

УДК: 574:504:551.435.32

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА РАЗВИТИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ МОЛЛЮСКОВ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

© 2015 г. **Е.В. Чуприна, Н.М. Щеголькова**

ФГБУН «Институт водных проблем Российской академии наук», Москва

Ключевые слова: управление качеством водной среды, экосистемные услуги, аквакультура, мариккультура, моллюски-фильтраторы, макрозообентос, биофильтрация, эвтрофирование, Черное море.

Чрезмерные нагрузки на акваторию Черного моря за последние годы почти полностью уничтожили пояс моллюсков-фильтраторов, которые играли важную роль в поддержании естественных механизмов биосферной саморегуляции и восстановлении качества водной среды. Рассматриваются возможности развития эффективного смешанного способа биологической очистки морской среды, при котором используются два направления – применение искусственных донных рифов и гидробиотехнических сооружений в толще воды. Представлены результаты анализа эколого-экономической целесообразности развития пищевой аквакультуры мидий и устриц на побережье Черного моря, предложена схема биофильтрационной установки и выполнен оценочный расчет ее эффективности для очистки воды.



Е.В. Чуприна Н.М. Щеголькова

ВВЕДЕНИЕ

Любая экосистема в своем нормальном естественном состоянии «производит» ряд продуктов и услуг, обладающих потребительской стоимостью, что, в конечном итоге, составляет природный капитал страны. Субъект управления (управляющий орган) может учитывать различные химические и гидробиологические показатели, характеризующие состояние экосистемы, полученные в результате ее мониторинга. В российскую экономику могут быть имплементированы показатели так называемых экосистемных услуг, которые оказывают нам водные экосистемы.

Наличие качественных данных о полезных в том или ином отношении для развития экономики свойствах и услугах экосистемы наделяет ее, либо

природный объект, свойствами привлекательности и объективной полезности, которая может быть определена в денежном эквиваленте. Одной из наиболее привлекательных экосистемных услуг Крымского побережья Черного моря, которая составляет основную статью доходов региона, является развитие рекреации и туризма, что может быть поставлено под угрозу неудовлетворительным состоянием эксплуатируемого природного водного объекта и деградацией экосистемы всего побережья. Наличие необходимых и достаточных условий для развития аквакультуры гидробионтов различного порядка – от водорослей и моллюсков до рыб – на северо-западном и южном побережье полуострова также может быть рассмотрено как экосистемная услуга, способная не только внести свой вклад в бюджет региона, но и повлиять на саморегулирующие свойства экосистемы Черного моря, т. к. благоприятные для человека условия жизни поддерживаются за счет деятельности здоровых природных экосистем.

Экосистемные функции и услуги можно сгруппировать в три основные категории:

- средообразующие функции: формирование и поддержание параметров окружающей среды, пригодных для жизни человека;
- производственные функции и «экосистемные товары»: биомасса, которую человек берет из природы (морепродукты, древесина, корма, топливо, сырье для фармацевтики, промышленности и др.);
- информационные и духовно-эстетические функции: информация, которая содержится в природных системах, их культурное, научное и образовательное значение.

Ключевое значение для человечества имеют средообразующие функции природных экосистем (другие названия – биосферные, жизнеобеспечивающие) [1]. Условия существования моллюсков-фильтраторов в Черном море могут быть рассмотрены и как средообразующая функция (способность экосистемы к самоочищению), и как «экосистемный товар». В результате глобального преобразования природы человеком биомасса моллюсков-фильтраторов в Черном море стала в разы меньше, чем могла бы быть в естественных условиях. Для восстановления пояса моллюсков-фильтраторов на побережье Крыма необходимо и возможно поддержать естественные механизмы биосферной регуляции посредством развития марикультуры. Грамотное управление этой «экосистемной услугой» повысит эффективность хозяйственного использования, охраны и восстановления качества вод моря.

