

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ПРАВИТЕЛЬСТВО КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
БАЛТИЙСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ РЫБОПРОМЫСЛОВОГО ФЛОТА**

БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ

**Материалы VI Международного Балтийского морского форума
3-6 сентября 2018 года**

Том 3

ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ, АКВАКУЛЬТУРА И ЭКОЛОГИЯ ВОДОЕМОВ

VI Международная научная конференция

Электронное издание

**Калининград
Издательство БГАРФ
2018**

Сост.: Кострикова Н.А.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ:

Волкогон В.А., ректор Калининградского государственного технического университета; Кострикова Н.А., проректор по научной работе КГТУ; Карпович С.М., начальник БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»; Яфасов А.Я., начальник Управления инновациями; Поляков Р.К., начальник Управления научно-исследовательской деятельности; Мезенова О.Я., заведующая кафедрой пищевой биотехнологии КГТУ; Титова И.М., заведующая кафедрой технологии продуктов питания КГТУ; Бокарев М.Ю., директор Института профессиональной педагогики БГАРФ; Тылик К.В., декан факультета биоресурсов и природопользования КГТУ; Лещинский М.Б., заведующий кафедрой автоматизированного машиностроения КГТУ; Соболин В.Н., декан транспортного факультета БГАРФ.

БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ: *материалы VI Международного Балтийского морского форума 3-6 сентября 2018 года* [Электронный ресурс]: В 6 томах. Т. 3. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов», VI Международная научная конференция. – Электрон. дан. – Калининград: Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018. – 1 электрон. опт. диск.

Международный Балтийский морской форум за шесть лет проведения успешно зарекомендовал себя как эффективная многофункциональная коммуникационная площадка для конструктивного диалога между представителями федеральных и региональных органов власти, производителей, инвесторов, бизнес-структур, профессиональных ассоциаций и объединений разработчиков технологий и научно-экспертного сообщества России, Калининградского региона в частности и зарубежных стран.

В рамках VI Международного Балтийского морского форума состоялись конференции:

- **«Инновации в науке, образовании и предпринимательстве – 2018»**, XVI Международная научная конференция;
- **«Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии»**, VI Международная научная конференция;
- **«Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов»**, VI Международная научная конференция;
- **«Пищевая и морская биотехнология»**, VII Международная научно-практическая конференция;
- **«Инновации в технологии продуктов здорового питания»**, V Национальная научная конференция;
- **«Прогрессивные технологии, машины и механизмы в машиностроении и строительстве»**, IV Международная научная конференция;
- **«Инновации в профессиональном, общем и дополнительном образовании»**, IV Международная научная конференция;
- **«Прогрессивные технологии на транспорте»**, Круглый стол;
- **«Инновационное предпринимательство – 2018»**, IV Международная конференция.

ON BIOTECHNOLOGY OF THE TURBOT BREEDING FROM THE AZOV AND BLACK SEA BASIN

Bulli L.I., PhD (Biology), Assoc. Professor

Kerch State Maritime Technological University, Kerch, Russia, e-mail: l_bulli@mail.ru

*Based on the materials, obtained during the artificial breeding of the Azov Sea and Black Sea turbot (genus *Scophthalmus* = *Psetta*), comparative analysis of some indices of their ripe eggs and larvae is made. It is shown that viable progeny can be obtained from the first 3-4 hatches of the fish fry where the dry weight of the egg makes up about 45 μg (the Black Sea turbot) and no less than 30 μg (the Azov Sea turbot). The optimum of the embryos and larvae development for both species is reported at the salinity range of 18-20 ppt.*

УДК 591.524.11.574.47(262.5)

БИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА СОЗДАНИЯ МОРСКОЙ ФЕРМЫ ПО КУЛЬТИВИРОВАНИЮ МИДИЙ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

¹Золотницкий Александр Петрович, профессор, д-р биол. наук

¹Сытник Наталья Александровна, доцент, канд. биол. наук

²Крючков Виктор Георгиевич, заведующий сектором

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Керченский государственный морской технологический университет», Керчь, Россия, e-mail: zapb@mail.ru, amtek-kerch@mail.ru

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», Россия, e-mail: kvg121047@mail.ru

Приведены данные по биологии, экологии и биотехнологии культивирования черноморской мидии. Исследованы наиболее приемлемые акватории в Черном море для создания хозяйства марикультуры мидий. Изучены плотность, биомасса и размерно-весовые характеристики естественных популяций мидий. Предложены схемы индустриального размещения морских сооружений в рассматриваемых акваториях, с учетом возможных и экстремальных гидрометеорологических условий

В настоящее время одной из наиболее важных задач, стоящих перед рыбохозяйственной наукой, является расширенное воспроизводство биологических ресурсов в пресных и морских водоемах. Исходя из современного состояния и тенденций развития, получение необходимых биоресурсов из Мирового океана, большинство ученых связывает с развитием аква- и марикультуры. Пятикратное увеличение масштабов культивирования гидробионтов за последние 25 лет, связано, в частности, и с промышленным культивированием моллюсков [1].

Мясо моллюсков является деликатесным, диетическим продуктом, содержащим в высоких концентрациях все незаменимые аминокислоты, а также биологически-активные вещества (БАВ), обладающие иммуномодулирующим, радиопротекторным и антираковым действием. Они нормализуют процессы метаболизма у человека, что поз-

воляет использовать их не только для производства пищевой продукции, но и для изготовления препаратов лечебно-профилактического назначения.

