціональні та фауністичні аспекти дослідження молюсків, їх роль в біоіндикації стану навколишнього середовища». Вид. Житомирського Держ. унів. ім. І. Франка. – Житомир. 2006. – С. 227-230.

Пиркова А.В. Продолжительность стадий мейоза у мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. при разной температуре // Цитология и генетика. – 2000. – Т. 34, № 1. – С. 30-33.

## ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ПОЛИМОРФИЗМ ЧЕРНОМОРСКИХ МИДИЙ

Челядина Н.С., м.н.с.

Важный этап развития марикультуры моллюсков в недалеком будущем – генетико-селекционная работа с объектами культивирования. *Mytilus galloprovincialis* обладает значительным потенциалом изменчивости, что обеспечивает широкую эврибионтность и позволяет расселяться по различным биотопам и районам Черного моря.

Различают изменчивость генотипическую (наследственную) и фенотипическую (ненаследственную), индивидуальную и групповую. Признаки отдельных особей ограничиваются генотипом индивидуумов, а разнокачественность особей одного вида характеризует полиморфизм популяции. Имеется другая трактовка этого определения. Полиморфизм – наличие в локусе аллелей с достаточной частотой для их фиксации в популяции ( $> 10^{-5}$ ), т. е. мутации обеспечивают медленное, но обновление генофонда.

Предметом изучения индивидуальной изменчивости и полиморфизма могут стать различные морфологические, физиологические и биохимические характеристики моллюсков. Одно из перспективных направлений исследований в этой области – анализ цветового полиморфизма, в частности изменчивости окраски раковины у моллюсков.

По данным ряда авторов, мидии темного (черного или темного) фенотипа образуют большее количество биссусных нитей, и они толще, чем у моллюсков более светлых фенотипов. Мидии темного фенотипа быстрее набирают вес в процессе культивирования, а это имеет хозяйственную ценность в марикультуре (Иванов и др., 1989). Темно-фиолетовые мидии обладают большими объемами раковинной полости (на 13%) по сравнению с коричневыми. Значения индекса состояния BCI (BCI – body condition index) выше у коричневых моллюсков (79.8–8.82), чем у темно-фиолетовых (73.9–6.55).

Индекс состояния является соотношением массы тела и объема раковинной полости и характеризует степень наполнения раковинной полости мягкими тканями моллюска (Valova, Petkevich, 2004).

Предметом изучения индивидуальной изменчивости у мидий могут быть и физиологические (количество нуклеиновых кислот), биохимические данные такие, как содержание токсикантов в мягких тканях и раковинах отдельных особей в зависимости от фенотипического признака, пола и стадии зрелости гонад. Вариабельность в нако-

плении меди в большей степени характерна для самок. Количество аккумулированной меди у самцов возрастает по стадиям равномерно и одновременно с увеличением весовой доли гонад в мягких тканях. Среди культивируемых мидий в размерной группе 5 см доминируют черные морфы, а содержание меди у них меньше, чем у коричневых морф (Петкевич, Смирнова, 2005).

Установлена сезонная изменчивость содержания меди в мягких тканях и содержания Zn, Cu, Cd в гонадах моллюсков обоих полов, с возрастанием их концентрации в летний сезон. Концентрация тяжелых металлов в генеративной ткани мидий уменьшалась в следующей последовательности Zn → Cu → Pb → Cd (Челядина и др., 2005).

Выявлена индивидуальная вариабельность в содержании нуклеиновых кислот у моллюсков. У самцов изменчивость в содержании ДНК и РНК значительно выше, чем у самок. Четких фенотипических отличий в содержании нуклеиновых кислот у мидий с различной окраской раковин не выявлено.

Необходимо отметить, что концентрация микроэлементов (тяжелых металлов) у черноморских мидий крайне редко достигает уровней, близких к ПДК.

Более того, оказывается, что концентрация меди в гонадах – наиболее ценном органе мидий – не превышала 0.3% от всей аккумулированной меди в мягких тканях.