МАРИКУЛЬТУРА

Наиболее популярным объектом марикультуры беспозвоночных в мире является мидия. Из всей мировой добычи мидий (400 тыс. т в год) около 76 % приходится на *Mytilus edulis* и более 8 % на *M. galloprovincialis*, есте-

ственной средой обитания которого является Черное море. Около 90 % мировой добычи мидий получают за счет их культивирования в морских хозяйствах. Мидии относятся к животным низкого трофического уровня, при выращивании они дают на единицу площади гораздо больший урожай, чем животные более высокого трофического уровня, например, рыбы [2]. Мидия является основным двустворчатым моллюском на мировых рынках. В последние годы и российский рынок демонстрирует повышенный интерес к мидиям – больше половины рынка морепродуктов приходится на моллюсков (62 %). Ежегодный рост сегмента морепродуктов составляет 30–40 % [3]. Мидийный рынок отличается растущим спросом, удовлетворить который на данный момент существующие в РФ хозяйства по разведению мидий не в состоянии.

Черноморская мидия – доминирующий и наиболее массовый вид макростокобентоса, основным районом промысла которого является северо-западная часть Черного моря (т. е. все Крымское побережье), где сосредоточено 90–95 % ее запаса. В Черном море мидию можно считать одним из основных объектов марикультуры из-за ее высокой интенсивности роста. На мелководьях Крымского побережья мидии достигают промыслового размера (длина не менее 50 мм) уже на 1–2 год жизни. С экономической точки зрения последнее обстоятельство служит обоснованием их марикультуры как особо рентабельной [4].

По данным Росрыболовства, по итогам первого полугодия 2013 г. российский импорт мидий увеличился на 110 % до 331 400 т. В конце 2010 г. чилийские производители инициировали кампанию по продаже патагонской мидии в России, с тех пор поставки мидий на российский рынок заметно выросли. Согласно данным информационного агентства «Инфотрейд», в течение первого квартала 2013 г. экспорт чилийских мидий был оценен в 48 млн долл., что на 37 % выше, чем за тот же период 2012 г. [5]. Эти данные свидетельствуют о росте потребления мидий в России в целом, при этом наполненность рынка отечественным продуктом минимальна. По данным исследований все Черноморское побережье России, без учета Крыма, способно ежегодно давать до 20 тыс. т мидии. При эффективном использовании Крымского побережья можно удвоить эти цифры, что составит 12 % от объема импорта мидий в Россию.

На северо-западном побережье Черного моря была отработана биотехника выращивания мидии в прибрежных и открытых водах в условиях подвесной культуры [6]. Исследованиями подтверждено, что выращивание моллюсков интенсивными методами позволяет значительно повысить их продуктивность по сравнению с естественными условиями. За 14 месяцев мидия увеличивается в размере до 7–8 см и становится товарным морепро-

дуктом, стоимость которого, к примеру, в магазинах Москвы составляет 709 руб. за кг. Допустим, что это максимальная цена упакованного и доставленного до потребителя продукта и примем среднюю стоимость в 450 руб. за кг. Выход мяса составляет 12 % от общего веса моллюска. Если средняя ферма площадью 10 га, может давать до 200 т мидий, или 24 т чистого мяса в год, то при цене продукта в 450 руб. за кг годовой доход составит 10,8 млн руб.

По расчетам экспертов рентабельным хозяйство становится, когда объем добычи достигает 200 т. Высокую рентабельность хозяйству добавляет полная переработка мидии [7]. Развитие аквакультуры влияет на социальный и экономический рост путем производства продуктов питания, повышая благосостояние населения и формируя доходную базу региональной экономики.

Другим положительным влиянием на экосистему является, например, предоставление посадочного материала для восстановления исчезающих или переэксплуатированных водных популяций. Однако при неэффективном управлении аквакультура может негативно влиять на функции и эксплуатацию экосистем, нанося ущерб окружающей среде, социальной и экономической сферам. Аквакультура также сталкивается с рисками, являющимися следствием загрязнения водных путей в результате сельскохозяйственной и промышленной деятельности. Поэтому очень важно придерживаться экосистемного подхода в развитии аквакультуры в регионе – это стратегия интеграции деятельности в рамках более широкой экосистемы, направленная на экологически рациональное и устойчивое развитие взаимосвязанных социально-экологических систем.