Чёрное море по своему физико-географическому положению является одним из наиболее перспективных бассейнов для выращивания моллюсков. Благоприятные климатические условия, высокая трофность шельфовой зоны Чёрного моря и наличие естественных (природных) популяций этих организмов, обеспечивающих морские хозяйства посадочным материалом, в значительной степени, определяют повышенный интерес к проблеме промышленного выращивания морских гидробионтов [2]. Следует отметить, что развитие промышленной марикультуры моллюсков в бывшем СССР началось в Чёрном море. Именно здесь в 1987 г. был создан производственный научно-технический центр (ПНТЦ) «Керчьмоллюск», с масштабами выращивания 10 тыс. тонн мидий, а затем и другие марихозяйства. К сожалению, в связи с распадом СССР указанные работы были прекращены хотя для своего продолжения имелись все необходимые предпосылки [1].

После перехода Крыма под юрисдикцию Российской Федерации вновь возникла возможность возродить марикультуру моллюсков на Чёрном море и создать сеть морских хозяйств (ферм) на Чёрном море, что может внести весомый вклад в решение продовольственной программы России. В связи с этим ФГБОУ ВО «КГМТУ» обратилось с предложением в Росрыболовство по организации мидийного хозяйства северо-восточной части Черного моря, на основе которого и был заключен договор по созданию такого хозяйства.

Таким образом, объектом настоящего исследования являлось организация морского хозяйства по культивированию мидий. Цель работы заключалась в разработке биоэкологического обоснования и оптимальных схем морских гидробиотехнических сооружений (МГБТС) для создания хозяйства по культивированию мидий в северо-восточной части Черного моря.

Материал и методы исследования. Исследования проводились в шельфовой зоне Керченского пролива и предпроливья Черного моря: переходная зона южной части Керченского пролива в предпроливье (м. Такиль- м. Кыз-Аул) и шельфовая зона от м. Кыз-Аул до м. Чауда. Сбор материала проводили путем полевых наблюдений и натуральных испытаний. Объем собранного и обработанного материала представлен в таблице 1.

Таблица 1

Объем собранного и обработанного материала

Название исследований	Объем работ
Гидробиологических станций	96
Бентосных станций	84
Собрано и обработано проб:	
- фитопланктона	86
- зоопланктона	93
Биологический анализ мидий естественных поселений	210
Обработано токсикологических проб	408
Собрано и обработано санитарно-бактериологических проб	287
Собрано и обработано паразитологических проб	138

Изучение естественных поселений мидий в исследуемом районе осуществляли в августе, в ходе экспедиции, проводимой вдоль исследуемого побережья на автотранспорте, а также в октябре, в ходе выполнения на судне бентосной съемки по стандартной схеме станций (рис. 1). В первом случае, мидий с помощью водолазов снимали с

субстрата в прибрежной зоне, на глубине 1,5 - 2 м. Во втором случае, на каждой станции проводили драгирование дна в течение определенного промежутка времени.

Результаты и обсуждение. В результате исследований ЮгНИРО, проведенных в различных районах Чёрного моря, разработана биотехнология и нормативы промышленного выращивания мидий, оригинальные технические средства для сбора спата и выращивания мидии до товарного размера, а также разработана механизированная линия по первичной обработке коллекторов и моллюсков на судне (съём мидий с коллекторов, чистка, мойка, сортировка на размерные фракции).

Для выращивания мидий необходимо, чтобы район для культивирования отвечал определенным требованиям: удаление акватории от промышленных и бытовых стоков, соответствие количества токсикантов (тяжелых металлов, пестицидов, детергентов), предельно-допустимым концентрациям, а бактериальной обсемененности воды и определенным санитарным нормам; океанографический режим района, особенно содержание кислорода, соленость и интенсивность водообмена, трофность акватории и отсутствие лимитирования заданных масштабов выращивания. В районе расположения берегового комплекса хозяйства должны быть все необходимые коммуникации: линия электропередачи, пресная вода, подъездные дороги [13]. В противном случае дальнейшие усилия и финансовые затраты будут нецелесообразны.

На I этапе работ, проводимых в 2016 г. основное внимание было уделено анализу экологического состояния района работ: гидрометеорологическим условиям акватории трофическим условиям биотопа, наличию маточных стад, анализу токсикологической и санитарно-бактериологической (включая паразитологическое) характеристике района и техническим средствам культивирования.

Проведенные исследования показали, что режим ветровой деятельности в северо-восточной части Черного моря характеризуется преобладанием ветров северо-восточных (19,3 %) и восточных (15,1 %) направлений. Северо-восточные ветры не создают максимального ветрового волнения на черноморском участке рассматриваемого побережья (м. Такиль – м. Чауда), а юго-западные ветры – благоприятны для плантаций, размещенных в южной части пролива (у крымского побережья). Результаты исследований течений, водообмена, колебаний солености, температурного и ледового режима северо-восточной части Черного моря позволяют сделать выводы о возможности реализации проекта создания морской фермы по культивированию мидий в указанном районе (рис. 1).