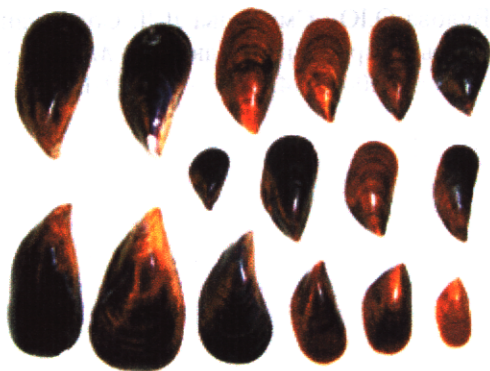


Рис. 1. Различные формы раковин *Mytilus galloprovincialis* Lam.





Рис. 2. Различные цвета раковин *Mytilus galloprovincialis* Lam.

Иванов В.Н., Холодов В.Н., Сеничева М.И. и др. Биология культивируемых мидий. – Киев: Наукова думка, 1989. – 95 с.

Valova O., Petkevich N. Polimorphic attributes of cultivated mussels. International Symposium of Malacology: Abstr. Sibiu (Romania), 19–22 August, 2004. – P. 77-79.

Петкевич Н.С., Смирнова Л.Л. Содержание меди в генеративной ткани черноморской мидии и вариабельность этого показателя в зависимости от пола и стадии зрелости гонад // Экология моря. – 2005. – Вып. 68. – С. 63-67.

Челядина Н.С., Вялова О.Ю., Смирнова Л.Л. Содержание Zn, Cu, Pb, Cd в гонадах культивируемых моллюсков *Mytilus galloprovincialis* // Мор. экол. журн. – 2005. – 4, № 3. – С. 119-125.

# **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ШТАММОВ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ, ИСПОЛЗУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ КОРМА ДЛЯ ЛИЧИНОК МИДИЙ И УСТРИЦ**

*Ладыгина Л.В. , к.б.н., н.с.*

При выращивании двустворчатых моллюсков (мидий и устриц) в контролируемых условиях микроводоросли являются единственным кормом. Основными видами водорослей, используемыми в питомнике ИнБЮМ по выращиванию личинок, являются золотистые (*Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri*), зеленые (*Tetraselmis suecica*, *Dunaliella viridis*) и диатомовые (*Chaetoceros calcitrans*, *Phaeodactylum tricornutum*). Микроводоросли, первоначально полученные из коллекций отдела физиологии водорослей ИнБЮМ и IFREMER (Франция), были адаптированы к новым условиям культивирования, что позволило получить штаммы, отличающиеся по своим морфологическим и биохимическим характеристикам от исходных культур.

Пищевая ценность микроводорослей определяется размером их клеток, усвояемостью, связанной со структурой клеточной оболочки, и биохимическим составом.

Водоросли должны иметь соответствующий размер и форму клеток, удобную для заглатывания моллюсками (от 1 до 15 мкм), а также хорошо перевариваться. Кроме этого, они должны иметь хороший питательный состав, который определяется содержанием белка, углеводов, липидов, жирных кислот, витаминов, и не содержать токсины.

Биохимический состав кормовых видов микроводорослей можно изменять, т. к. он зависит от условий культивирования (температура, освещенность, минеральное питание), а также от фазы роста. При культивировании микроводорослей на питательной среде Конвея максимальное содержание белка 49.8% у *I. galbana* и 40.7% у *P. tricornutum* было отмечено в логарифмической фазе роста. В фазе замедления скорости роста в клетках происходит преимущественное накопление углеводов. Максимальное содержание их характерно для культур *C. calcitrans* и *I. galbana* (43.2 и 40.7%), а минимальное – для *D. viridis* (20.6%). В конце стационарной фазы роста микроводорослей наблюдается увеличение количества липидов в 2–2.5 раза соответственно у *I. galbana* и *C. calcitrans* и в 3–3.5 раза у *T. suecica* и *P. tricornutum* (Ладыгина, 2005).

Культивирование золотистых микроводорослей при температуре 16 и 28°C позволяло получать максимальные количества белка при высокой температуре, а липидов – при низкой температуре (Ладыгина, 2005).