Для Черноморского бассейна особенно остро стоит вопрос разработки теоретических основ марикультуры в связи с разрастающейся проблемой эвтрофирования. Усиление притока биогенных веществ в водоемы не только изменило структуру сообществ кормовых организмов, но и отразилось на перераспределении вещества и энергии, что привело к неустойчивости морских экосистем. Немаловажным является и тот факт, что определение продукции и оптимального роста культивируемых организмов невозможно без оценки количественных взаимоотношений организмов и среды их обитания. Теоретические изыскания необходимы и в случае выбора наиболее эффективных количественных взаимоотношений выращиваемых организмов и среды их обитания. Таким образом, с учетом всех экономических составляющих в рамках экосистемного подхода для полноценного развития аквакультуры на Крымском побережье Черного моря необходимо провести теоретические исследования, позволяющие не только оценить возможный «урожай» выращиваемых гидробионтов при конкретных условиях среды обитания, но и устойчивое развитие взаимосвязанных социально-экологических систем [6].

БИОФИЛЬТРАЦИЯ

В связи с растущим интересом к рекреационному потенциалу Крымского побережья Черного моря очень важным становится вопрос безопасности отдыха и купания в чистой морской воде. Основная проблема Крыма сегодня – бытовые сточные воды и массовое неконтролируемое строительство частных пансионатов, не оснащенных канализационно-насосными станциями и станциями водоочистки. К сожалению, в настоящее время большинство крымских приморских поселений и городов сбрасывают неочищенные коммунально-бытовые сточные воды непосредственно в море, что негативно сказывается на состоянии его экосистемы, способности к самоочищению. Одним из выходов из сложившейся ситуации могут стать возведение современных очистных сооружений и строгий контроль сброса сточных вод в море. Но так как эти меры требуют серьезных денежных и временных затрат, можно начать решать проблему уже сегодня за счет естественной функции самоочищения экосистемы посредством моллюсков-фильтраторов.

Известен успешный мировой опыт, когда морские экосистемы, испытывающие аналогичную нагрузку, справляются с подобным внешним воздействием. В частности, в Адриатическом море в Хорватии огромное количество природных фильтраторов (мидий и устриц) за несколько дней прокачивают почти всю воду в заливах. Но в связи с тем, что в последние годы нагрузка на экосистему Черного моря увеличивалась, а естественные мидийные поля сокращались, сегодня экосистема не успевает перерабатывать поступающие в море загрязняющие вещества. За 30 лет тралового промысла, а также из-за интродуцирования внешних видов конкурентов в значительной степени пострадали поясные биоценозы мидии и фазеолины, что негативно отразилось на структурных и функциональных характеристиках всей прибрежной экосистемы. В результате сокращения количественных показателей макробентосных животных-фильтраторов значительно снизился уровень естественного биологического самоочищения вод. На одном квадратном километре полноценного мидиевого биоценоза ежедневно происходит фильтрация 15–20 млн м³ воды.

Сегодня в мире существует два направления гидробиотехнических сооружений, направленных на очистку вод в естественных условиях акваторий:

– искусственные рифовые комплексы, стационарные донные установки, которые погружаются на дно. Искусственные рифы заселяют морскими обрастателями, тем самым увеличивая биологическую продуктивность и очищая морскую среду. Искусственные рифы широко применяются в мире для экологических целей, восстановления местообитаний, сохранения биоразнообразия, возрождения рыбных запасов, развития подводного туризма и рыбалки;

– гидробиотехнические сооружения в толще воды более эффективны с точки зрения очистки, т. к. посредством изъятия полученной в результате культивирования того или иного гидробионта продукции убирают из воды остаточные органические и загрязняющие вещества. Однако этот способ требует больших затрат.