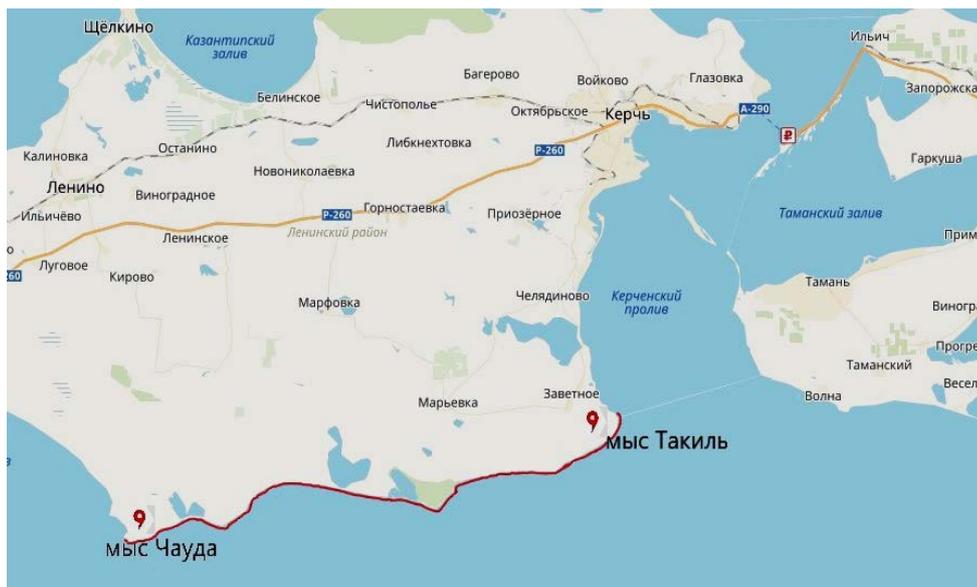


Рис. 1. Предполагаемая акватория для создания морской фермы по культивированию моллюсков от южной части Керченского пролива (от оз. Тобичик) до м. Такиль и м. Чауда

У берегов Крыма по гидрометеорологическим условиям для создания хозяйств подходят акватории от южной части Керченского пролива до м. Такиль и затем до м. Чауда (более 50 км восточного побережья Крыма и 2500 га площади подходящих акваторий). Здесь могут быть отработаны технологии функционирования морских ферм, как в условиях относительно укрытого от сильного волнения мелководья (южная часть Керченского пролива), так и в условиях открытого для волнения, относительно приглубого побережья (черноморское побережье Керченского полуострова). Хозяйство со всей своей инфраструктурой целесообразно расположить на южном побережье Керченского пролива или в районе предпроливье. Культивирование мидий можно проводить как в Керченском проливе (в районе оз. Тобечикское и п. Заветное), так и предпроливной части - от м. Такиль до м. Чауда (рис. 1).

Важнейшей характеристикой района, планируемого для развития марикультуры моллюсков, является его биологическая продуктивность, т.е. способность данного водоема образовывать (воспроизводить) определенное количество живого вещества за единицу времени (сутки, месяц, год). Исходной (базовой) характеристикой является продукция фитопланктона, где органическое вещество создается из неорганических элементов, и передается организмам высших трофических уровней (зоопланктону, моллюскам, рыбам). Проведенные гидробиологические съемки в предпроливье - прибрежной акватории моря от м. Такиль до м. Чауда, по стандартной сетке станций, показала, что распределение фитопланктона в исследуемом районе неравномерно и подвержено значительным изменениям даже в течение месяца, что по всей видимости, во многом зависит от системы течений. В целом биомасса фитопланктона в осенние месяцы поддерживалась на высоком уровне. Например, в сентябре, у побережья в районе м. Кыз-Аул она колебалась в разных точках от 145 до 938 мг/м³, а мористей, в отдельных точках, достигала 1257 мг/м³; в октябре у м. Кыз-Аул биомасса составляла всего 64 мг/м³, а в удаленной от берега глубоководной части 38 мг/м³. В районе м. Опук биомасса фитопланктона колебалась от 900 мг/м³ в сентябре до 600 мг/м³ в октябре. В районе п. Черноморское, на глубинах до 10 м, биомасса фитопланктона колебалась от 172 - 696 мг/м³ до 437-578 мг/м³ на глубинах свыше 20 м.

В октябре она, соответственно, снизилась 35 мг/м³ и 335 мг/м³. В районе м. Чауда на глубинах свыше 20 м биомасса фитопланктона колебалась от 293 до 512 мг/м³, тогда как у берега она достигала 1309 мг/м³ (рис. 2).

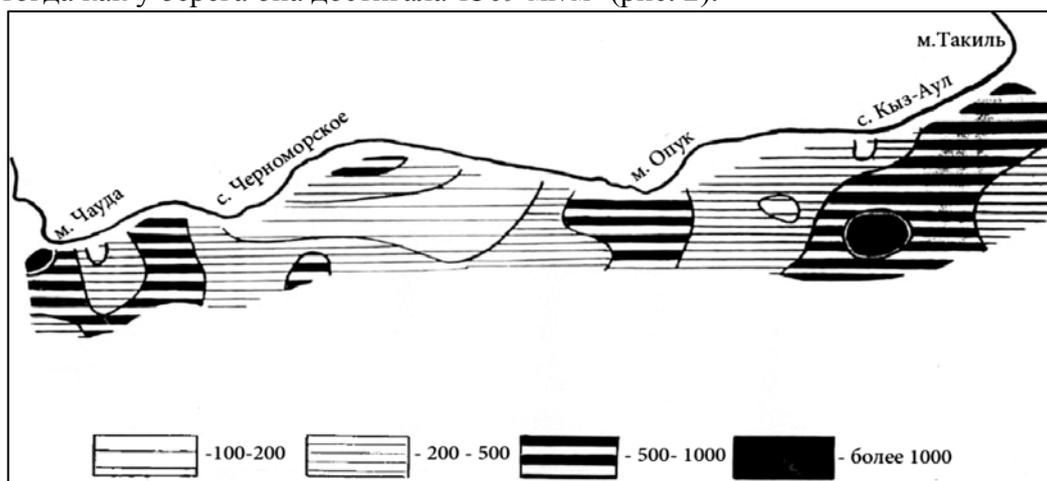


Рис. 2. Распределение биомассы фитопланктона (мг/м³) в Керченском предпроливье Чёрного моря