Полиненасыщенные жирные кислоты (докозагексаеновая кислота, эйкозапентаеновая кислота и арахидиновая кислота), присутствующие в микроводорослях, являются необходимыми для развития личинок. Микроводорослей *I. galbana* и *M. lutheri* имеют тенденцию увеличения эйкозапентаеновой кислоты (20:5n-3) до 10%. Главные жирные кислоты у *T. suecica* C14:0, C16:0 составляют 8.04 и 50.01% соответственно. Максимальное количество полиненасыщенной жирной кислоты C 20:5 n-3 – 5.88% (Viso, 1993).

Из-за недостатка полиненасыщенных жирных кислот зеленая микроводоросль *D. viridis* имеет низкую пищевую ценность и поэтому является неподходящим кормом в монодиетах. Учитывая важность полиненасыщенных жирных кислот для личинок и спата двустворчатых моллюсков, в пищевой рацион обязательно включали водоросли с высоким содержанием этих кислот, а именно *I. galbana*, *P. tricornutum*, *C. calcitrans* и *T. suecica*.

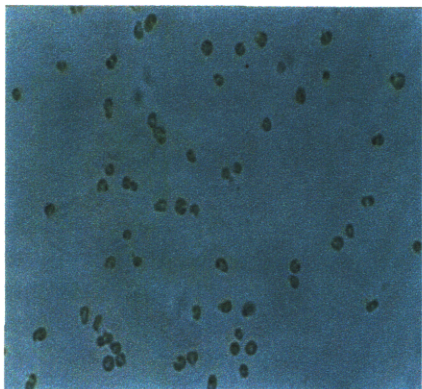
Витаминный состав микроводорослей представлен жирорастворимыми (провитамины А, Е, К) и водорастворимыми (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, С, РР) витаминами. Микроводоросль *T. suecica* содержит самое большое количество провитамина А – 280 µg/g и витамина Е – 323 µg/g; *I. galbana* – 2690 µg/g витамина РР и 183 µg/g витамина С, а *C. calcitrans* – 655 µg/g витамина В<sub>1</sub> (Roeck-Holtzhauer, Claire, 1991).

Ладыгина Л.В. Биохимическая характеристика микроводорослей – кормовых объектов двустворчатых моллюсков // Рыбн. хоз-во Украины. – 2005. – № 7. – С. 97-100.

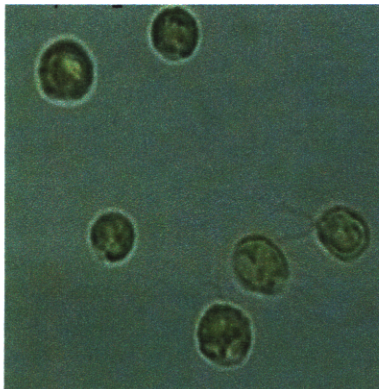
Ладыгина Л.В. Элементы управляемого культивирования микроводоросли *Isochrysis galbana* – корма для личинок устриц // Рыбное хозяйство Украины. – 2005. – № 1(36). – С. 23-25.

Viso A.C, Marty J.C. Fatty acids from 28 marine microalgae // Phytochemistry. – 1983. – 34, № 6. – Р. 1521-1523.

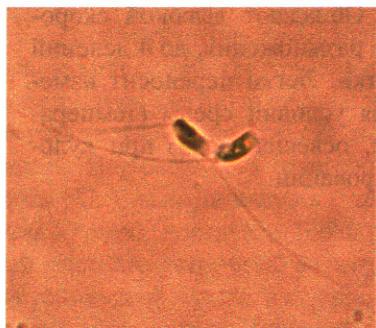
Roeck-Holtzhauer Y., Quere I., Corinne Claire. Vitamin analysis five planktonic micrialgae and one macroalga // J. Appl. Phycology. – 1991. – 3. – Р. 259-264.



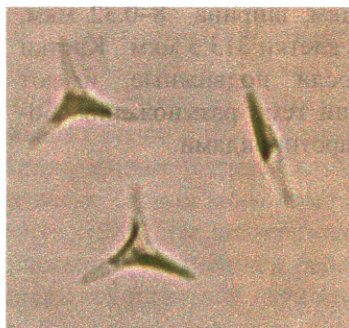
***Monochrysis lutheri*** – золотистая микроводоросль. Клетки круглые, подвижные, с двумя жгутиками длиной 3–4 мкм. Длина клеток 3.04–0.12 мкм, ширина 2.15–0.2, объем 13.85 мкм<sup>3</sup>. Быстро усваивается личинками на ранних стадиях развития.