В данной работе рассматриваются возможности самоочищения морской воды за счет развития наиболее эффективного смешанного способа биологической очистки, при котором используются оба направления – применение искусственных донных рифов и гидробиотехнических сооружений в толще воды в комплексе.

Для очищения морской среды необходимо восстанавливать мидийные поля посредством установки искусственных рифов и погруженных станций биосонации. В Японии, США, Австралии более 30 лет работают государственные программы создания искусственных рифов. В США в год на дне океана размещается от 2 млн т материала для искусственных рифов. И это только в рамках государственной программы, не считая объемов создания искусственных рифов для сохранения биоразнообразия и очистки воды частными инвесторами и экологическими группами. Строительство искусственных рифов с рыбохозяйственными целями наиболее широко развито в Японии, США, Тайване и Австралии. В последние годы это направление начинает развиваться также и в ряде других стран.

Мировое первенство в технологии искусственных рифов принадлежит Японии, имеющей многовековые традиции их строительства и эксплуатации. Значительные исследования по использованию искусственных рифов для повышения продуктивности прибрежной зоны моря проводились в начале 1950-х гг., когда правительство Японии приняло решение субсидировать эти работы. Вскоре после определившейся тенденции к установлению 200-мильных экономических зон, опираясь на крупные государственные инвестиции, Япония начала крупномасштабное строительство искусственных рифов в прибрежной части шельфа. В настоящее время ежегодный объем дотаций государства на работы с рифами составляет около 100 млн долл., эти работы проводятся более чем в 100 районах моря. Налаженная индустрия производства искусственных рифов разных конструкций и размеров базируется на использовании в качестве основного сырья как отходов производства (угольная зола электростанций), так и современных строительных материалов (бетон, стеклопластик).

Строительство искусственных рифов в Японии приняло характер государственной политики, включающей принятие соответствующих планов, целевое финансирование и проведение дорогостоящих комплексных исследований с участием государственных и частных предприятий. В на-

стоящее время в Японии ведутся исследовательские работы по закладке сверхкрупных искусственных рифов, соответствующих по габаритам природным рифовым образованиям.

В США массовое строительство искусственных рифов, которое шло по пути использования дешевых материалов (отходы промышленности, строительства и транспорта) и широкого привлечения добровольной рабочей силы, приходится на начало XX в. Основной упор был сделан на использовании построенных искусственных рифов для любительского рыболовства и подводной охоты. Растущие требования к эксплуатации природных ресурсов, интерес к использованию искусственных рифов в промысловых целях, но, в то же время, недостаточные знания принципов и техники их сооружения побудили местные и федеральные власти в начале 1960-х гг. начать научные исследования в этой области. Результаты показали явное увеличение популяций рыб и беспозвоночных при создании искусственных рифов. Заслуживает внимания тот факт, что сооружение искусственных рифов не снижает запасы рыб вокруг естественных рифов. Кроме вышеперечисленных материалов в США для постройки рифов широко используются изношенные шины автомобилей, которые собирают в блоки различных форм и веса. Перспективным материалом для создания искусственных рифов являются отработанные нефтяные и газовые платформы [9].

ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ ОЧИСТКИ ВОДЫ ЗА СЧЕТ МИДИЙНОЙ ФЕРМЫ

Основным районом обитания мидий является северо-западная часть Черного моря (включая все Крымское побережье), где сосредоточивалось 90–95 % ее запаса в Черном море, который оценивался в начале 1960-х гг. в 35,6 млн центнеров [10]. Особенностью мидии, определяющей ее исключительную роль в процессах трансформации вещества и энергии шельфовой экосистемы, является фильтрационный тип питания. Приняв среднюю скорость фильтрации для мидии $1 \text{ дм}^3/\text{экз}/\text{ч}$ было рассчитано, что при плотности поселения 100 экз на 1 м^2 и мощности придонного слоя 3 м, моллюски за 6 часов удаляют из этого слоя около 20 % взвеси [11]. С учетом годового потребления взвешенного органического вещества среднестатистической мидией массой 4,5 г в количестве 31,8 ккал/экз, что эквивалентно 2,97 г органического углерода ($C_{\text{орг}}$) [12], и приведенных выше запасов мидии в северо-западной части Черного моря, легко определить, что общий объем потребленной взвеси придонной популяцией моллюска за год составит 2,35 млн т. Из этого количества 60 % «сжигается» в процессе дыхания, 20 % переводится в состав донных отложений в виде прижизненных выделений и только 9,2–26,2 т $C_{\text{орг}}$ извлекается в виде промысловой биомассы. Приведенные расчеты основываются на том, что объем ежегодной добычи мол-