Средняя биомасса за период 2001 - 2013 гг. была достаточно высока и варьировала в пределах 281,9 - 1842,7 мг/м³. Содержание взвешенного органического вещества

(ВОВ) может достигать 20 мг/м^3 , что в 2-3 раза выше, чем в среднем по Черному морю, и еще раз демонстрирует высокую продуктивность вод и перспективность последнего в качестве полигона для товарного выращивания мидий.

Проанализирована токсикологическая и санитарно-бактериологическая (включая паразитологическое состояние моллюсков) характеристика мидий и морской воды в районах выращивания. Содержание и величина накопления в воде и донных отложениях, а также в мягких тканях мидий заметно варьировало в зависимости от сезонов года, но в целом, содержание токсикантов находится в пределах, характерных для Черного моря и не превышает их ПДК в мягких тканях мидий.

Санитарно-бактериологическое состояние морской воды и моллюсков является важнейшей характеристикой акватории. Многолетний анализ микробиологических проб воды и моллюсков проводимый в течение последних 30 лет указывает на удовлетворительное санитарное состояние исследуемых акваторий. В районах мидиевых плантаций патогенной микрофлоры (сальмонелл, шигелл, стафилококков, паразитических, альгинолитических, неагглютинирующих и холерных вибрионов) не обнаружено. При проведении паразитологических исследований не были обнаружены наиболее опасные для мидий паразиты - партениты трематод (*Proctoeces maculatus*) и микроспоридий (*Diphtheroastonom*). Обычно в мидиях встречаются комменсалы: инфузории (*Ancistrum*) и губки (*Cliona*), которые не оказывают патогенного влияния на жизнедеятельность моллюсков.

При выращивании в условиях экстенсивной марикультуры моллюсков, в том числе и мидий, проблема посадочного материала является ключевой. Основными поставщиками личинок на коллекторы, являются репродуктивные части местной популяции мидий. Важным параметром состояния популяции является ее ежегодное пополнение молодью [6]. В связи с этим представляло интерес изучить естественные популяции мидий в исследуемых районах. Исходя из результатов бентосных съемок, выполненных ЮгНИРО на протяжении последних 30 лет, были получены материалы по распределению и запасам (биомассе) мидий в Керченском проливе. В последние годы основные запасы мидий в этом районе заметно снизились, но тем не менее основные популяции мидии были сосредоточены у м. Белый, южной оконечности к. Чушка и на Церковной банке [3, 9, 13]. Общий запас мидий на обследованных банках по предварительным данным оценивается в 3,63 тыс. тонн на площади $2,38 \text{ км}^2$. Бентосные съемки, проведенные в предпроливной Чёрного моря, показали наличие достаточно крупных естественных популяций мидий естественных биотопов (рис. 3).

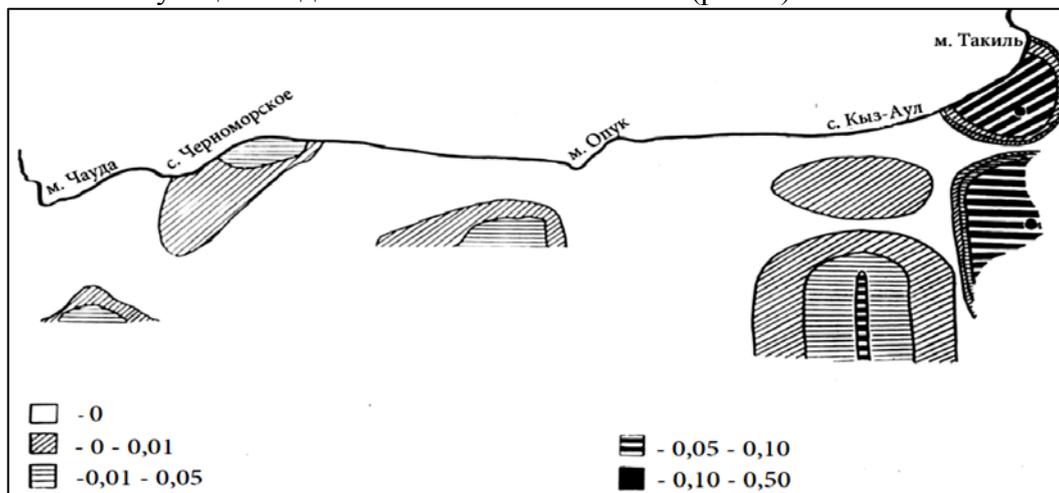


Рис. 3. Распределение биомассы мидий (кг/м^2) в Керченском предпроливье Черного моря

Таким образом, в исследуемом районе имеется значительное маточное стадо мидий, которое способно обеспечить посадочным материалом (спатом) промышленные мидийные плантации на любом участке шельфа от м. Кыз-Аул до м. Чауда. Об этом также свидетельствуют результаты биологического анализа проб моллюсков, отобранных нами из разных мест обитания (таблица 3).