***Isochrysis galbana*** – золотистая микроводоросль. Клетки сферические, подвижные. Длина клеток 5.92–0.2 мкм, ширина 4.45–0.18 мкм, объем 39.19 мкм<sup>3</sup>. Быстро переваривается личинками.



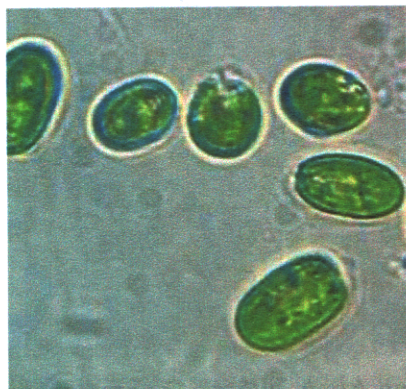
***Chaetoceros calcitrans*** – диатомовая водоросль. Клетки цилиндрические, одиночные, панцирь тонкий, имеется один хлоропласт. Длина клетки 9.2–0.43 мкм, ширина 4.2–0.15 мкм, объем клеток 52–12.04 мкм<sup>3</sup>.



***Phaeodactylum tricornutum*** – диатомовая водоросль. Клетки одиночные трехлучевые, длина 1.8–0.11 мкм, высота 7.0–0.34 мкм. Объем клетки 113 мкм<sup>3</sup>. Обладает очень высокой скоростью деления – до 9 делений в сутки. Богата каротиноидами.



***Dunaliella viridis*** – зеленая микроводоросль. Клетки правильной эллиптической формы, лишены целлюлозной и пектиновой оболочки, окружены тонкой бесцветной цитоплазматической мембраной. Длина клеток 11–0.34 мкм, ширина 8–0.32 мкм, объем клетки 313.5 мкм<sup>3</sup>. Клетки водоросли подвижные, имеют высокий темп размножения. Богата каротиноидами.



***Tetraselmis suecica*** – зеленая микроводоросль. Клетки зеленые, овальные, длина 8.31–0.21 мкм, высота 11.53–0.24, объем клетки 505.3 мкм<sup>3</sup>. Клетки подвижные с 4 жгутиками длиной 7.5 мкм. Имеют мягкую оболочку. Обладают высокой скоростью размножения, до 4 делений в сутки. Легко переносит изменения условий среды (температуры, освещенности) при культивировании.



## МНОГОЩЕТИНКОВЫЕ ЧЕРВИ – ПЕРФОРАТОРЫ РАКОВИН МОЛЛЮСКОВ, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ КРЫМА (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Лисицкая Е.В., н.с., к.б.н.

Некоторые виды многощетинковых червей, имеющих пелагическую стадию развития, высверливают ходы в раковинах моллюсков, что негативно влияет на выживаемость и коммерческую ценность мидий и устриц. Пораженные моллюски не погибают, однако снижение качества продукции наносит значительный ущерб марихозяйству.

Способностью перфорируют раковины моллюсков обладают распространенные в Черном море полихеты *Lysidice ninetta* Aud.et Milne-Edwards, 1833 и *Polydora ciliata* (Johnston, 1838) (Spionidae) (Виноградов, Лосовская, 1968).