люсков составлял 7–20 тыс. центнеров [10], энергоемкость 1 г сырой массы мидии – 0,14 ккал, энергетический эквивалент 1 г органического углерода равен 10,69 ккал [13]. Таким образом, взаимосвязь промысла с процессами управления качеством водной среды – факт неоспоримый. Установлено, что мидийные плантации могут задерживать до 30 % углерода, 42 % азота [14], на 40–50 % уменьшать загрязненность воды бактериями, даже в случаях их высокой концентрации [15], ускорять процесс биоседimentации более чем в три раза [16]. В некоторых работах делается вполне определенный вывод, что плантации моллюска не только оказывают позитивное влияние на экосистему, но и представляют уникальную возможность активно противодействовать эвтрофированию моря [6].

Мидии пропускают через себя морскую воду, содержащую фитопланктон, взвешенные органические частицы и бактериофлору. Одна крупная мидия (размером более 5 см) фильтрует в сутки от 40 до 50 л морской воды. Исходя из этого, только 1 т мидий (30–33 тыс. экз) в сутки фильтрует 1500–1600 м³ и за год может профильтровать от 500 до 540 тыс. м³ морской воды. При этом часть из присутствующих в морской воде компонентов усваивается мидиями и участвует в физиологических процессах, а часть в виде склеенных комочков (псевдофекалий) без переработки выбрасывается, уносится течениями или откладывается на дне. По расчетам Института биологии южных морей (ИнБЮМ) ферма площадью 2,5 га имеет среднюю скорость выделения биоотложений 0,55 г/м² в сутки или 83 т биоотложений в год на сухую массу [17]. Проблему «утилизации» продуктов метаболизма мидий решает установка искусственных рифов вблизи мидийной фермы, т. к. помимо мидий эти искусственные рифы (ИР) обрастают водорослями. Водоросли-макрофиты, присутствующие в обрастаниях ИР, активно участвуют в очистке морской воды. Осевшие взвеси и ил, концентрирующиеся на поверхностях водорослей, подвергаются разложению выделяемыми водорослями экзоферментами и микробиологическим сообществом, разлагающимся на растениях. Водоросли также выделяют вещества (перекись водорода, активные радикалы кислорода), участвующие в окислительных процессах с загрязняющими воду веществами. Выделяемый водорослями кислород способствует предотвращению заморных явлений в водоеме. Подсчитано, что 1 м² поверхности дна, занятый водорослями, за световой день выделяет до 1 л кислорода, что обеспечивает окисление 0,43 мл нефтяных углеводородов, а на полное окисление 1 л нефти необходимо 3,3 кг кислорода [18]. Благополучный гидрологический режим под фермой может определять условия для накопления или размывания биоотложений. При пониженной гидродинамике возможно создание мидийными коллекторами пятен органического осадка.

Исследователи отмечают, что свою лепту в очистку воды вносят и другие гидробионты-обрастатели – на субстрате искусственного рифа их насчитывают до 18–20 видов. На субстрате присутствуют, суммарно по биомассе не превышая 7–10 %, гидроиды, оболочники, черви и ракообразные, в последующем их количество стабилизируется на 10–12 видах [19].