Таблица 2

Размерно-весовые показатели мидий из разных биотопов Керченского предпроливья

Район	м. Кыз-Аул		м. Опук		с. Черноморское		м. Чауда	
	Min - max	X ± σx	Min - max	X ± σx	Min - max	X ± σx	Min - max	X ± σx
Длина раковины (мм)	33 – 83	59,1 ± 1,63	37-85	59,7±1,8	20 - 70	61,1±1,63	38-82	51,3±1,9
Общая масса (г)	3,1-55,5	19,3 ± 1,46	5,3-61	22,3±2,1	1,8 -39	22,3±1,76	4,3-55	13,5±1,1
Масса раковины (г)	1,7-26,2	11,1 ± 0,89	2,6-32	12,3±1,19	1,7-26	14,1±0,89	3,0-36	9,4±1,32
Масса мягких тканей (г)	0,31 - 6,5	5,5 ± 0,84	0,8-7,3	3,1 ± 0,24	0,6-6,1	3,1 ± 0,24	0,7-6	2,15±0,2

Известно, что все этапы процесса культивирования промысловых беспозвоночных связаны с разработкой и использованием различных инженерных сооружений и конструкций, необходимых для сбора молоди и её выращиванием до промысловых (товарных) размеров.

В связи с этим был проведен анализ морских гидробиотехнических сооружений (МГБТС), используемых для культивирования мидий. Морские сооружения должны быть надежными и без существенных поломок использоваться несколько циклов выращивания. Они должны легко изготавливаться на берегу и технологично устанавливаться в море (монтироваться под водой), а далее быть технологичными в обслуживании (особенно при съеме «урожая» моллюсков и повторной подготовке МГТС для нового цикла выращивания) [3, 9, 10].

Условия северо-восточной части Черного моря, которые учитываются при выборе МГБТС следующие: достаточная обеспеченность личинками мидий и кормовой базой; имеются необходимые глубины от 8 до 25 м (большое плато, более 1,2 тыс. га между мысами Такиль и Опук); наличие постоянных течений (0,2-0,3 м/с); нет льда зимой; но имеют место сильные шторма, при наблюдаемых зимой ветрах 20-30 м/с. Район выращивания открыт для сильных ветров и поэтому штормоопасен.

Установленные в море МГБТС (на продолжительный срок) будут воспринимать значительные волновые нагрузки. Удобные бухты у берегов восточного побережья Крыма отсутствуют. Необходимо учитывать, что берега – обрывистые, подвержены разрушению и мало пригодны для базирования (постройки индивидуальных причалов) обслуживающих плавсредств.

В соответствии с этим культивирование моллюсков в этом районе рекомендуется проводить на достаточно надежных, штормоустойчивых морских сооружениях. Поэтому необходимо для этих акваторий определить наиболее подходящие конструкции

МГБТС, и выполнить соответствующие расчеты их штормоустойчивости, а затем провести на базе разрабатываемого НП «Центра...» соответствующие их испытания и доработку [9, 10]. Причем необходимо осуществить проверку всех циклов выращивания от первичной установки коллекторов до съема урожая и повторного использования МГБТС (на следующий цикл выращивания) и отработать все используемые технологические регламенты. После анализа испытаний можно рекомендовать надежные МГБТС (с минимальными рисками) для их промышленного, практического изготовления и использования в хозяйствах. С целью выбора, разработки и проведения испытаний были проанализированы все известные конструкции МГБТС.

Рекомендованы для использования следующие коллекторы-носители (рис. 4, 5):

- сооружения гребенчатые линейного типа (СГЛ), на глубинах от 8 до 12 м;
- коллектор-носитель пилообразный (КНП) и их различные модификации по размерам и типам субстратов (на глубинах от 15 до 25 м).

Технические характеристики и расчеты, подтверждают надежность конструкций коллекторов и носителей (КНП и СГЛ), с учетом возможных и экстремальных гидрометеорологических условий рассматриваемых акваторий.

Проведена работа по подбору необходимых конструкторских решений, связанных с формой и удельной поверхностью коллектора, для исключения массового опадания с них мидий. Показано, что относительная поверхность коллектора (отношение площади к длине – S/L) искусственного субстрата в значительной степени определяет, как плотность и скорость роста моллюсков на искусственных субстратах, так и скорость элиминации.

По существующим расчетам для ежегодных объемов выращивания порядка 200 тонн моллюсков МГБТС должны быть размещены на акватории в блочно-шахматном порядке.