Личинки *L. ninetta* лецитотрофные. Они имеют овальную форму, непрозрачные, серовато-зеленого цвета с парой красных глаз. По мере роста их размеры изменяются от 180 до 240 мкм (рис. 1а). В прибрежных водах Крыма личинки *L. ninetta* встречались с конца июня до октября при температуре воды выше 20°C. Продолжительность пелагической стадии около недели, максимальная численность не превышала 30 экз./м<sup>3</sup>

Видом-перфоратором является и представитель многощетинковых червей семейства Spionidae *P. ciliata*, имеющий, в отличие от других спioniд, крупные специализированные щетинки на пятом сегменте тела, которые служат для высверливания ходов в известковом субстрате. Пораженность полидорой раковин живых устриц *Crassostrea gigas* (Th.), выращиваемых более трех лет в Черном море (мыс Большой Утриш), достигала 100% (Ковальчук, 1989). На экспериментальной мидийно-устричной ферме, расположенной на внешнем рейде Севастопольской бухты, в садках, находившихся в течение двух месяцев на дне, доля устриц, раковина которых была перфорирована *P. ciliata*, составила 11.8%. Среди устриц, подвешенных в садке на глубине 5 м, обнаружено всего 1.5% пораженных особей (Пиркова, Лисицкая, 2004).

В планктон личинки *P. ciliata* выходят на стадии трехсегментной нектохеты длиной около 225 мкм. На стадии 16–18 сегментов нектохеты оседают и строят первичные жилые трубки, прикрепляя их к раковинам моллюсков (рис. 1б). По окончании метаморфоза *P. ciliata* сверлят в створке отверстие диаметром около 1 мм, которое расширя-



ется к середине раковины и образует полость – блистер. В ходах самки откладывают кладки, в которых развиваются новые генерации. У берегов Крыма личинки *P. ciliata* встречались с марта по декабрь, в апреле и сентябре их численность увеличивалась до 26 экз./м<sup>3</sup>.

Таким образом, при организации мидийно-устричных хозяйств необходимо учитывать динамику численности многочетинковых червей-перфораторов *L. ninetta* и *P. ciliata*, а также их пелагических личинок, что позволит определить методы и сроки проведения профилактических мероприятий для снижения степени поражения раковин культивируемых моллюсков.

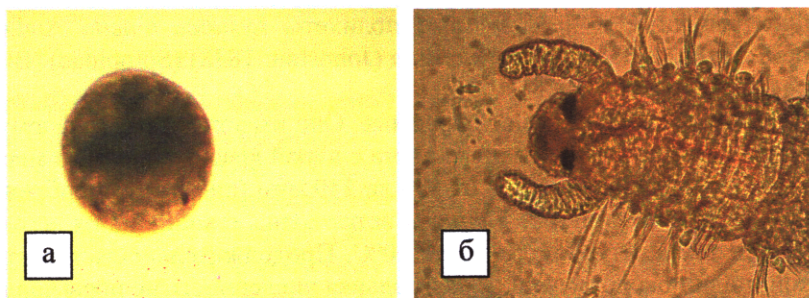


Рис. 1. Пелагические личинки полихет-перфораторов *Lysidice ninetta* (А) и *Polydora ciliata* (Б), выловленные в районе экспериментальной мидийно-устричной фермы ИнБЮМ НАН Украины (внешний рейд Севастопольской бухты; Черное море).

Виноградов К.А., Лосовская Г.В. Класс многочетинковые черви – Polychaeta / Определитель фауны Черного и Азовского морей. – К.: Наукова думка, 1968. – 1. – С. 290.

Ковальчук Н.А. Фауна перфораторов раковин тихоокеанской устрицы, культивируемой в Черном море // Научно-технические проблемы марикультуры в стране. Тез. докл. Всесоюз. конф., 23-28 окт. 1989 г. – Владивосток, 1989. – С. 95-96.

Пиркова А.В., Лисицкая Е.В. Полихета *Polydora ciliata* (Johns.) – перфоратор раковин живых устриц *Crassostrea gigas* (Th.) // Рибне госп-во України. – 2004. – Вып. 6. – С. 14-17.

## ОПЫТ СОТРУДНИЧЕСТВА С ПРЕДПРИЯТИЯМИ ЧАСТНОГО БИЗНЕСА

*Щуров С.В., н.с.; Субботин А.А., с.н.с., к.г.н.;  
Трощенко О.А., с.н.с., к.г.н.; Холодов В.И., с.н.с., к.б.н.*

Отдел марикультуры и прикладной океанологии на протяжении последних десяти лет накопил достаточно обширный опыт сотрудничества с коммерческими предприятиями. Такое сотрудничество осуществляется в следующих направлениях.