При создании морских хозяйств по выращиванию мидий (устриц) в первую очередь осуществляют выбор конструкции гидробиотехнического сооружения (ГБТС) для конкретного места эксплуатации (для условий выбранной и отведенной акватории), а также решают вопрос о выборе оптимальной конструкции мидийного коллектора. Коллектор – это та субстратная часть ГБТС, на которую происходит оседание личинок мидий в море и их дальнейший рост до «товарных» размеров. Одним из примеров бюджетного варианта установки для системы биологической очистки из наиболее доступных материалов может служить искусственный риф из линий грузовых хребтин 1 (на дне), грузов 2, коллекторов 3, с поплавками 4 (рис. 1). С учетом того, что к плоским грузам (плитам) можно подсоединять четыре коллектора и между грузами (к хребтине) еще по три коллектора на длине грузовой линии в 7 м можно разместить 7 коллекторов по 1,5 м длиной, на которых могут суммарно находиться (в конце цикла выращивания) 84–90 кг крупных (размером более 45 мм) мидий. Семь коллекторов (суммарно) имеют плавучесть 56 кгс, для них необходима масса груза в воде не менее 84 кг (для бетонного груза на воздухе – 168 кг).



Рис. 1. Морское сооружение (искусственный риф) для содержания гидробионтов-обрастателей в мелководных районах [20]: линии грузовых хребтин – 1 (на дне), грузы – 2, коллекторы – 3, поплавки – 4.

Стоимость мидийного коллектора от 50 до 300 руб. При установке рифов на 100 т мидий потребуется (по первичным подсчетам) около 1 млн руб. суммарных затрат.

С учетом перечисленных особенностей может быть предложена следующая схема очистки акваторий (рис. 2, 3).



Рис 2. Схема циркуляции азота и его соединений в акватории с учетом установки станции биоочистки.



Рис. 3. Схема циркуляции фосфора и его соединений в акватории с учетом установки станции биоочистки.

Для выявления предположительного объема биомассы моллюсков-фильтраторов, который необходимо восстановить для поддержания естественного хода биологической очистки водных масс, выполнен оценочный расчет на примере акватории Черного моря в районе пгт Коктебель в Крыму (рис. 4).

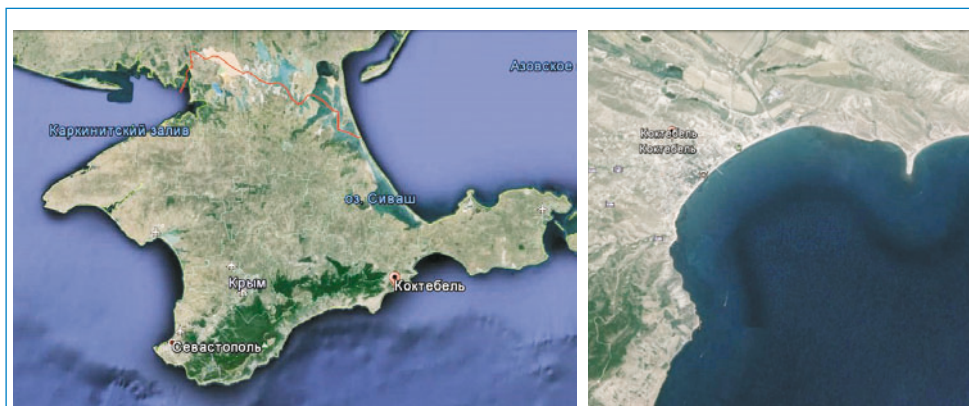


Рис. 4. Район исследования, выбранный для оценочного расчета [Google Earth].

Согласно данным на 2012 г. Государственной службы статистики Украины, численность населения пгт Коктебель составляет 2833 чел. Система очистки канализационно-бытовых сточных вод отсутствует. Допускаем, что все сточные воды поступают в акваторию моря, тогда с учетом средней нормы расхода воды потребителями (Нормы водопотребления. СНиП 2.04.01-85 Внутренний водопровод и канализация зданий), которая составляет 200 л на человека (0,2 м³), в акваторию в среднем выбрасывается 566 м³ бытовых сточных вод в сутки. Площадь акватории с условиями, пригодными для развития черноморских мидий в бухте пгт Коктебель, по нашим расчетам, составила 3,77 км² (370 га). Расчет производился по двум основным элементам – азоту и фосфору.