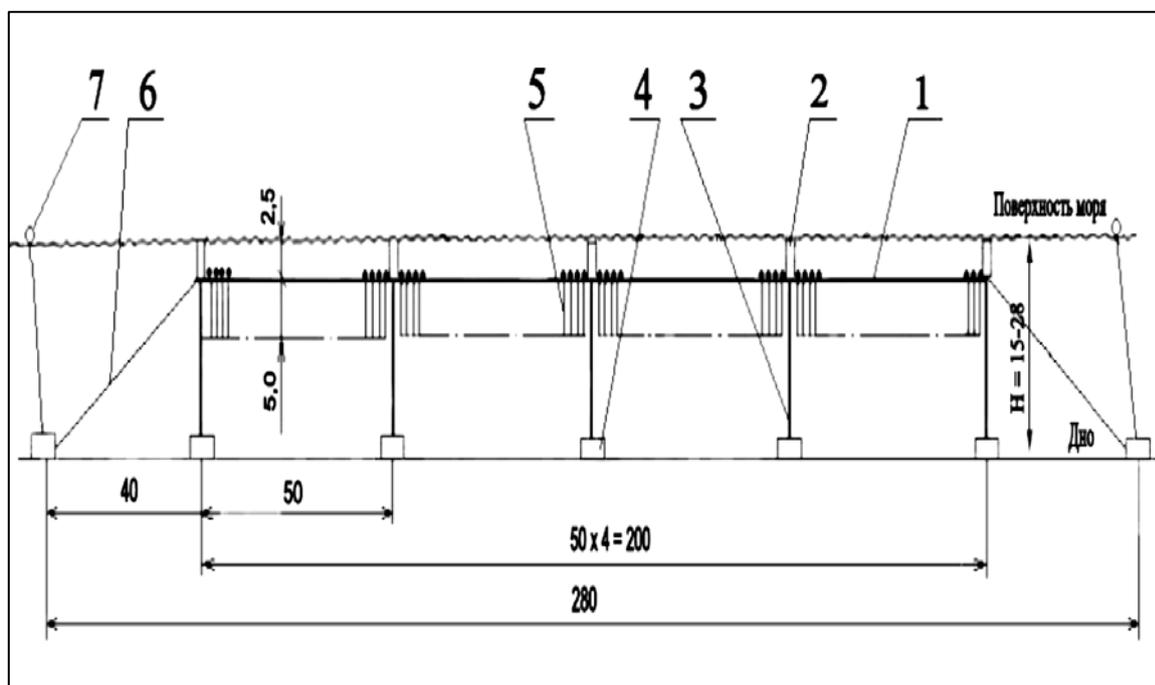


Рис. 4. Коллектор-носитель пилообразный (КНП):
 1 – хребтина несущая; 2 – груз; 3 – субстратная часть; 4 – поплавок;
 5 – буй указательный с буй-линем (размер в м)

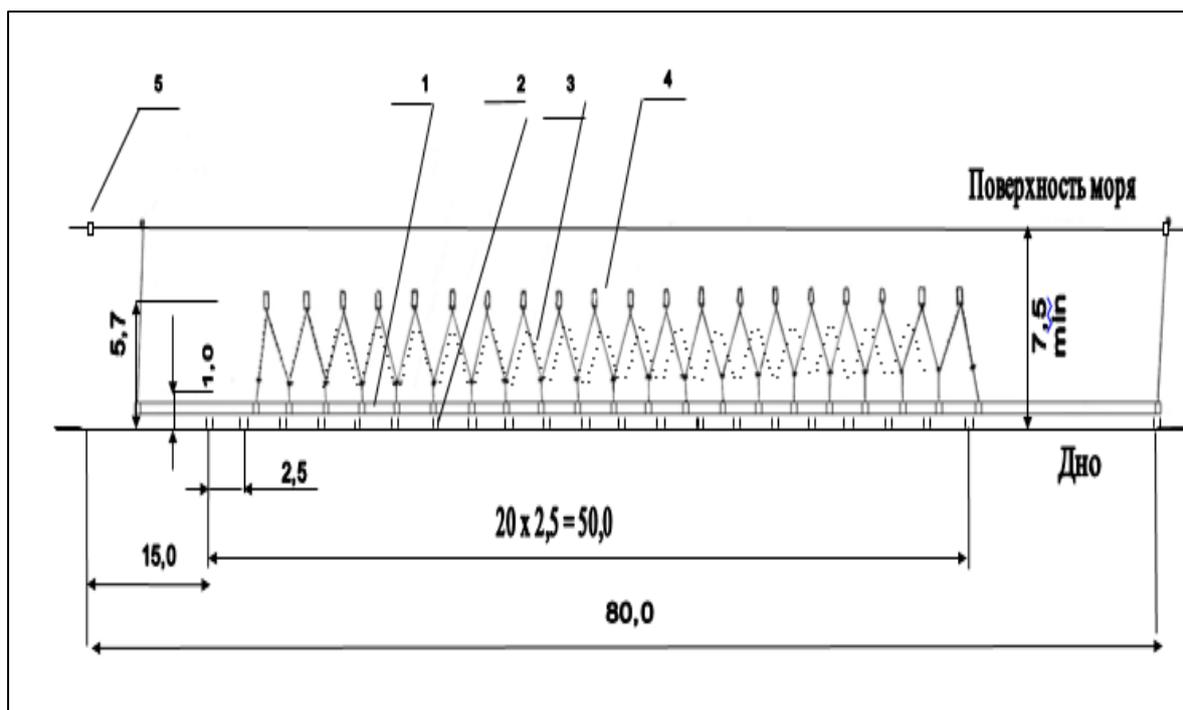


Рис. 5. Сооружение П-образное гребенчатого типа (СГЛ):

1 – хребтина несущая, с наплавами; 2 – буй карандашеобразный; 3 – оттуга; 4 – груз;
5 – коллектор; 6 – оттяжка; 7 – буй-линь указательный (размеры в м)

На основе проведенных исследований определены следующие бионормативы выращивания мидий:

- для непрерывных, коллекторов-носителей пилообразных (КНП), глубин 6 - 10 м (для условий аналогичных Керченскому проливу), не более – 0,8 т/га;
- для П-образных гибких сооружений (СГЛ), с глубинами 15 - 22 м, с циклом выращивания 1 год – 1,7 т/га, а с циклом выращивания более 1 года.

На II этапе работ, проводимых в 2017 г., основное внимание было уделено анализу закономерностям динамике численности моллюсков на различных типах коллекторов, поскольку их конструкции определяют конечную биомассу (урожай) моллюсков на различных морских гидробиотехнических сооружениях и на единице площади акватории. Анализ показал, что наиболее оптимальными типами искусственного субстрата (S/L) являются коллекторы с ω равной 0,21 и 0,34. Это дает возможность прогнозирования урожая моллюсков в зависимости от типа искусственного субстрата.