1. Консультации по выбору мест размещения морских ферм с разработкой биологического обоснования и режима эксплуатации акватории.
2. Консультации по выбору конструкции фермы с составлением технико-экономического обоснования и элементами бизнес-плана.
3. Помощь в построении морских ферм с научным сопровождением, по крайней мере, в течение одного технологического цикла выращивания.
4. Совместное использование и развитие питомника по производству молоди мидий и устриц с дальнейшим их подращиванием на действующих фермах.

Например, в рамках сотрудничества с рыбодобывающим частным предприятием «Дон-Комп» разработан и реализован проект частной Лаборатории марикультуры (рис. 1), целью которой является производство молоди моллюсков, представляющих хозяйственный интерес, и выращивание моллюсков до товарного размера. На данном предприятии также созданы: мидийная ферма производительностью 50 тонн мидий в год (рис. 2) и устричная ферма производительностью 100 тысяч товарных устриц в год (рис. 3). Лаборатория и мидийно-устричное хозяйство предоставляют студентам возможность для ознакомления с технологией и техническими средствами морской аквакультуры (рис. 4).

Используя прямые инвестиции НПО «Марикультура», в ИнБЮМ НАНУ создан питомник по производству молоди устриц мощностью до 1 млн. особей в год. ИнБЮМ НАНУ оказал содействие ЧП «Морепродукт» в создании системы по мелиорации прибрежных вод. Проект реализован и функционирует в акватории Севастопольской бухты.



Рис. 1.



Рис. 2.



Рис. 3.



Рис. 4.

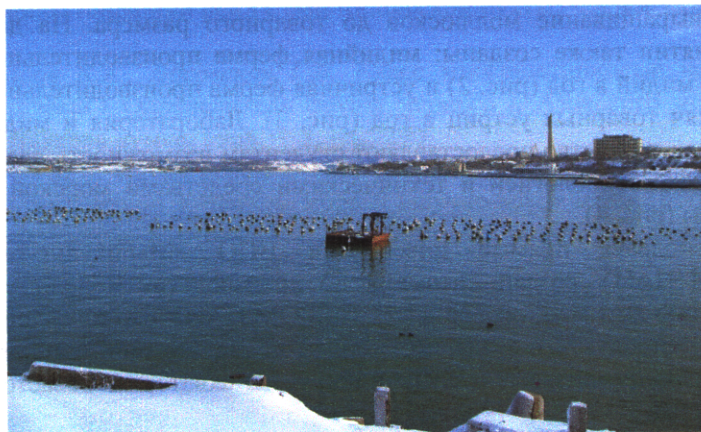


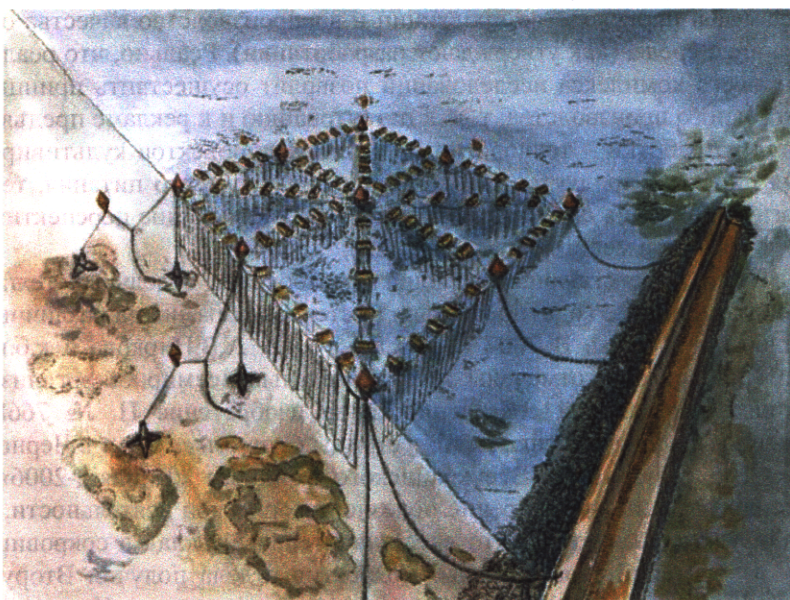
Рис. 5.