Оценочный расчет очищения воды мидиями по азоту:

Известно, что содержание азота ($N_{орг}$) в моллюсках составляет 5 % от массы сухого вещества, влажность сырой массы примерно 90 %, т. е. в 100 т мидий содержится 500 кг азота. Если принять, что такое количество вещества содержится во взрослой мидии, а она набирает свою основную массу примерно за 2 года, то 100 т мидий набирают 500 кг азота по сухому веществу за 2 года (730 сут), т. е. 100 т мидий набирают 684 г азота в сутки. По нормам (СНиП 2.04.01-85) один человек выделяет 8 г/сут азота. В пгт Коктебель проживает 2833 человек. Из этого следует, что в море в

районе пгт Коктебель в сутки поступает 22,6 кг азота общего. Разделив полученное значение на объем, поглощаемый мидиями в сутки, получаем количество мидий, необходимое для утилизации поступающего азота. Получается, что необходимо 3300 т мидий, выращиваемых до двухлетнего возраста. Средняя ферма на 5 га дает 200 т мидий, таким образом, получаем, что вокруг Коктебеля необходимо установить 16–17 ферм, общая площадь которых составит 82,5 га. Расчет по поглощению общего фосфора дает схожие результаты.

Следует отметить, что станции биоочистки не могут и не должны заменить существующий в социальной сфере арсенал методов и способов очистки сбрасываемых в море сточных вод. Данный метод должен выполнять вспомогательную роль природного биологического фильтра доочистки, способствуя связыванию и осаждению взвесей, осветлению и очистке воды, удалению из нее тяжелых металлов, нефтяных соединений и радионуклидов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Аквакультура может успешно развиваться на Черноморском побережье и стать эффективным способом самоочищения морской воды одновременно с производством продуктов питания. Расчет экологической и экономической эффективности санитарной марикультуры должен базироваться не только на оценке рентабельности производства мидий, но и на оценке экосистемных услуг, полученных от очистки водной среды мидиевыми хозяйствами [21].

Экологическое состояние водной среды Черноморского побережья в настоящее время неблагоприятно и требует, наряду с развитием и усовершенствованием традиционно используемых методов очистки сточных вод, использования возможностей станций очистки морских вод. При этом важно отметить, что в естественных условиях черноморского побережья уже обитают гидробионты, способные выполнять функцию биофильтров, именно они могут быть использованы в санитарной марикультуре.

Рассмотренные экологические, технологические и технические возможности развития мидийных ферм в прибрежной зоне Крымского полуострова на примере пгт Коктебель, показали, что площадь мидийных ферм, которые могут утилизировать поступающий в море азот и фосфор, составляет чуть более 80 га, то есть – около 40 % от площади прибрежной морской зоны. Нет никаких технологических или технических противоречий для обустройства таких ферм. Развитие мидийных ферм будет способствовать производству продуктов питания и очищению воды в прибрежной зоне, увеличит занятость населения и позволит создать новые рабочие места.

