

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА УКРАИНЫ

ЮЖНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МОРСКОГО  
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ

КЕРЧЕНСКИЙ ГОРОДСКОЙ СОВЕТ

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНЫ  
МОРСКОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНЫ

ФГУП «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ»

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ЮЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ИНСТИТУТ ЗООЛОГИИ АКАДЕМИИ НАУК МОЛДОВЫ

## **МАТЕРИАЛЫ**

### **VII МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

# **«СОВРЕМЕННЫЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА»**

## **ТОМ 2**

*г. Керчь, 20 - 23 июня 2012 г.*

УДК 639.2/.3+574.5(262.5+262.54)

Главный редактор:  
кандидат географических наук

**О. А. ПЕТРЕНКО**

Редакционная коллегия:

доктор биологических наук **Н. П. Новиков**  
доктор географических наук **В. А. Брянцев**  
доктор географических наук **П. Д. Ломакин**  
кандидат биологических наук **В. А. Шляхов**  
кандидат биологических наук **Л. И. Булли**  
кандидат географических наук **Б. Г. Троценко**

**А. А. Солодовников**

**В. Н. Туркулова**

**Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона** : материалы VII Международной конференции. Керчь, 20-23 июня 2012 г. – Керчь: ЮгНИРО, 2012. – Т. 2. – 196 с.

Во втором томе материалов конференции публикуются доклады о состоянии и перспективах аквакультуры Азово-Черноморского бассейна, работы по результатам региональных ихтиологических изысканий и информационному обеспечению исследований.

**Сучасні рибогосподарські та екологічні проблеми Азово-Чорноморського регіону** : матеріали VII Міжнародної конференції. Керч, 20-23 червня 2012 р. – Керч: ПівденНІРО, 2012. – Т. 2. – 196 с.

У другому томі матеріалів конференції публікуються доклади про стан і перспективи аквакультури Азово-Чорноморського басейну, роботи по результатах регіональних їхтіологічних досліджень та інформаційному забезпеченню досліджень.

**Current fishery and environmental problems of the Azov-Black Sea Region** : materials of VII International Conference. Kerch, 20-23 June 2012. – Kerch: YugNIRO Publishers', 2012. – Vol. 2. – 196 p.

Volume II contains reports on state and prospects of aquaculture in the Azov-Black Sea basin, papers on the results of regional ichthyologic investigations and information support of the research.

**© АВТОРСКОЕ ПРАВО**

Исключительное право на копирование данной публикации или какой-либо её части любым способом принадлежит ЮгНИРО.

По вопросу возможности копирования для некоммерческих целей обращаться по адресу: ЮгНИРО, ул. Свердлова, 2, г. Керчь, 98300, Автономная Республика Крым, Украина.

Телефон (приемная): +380 6561 21012

Факс: +380 6561 6-16-27

E-mail: [yugniro@kerch.com.ua](mailto:yugniro@kerch.com.ua)

<http://yugniro.in.ua>

## АКВАКУЛЬТУРА: СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ, БИОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЮГА РОССИИ

Г. Г. Магишов, Е. Н. Пономарева

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Южный научный центр Российской академии наук (ЮНЦ РАН)

*В связи со спадом промышленного рыболовства в мире наблюдается интенсивный рост аквакультуры, важнейшей составляющей экономики рыбохозяйственного комплекса. Россия по производству продукции аквакультуры имеет низкие показатели, ее доля в мировом масштабе составляет только 0,2 %. Сравнительный анализ развития аквакультуры в ведущих зарубежных странах и России выявил сильнейшее отставание нашей страны, основной причиной которого является отсутствие законодательной и нормативно-правовой базы.*

*В ЮНЦ РАН на основе фундаментальных исследований биологии осетровых рыб разработан комплекс интенсивных технологий выращивания ценных видов рыб в модульных регулируемых системах для восстановления численности и генофонда в Азово-Черноморском бассейне и получения экологически чистой товарной продукции.*

Ключевые слова: Азовское море, аквакультура, воспроизводство осетровых, товарное выращивание осетровых, интенсивные биотехнологии аквакультуры, законодательная база аквакультуры

В последние десятилетия наблюдается спад промышленного рыболовства, а после введения исключительных экономических зон в большинстве мировых рыболовных держав осознали ограниченность естественной сырьевой базы для его развития. Промысловая нагрузка на традиционные, наиболее востребованные объекты, превысила допустимый уровень. Это привело к снижению запасов водных биоресурсов естественного происхождения. Когда к концу 70-х гг. прошлого века стали очевидны пределы объёмов добычи мирового рыболовства, составляющие 100 - 120 млн. т в год, многие страны из числа мировых рыболовных держав переключились на аквакультуру – разведение, выращивание и содержание в полностью или частично контролируемых условиях водной среды рыб, моллюсков, ракообразных, иглокожих и водорослей.