В результате выполненных исследований были определены приоритеты в выборе районов размещения мидийных плантаций вдоль черноморского побережья РФ. Проведены исследования по характеристике экологических условий выращивания мидий в северо-восточной части Черного моря. Для разработки научно-технического обоснования проекта создания морской фермы по культивированию мидий в северо-восточной части Черного моря рекомендована акватория в южной части Керченского пролива и предпроливной зоне Черного моря, прилегающая к Керченскому полуострову – от мыса Такиль до мыса Чауда.

Предложены две схемы индустриального размещения морских сооружений (КНП и СГЛ), для которых определены нормативы урожайности моллюсков.

Особое внимание уделяется удалению отходов при обработке коллекторов и и получения сырья из мидий. Для поддержания благоприятного санитарного состояния широко применяются различные способы очистки воды, емкостей и помещений: озонирование, хлорирование и ультрафиолетовое облучение. На участке можно осуществ-

лать ряд операций (мойку, очистку, сортировку, укладку в ящики, отстой в бассейнах, взвешивание) для реализации, как живые мидии, но и переработанные моллюски и получения вареного мяса (без биссуса) и мидийного бульона. Соответственно, приведены технологические схема их производства.

Предусмотрено проектирования и постройка специализированного судна для обслуживания морских гидробиотехнических сооружений (МГБТС) разработано техническое задание (ТЗ) и общий вид судна - катамарана [9]. Основу плавучести катамарана выполняют, изготовленные на заводе стеклопластиковые понтоны. Они крепятся к палубной объемной раме с помощью гайко-шпилечных резьбовых соединений. На катамаране размещают оборудование для производства всех необходимых морских работ. Передвижение судна по воде осуществляется с помощью подвесного лодочного двигателя. Оснащение, снаряжение и безопасность мореплавания судна обеспечивается в соответствии требованиям, разработанного ТЗ и существующих нормативных документов (перечислены в ТЗ). Согласно технологии обслуживания МГБТС с помощью специализированного судна должны проводиться следующие работы:

- установка в море на дно тяжелых бетонных грузов (до 6 т на воздухе) в точках с определёнными координатами;
- установка несущих хребтин (длиной до 200 м) с помощью оттяжек и грузов;
- фиксация и перемещение вдоль несущей хребтины при навеске на нее мидийных коллекторов (без водолазов) и поплавков (плавучестью до 200 кгс);
- отсоединение от несущей хребтины (без водолазов) и подъем (из воды) мидийных коллекторов с урожаем (каждый, длиной – до 6 м и массой, до 150 кг) и гирлянды устричных садков с устрицами (4 садка в одной гирлянде, длиной – 5 м и суммарной массой, до 200 кг);
- мойка забортной водой, размещение на палубе и транспортировка (под навесом, в специальных перемещаемых коробах – ящиках) одновременно - коллекторов (не менее 20 шт.) и садков (48 шт.) –массой, не менее – 4,5 т (без учета массы работников - до 8 чел., - судового палубного оборудования, не менее 300 кг и - снаряжения, не менее – 150 кг, суммарно с учетом перечисленного, не менее 6 т). Использование специализированного судна в морском хозяйстве, в соответствии с рекомендуемой специалистами технологией использования, должно обеспечить ежегодные объемы выращивания – 100 т мидий.

При проведении работ по промышленному выращиванию мидий у пользователей возникает ряд проблем при обустройстве причалов для базирования судов. Причалы и причальные сооружения приходится создавать для условий открытого берега, при отсутствии так называемых «закрытых» бухт. Поэтому рекомендуется создание закрытых коллективных портов с локальным размещением сразу нескольких хозяйств («Центра...») предлагаются схемы (варианты) создания причальных индивидуальных сооружений.

К факторам, несколько осложняющим крупномасштабное выращивание мидии, можно отнести динамический солевой режим, а также в отдельные годы образование в проливе льда. Однако эти недостатки в значительной степени компенсируются высокой кормовой базой - содержанием взвешенного и растворенного органического вещества в проливе и предпроливной зоне, о чем свидетельствует высокие темпы роста и скоростью продуцирования биомассы популяций моллюсков на коллекторах.