Необходимость развития аквакультуры – современного и очень быстро развивающегося научно-технического направления – в зоне Коктебеля подтвердили оценочные расчеты и анализ той информации, которая существует по мидийным хозяйствам в мире.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлов Д.С., Букварева Е.Н. Биоразнообразие, экосистемные функции и жизнеобеспечение человечества // Вестник РАН. 2007. Т. 77. № 11. С. 974–986.
2. Лавровская Н.Ф. Культивирование мидий за рубежом // Промысловые двустворчатые моллюски–мидии и их роль в экосистемах. Л.: Зоол. ин-та АН СССР, 1979. С. 78–80.
3. Информационный портал маркетинговых исследований «упаковано.ру». Февраль 2008. Электронный ресурс: <http://www.upakovano.ru/interviews/195>
4. Буркинский Б.В., Глушков В.Е., Спичак М.К. Морская аквакультура: экономика, организация, планирование, управление. Киев: Наук. думка, 1992. 256 с.
5. ФАО: Обзор мирового сектора производства двустворчатых моллюсков. Сентябрь 2013. Электронный ресурс: <http://fishretail.ru/news/fao-obzor-mirovogo-sektora-proizvodstva-dvustvorchatih-309640>
6. Александров Б.Г. Гидробиологические основы управления состоянием прибрежных экосистем Черного моря. Киев: Наук. думка, 2008. 345 с.
7. Открытие бизнеса: Мидийная плантация. Электронный ресурс: <http://www.openbusiness.ru/html/dop/Midii.htm>
8. Болтачев А.Р. Траловый промысел и его влияние на донные биоценозы Черного моря // Морской эколог. журнал. 2006. Т. 5. № 3. С. 45–55. Электронный ресурс: <http://www.artificialreefs.ru/articles/index.html>
9. Изергин А.В., Яновский Э.Г. Экологические основы применения искусственных рифов-биофильтров в Азовском бассейне // Тр. Юж. науч.-исслед. ИМПХО. 1998. Т. 44. С. 134–138.
10. Иванов А.И. Мидии // Сырьевые ресурсы Черного моря. М.: Пищ. пром-сть, 1979. С. 248–261.
11. Заика В.Е., Валовая Н.А., Повчун А.С., Ревков Н.К. Митилиды Черного моря. Киев: Наук. думка, 1990. 208 с.
12. Шульман Т.Е., Финенко Г.А., Аннинский Б.Е. Биоэнергетика гидробионтов / под ред. Г.Е. Шульмана, Г.А. Финенко. Киев: Наук. думка, 1990. 248 с.
13. Альфа и омега: краткий справ. 2-е изд. Таллин: Валгу, 1988. 384 с.
14. Cabanas J.M., Gonzales J.J., Marino J. et al. Estudio de mejillon y desu epifauna en los cultivos flotantes de la Ria de Arosa. 3. Observaciones previas Sobre la retencion de particulos y la biodeposicion de una batea // Boletin dei Instituto espanol de oceanografia. 1979. 5, No 268. P. 45–50.
15. Говорин И.А., Адобовский В.В., Катков В.Н. Санитарно-бактериологические аспекты использования марикультуры мидий для биомелиорации морской среды // Гидробиол. журн. 1994. Т. 30. № 1. С. 44–53.
16. Dahlback B., Gunnarsson L.A.A. Sedimentation and sulfate reduction under a mussel culture // Ibid. 1981. 3, No 63. P. 269–275.

17. *Нехорошев М.В., Усс Ю.А., Шаляпин В.К.* Химический состав биоотложений и скорость их выделения культивируемыми мидиями // *Экология моря*. 1990. № 36. С. 37–41.
18. *Афанасьев Д.Ф., Карпакова И.Г., Барабашин Т.О., Елецкий Б.Д.* Характеристика перифитона искусственных рифовых систем Темрюкского залива Азовского моря // *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*. 2009. № 11. С. 18–31.
19. Разработка научных основ управления биопродуктивностью и исследовать закономерности формирования урожая моллюсков (мидий, устриц) в условиях марикультуры // *Отчет о НИР / ЮгНИРО, рук. А.П. Золотницкий*. Керчь. 2003. 41 с.
20. *Крючков В.Г.* Рифовые сооружения для биомелиорации Керченской бухты // *мат-лы конф. Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона*. Керчь. 2013. С. 136–145.
21. *Данилова М.В.* Перспективы развития санитарной марикультуры в Черном море // *Рыбное хозяйство*. 2010. № 3. С. 58–61.

Сведения об авторах:

Чуприна Екатерина Владимировна, канд. геогр. наук, научный сотрудник, ФГБУН «Институт водных проблем Российской академии наук», Россия, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3; e-mail: kat.4up@gmail.com

Щеголькова Наталья Михайловна, д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУН «Институт водных проблем Российской академии наук», Россия, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3; e-mail: nshegolkova@mail.ru