Однако, анализируя накопленный опыт, следует выделить следующие трудности и ошибки наших бизнес-партнеров, решивших заниматься марикультурой двустворчатых моллюсков:

- слабое обеспечение марикультуры законодательными нормами и регламентирующими природоохранными документами в условиях конкурентного природопользования;
- отсутствие бизнес-планов и, как следствие, неправильное представление о финансовых затратах, необходимой инфраструктуре и береговой базе, отсутствии графиков получения продукции и т. д.;
- нежелание вкладывать средства в научное сопровождение работ по созданию полноценных комплексов по выращиванию моллюсков.

Все это приводит к тому, что на сегодняшний день в Крыму нет ни одного предприятия в области марикультуры моллюсков, которое можно было бы назвать полностью успешным. В то же время, определенные успехи все-таки есть. И при правильном научно и экономически обоснованном подходе у этого направления имеется большое будущее.



Один из вариантов устройства мидийно-устричной фермы  
(рисунки А.В. Иванова)

## РЕКЛАМНОЕ И ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТ ПО МАРИКУЛЬТУРЕ, ПРОВОДИМЫХ В ИНБЮМ НАНУ

*Баландина Ю.В., н.с., патентовед;*

*Татаренко Л.Я., н.с. отдела информации*

Некоторая часть разработок ИнБЮМ НАНУ по марикультуре достигла уровня инновационных проектов, и авторы их должны быть защищены в правовом отношении в соответствии с законами и правилами Украины. Очевидно, что масштаб исследований требует расширения сотрудничества с коммерческими структурами, использования различных форм собственности.

Марикультура как отрасль хозяйственной деятельности в экономзоне Украины в Азово-Черноморском бассейне не развита, хотя известно, что в странах Европы в морях с физико-географическими условиями, сходными с взморьем, например Крыма, марикультура рыб, моллюсков, водорослей – высокодоходная отрасль экономики.

Рекламное обеспечение результатов работы, можно надеяться, привлечет, наконец, внимание и государственных, и частных предприятий к марикультуре как форме хозяйственной деятельности, совмещающей производство продукции и воспроизводство качества окружающей среды (как утверждают разработчики). Реально, что реализация всего комплекса исследований позволит осуществить принцип безотходного производства, т. к. к патентованию и к рекламе предъявляются разработки – технологии получения из объектов культивирования пищевых продуктов, мидийно-профилактического питания, технологии получения сырья для выделения БАВ, имеющие перспективу использования в медицине, косметике.

При соответствующей помощи разработчики отдельных технологий за последние годы предоставили стенды, образцы на различные выставки, конкурсы. В 2007 году к.б.н., с.н.с. А.В.Пиркова и к.б.н., м.н.с. Л.В.Ладыгина отмечены Золотой медалью Всемирной организации интеллектуальной собственности за изобретение П. № 76680 «Способ выращивания гигантской устрицы *Crassostrea gigas* в Черном море» (по результатам Всеукраинского конкурса «Винахід-2006»). Цель награждения – поощрение полезной творческой деятельности, и медали удостоиваются те, кто внес значительный вклад в сокровищницу изобретений своей страны. Коллектив отдела получил Вторую премию Проминвестбанка и Национальной академии наук Украины и

был награжден Дипломом и Золотой медалью 3-го Международного салона изобретений и новых технологий «Новое время».

Ежегодно ИнБЮМ НАНУ представляет к патентованию 2-3 разработки в области марикультуры. Правовая поддержка разработчиков способствует укреплению авторитета, повышению информированности коллектива, позволяет сравнивать собственный и общемировой уровень результатов исследований при осуществлении независимой правовой экспертизы.

8.11, Возможности популяризаторской и патентно-правовой деятельности отдела марикультуры и прикладной океанологии далеко не исчерпаны. Сдерживаются они некоторой инертностью самих исследований и низкой заинтересованностью морской рыбной отрасли. Не способствует внедрению результатов работ и общий хозяйственно-финансовый климат в государстве, несмотря на провозглашение инвестиционного пути развития Украины.