Таким образом, приведенные выше данные позволяют считать южную часть Керченского пролива и предпроливье вполне возможным районом для крупномасштабного выращивания мидий. Для этого пригодна весьма обширная акватория, начиная от южной части Керченского пролива до м. Чауда и предпроливную часть Чёрного моря до Феодосийского залива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Возрождение рыбохозяйственной отрасли Крыма. Основные направления и задачи научно-технического обеспечения / Губанов Е.П. Масюткин Е.П. Панов Б.Н. и др. Рыбн. хоз-во. Керчь, 2014. № 2. С. 15-18.
2. Иванов В.Н. Марикультура мидий на Черном море. Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ - Гидрофизика», 2007. 314 с.
3. Эффективные методы выращивания мидий на различных типах гидробиотехнических сооружений / Золотницкий А.П. Крючков В.Г. и др. Отчет о НИР. Тема 6. № Гос. Рег. 0103U004752. Керчь: ЮгНИРО, 2003. 41 с.
4. Агапов С.А. Дудкин С.И. Современное состояние водных биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и проблемы их рационального использования. Мат. междунауч. конф. посвященной 100-летию со дня рождения Г.В. Никольского. 20-23 сентября 2010 года в г. Ростове-на-Дону. Ростов-на-Дону: ФГУП «АзНИРХ», 2010. 358 с.
5. Воробьев В.П. Мидии Черного моря. Тр. АзЧерНИРО, 1938. Вып. 11. С. 3-25.
6. Золотницкий А.П. Биологические основы культивирования моллюсков в различных районах Чёрного моря: дис. докт. биол. наук: 03.00.17. К.: Институт Гидробиологии, 2004. 408 с.
7. Золотницкий А.П. Крючков В.Г. О возможных экологических последствиях крупномасштабного культивирования мидий в шельфовой зоне Черного моря. Междунауч. конф. «Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна». Керчь: ЮгНИРО, 2006. С. 30-35.
8. Иванов А.И. Некоторые итоги и задачи разработки биотехнологии выращивания мидий в Черном море. В сб.: Моллюски: результаты и перспективы их исследований. Л.: Наука, 1986. С. 465-466.
9. Крючков В. Г. Создание хозяйств марикультуры в прибрежных акваториях Чёрного моря. Основные результаты комплексных исследований в Азово-черноморском бассейне и Мировом океане, 2011. Т. 49. С. 72-77.
10. Крючков В.Г. Себестоимость выращивания мидий в современных условиях. Рыбн. хоз-во Украины, 2011. № 5. С. 62-66.
11. Панов Б.Н. Океанографические предпосылки размещения аквахозяйств в Черном море. Тр. ВНИРО "Рыбохозяйственные исследования в Азово-Черноморском бассейне". М.: ВНИРО, 1987. С. 4-12.
12. Скарлато О.А. Старобогатов Я.И. Класс двустворчатые моллюски – *Bivalvia*. Определитель фауны Черного и Азовского морей. К.: Наука, 1972. Т. 3. С. 178-249.
13. Троценко Б. Г. Солодовников А.А. Проблемы и перспективы развития аквакультуры в Крыму. Рыбн. хоз-во Украины, 2006. № 5/6. С. 41-46.
14. Шурова Н.М. Структурно-функциональная организация популяции мидий *Mytilus galloprovincialis* Черного моря: дис. докт. биол. наук: 03.00.17. Севастополь, 2009. 379 с.

BIOECOLOGICAL SUBSTANTIATION AND DEVELOPMENT OF THE MARINE FARM CREATION PROJECT FOR CULTIVATION OF MUSSELS IN THE NORTH-EASTERN PART OF THE BLACK SEA

¹Zolotnitsky Alexander Petrovich, Doctor of Biological Sciences, Professor

¹Sytnik Natalia Alexandrovna, Ph.D., Associate Professor of the Department "Aquatic Bioresources and Mariculture"

²Kryuchkov Victor Georgievich., sector head

¹Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Kerch State Maritime Technological University", Kerch, Russian Federation; e-mail: zap6@mail.ru, amtek-kerch@mail.ru

²Federal State Budget Scientific Institution "Azov Scientific Research Institute of Fisheries", e-mail: kvg121047@mail.ru

The paper presents data on bioecology and biotechnology of cultivation of the Black Sea mussel. The most suitable water areas in the Black Sea have been explored for the creation of a mariculture of mussels. The density, biomass, and size and weight characteristics of natural populations of mussels were studied. Schemes of industrial placement of offshore structures in the considered water areas are proposed, taking into account possible and extreme hydrometeorological conditions.

УДК 608.2

ДИНАМИКА ПРОЦЕССА АВТОФЛОКУЛЯЦИИ КЛЕТОК МИКРОВОДОРОСЛЕЙ *CHLORELLA SOROKINIANA* В АКВАКУЛЬТУРЕ

Кузнецова Татьяна Алексеевна, доцент, канд. биол. наук
Базарнова Юлия Генриховна, профессор, д-р техн. наук, профессор
Боргоякова Анастасия Сергеевна, магистр

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия, e-mail: kuznetsova.ta1@spbstu.ru, jbazarnova@spbstu.ru, a_borgoyakova@mail.ru

*Культивирование микроводорослей *Chlorella sorokiniana* для получения продуктов с высокой добавленной стоимостью является перспективным направлением аквакультуры ввиду высокой скорости роста биомассы. До сих пор не найдено дешевого и эффективного способа концентрирования биомассы, позволяющего снизить общую себестоимость продуктов из *C. sorokiniana*. Цель работы – исследование процесса автофлуклюляции микроводорослей *C. Sorokiniana* и влияния pH и концентрации клеток в суспензии на динамику и эффективность процесса. Установлено, что эффективность автофлуклюляции при pH 11 составляет 95,4 %. Увеличение pH более 11 приводит к частичной гибели клеток популяции. Показано, что продолжительность седиментации флуклюлятов зависит от фазы роста популяции и увеличивается в фазе интенсивного роста*

Введение

Культивирование микроводорослей *Chlorella sorokiniana* для получения продуктов с высокой добавленной стоимостью является перспективным направлением аквакультуры ввиду высокой скорости роста биомассы [1] [2], содержащей значительное количество ценных компонентов [3], а также низких затрат на культивирование [4].

Биомасса микроводорослей *C. sorokiniana* является перспективным сырьевым источником для производства кормов, а также получения эссенциальных липидов, пигментов, белков, растительных волокон [5].

Незначительная масса клеток водорослей *C. sorokiniana* и отрицательный заряд на их поверхности создает проблемы концентрирования биомассы и ее отделения от культуральной среды [6].