Производство мировой аквакультуры ежегодно возрастает на 8 - 10 %. В развитых странах в последние 25 лет постепенно заменяют традиционный промысел рыбы и морепродуктов их искусственным выращиванием. Основная часть искусственно выращенных водных биоресурсов поступает из стран Азии (рис. 1).

Высокий рыночный спрос и эффективность производства определяют устойчивый рост инвестиций в аквакультуру в мировом масштабе, обуславливающий, в том числе, и снижение нагрузки

на естественные запасы морских биологических ресурсов, откуда очевидна актуальность развития этого направления. В национальном проекте РФ «Развитие агропромышленного комплекса» аквакультура с 2007 г. заняла одно из важнейших мест.

Интенсивное развитие мировой аквакультуры показывает динамика товарного выращивания атлантического лосося (сёмги) на примере ведущих стран мира по разведению этой рыбы (рис. 2).

Примером же катастрофического снижения промысловых запасов естественных водных биоресурсов могут служить южные моря России, в которых в течение последних пятнадцати лет естественное воспроизводство ценных ви-

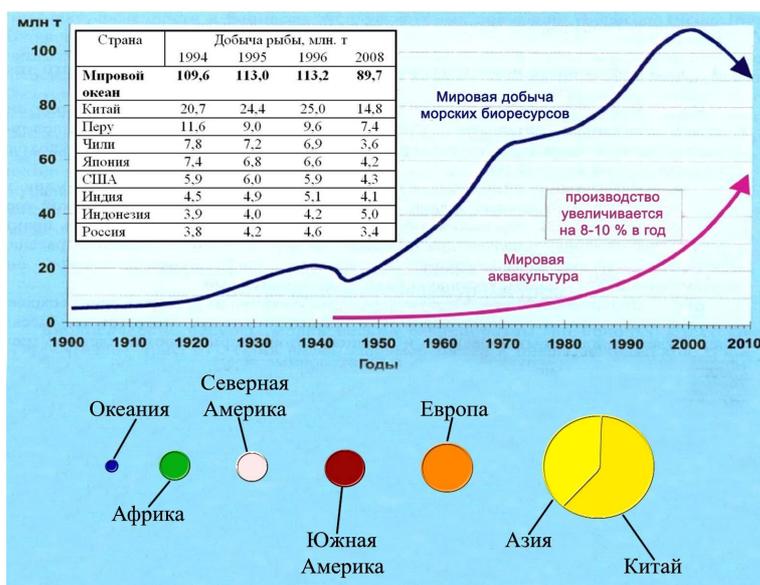


Рисунок 1 – Мировой вылов, продукция аквакультуры в XX и XXI столетиях и масштабы производства на разных континентах

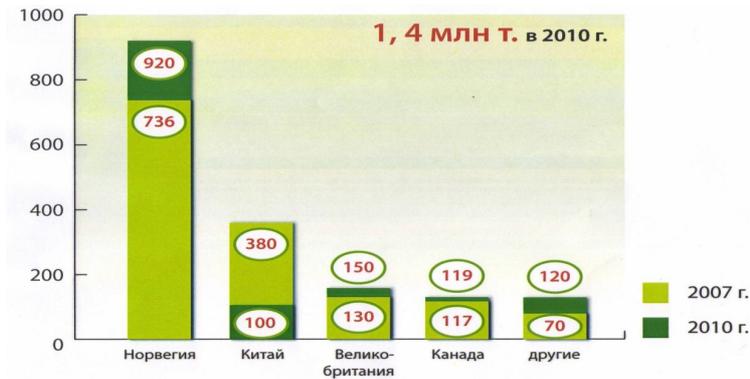


Рисунок 2 – **Мировой объём выращивания сёмги (по Васильеву, 2011)**

осетровыми рыбами, традиционно являвшимися наиболее ценными объектами промысла в бассейнах южных морей России.

Наибольшей интенсивности промысел осетровых рыб в бассейне Азовского моря достиг к середине XIX века, когда в год добывалось порядка 10 - 14 тыс. т осетровых. В XX веке максимальный улов был отмечен в 1936 г. и составил 5,4 тыс. т [18]. В 1995 г. официальные уловы осетровых составили всего 790 т, к 2000 - 2002 гг. упали до 20 - 70 т, а в настоящее время не превышают 2 - 4 т. За минувшие 150 лет произошло катастрофическое падение уловов осетровых более чем в 1000 раз [7].

В настоящее время природные популяции всех азовских проходных осетровых рыб – белуги, севрюги, и осетра не только полностью утратили промысловое значение, но и фактически оказались поставлены на грань исчезновения. Заводское воспроизводство осетровых не способно компенсировать объемы и темпы их незаконного изъятия [4 - 6, 9].

В результате к 2000 г. на Азове и Каспии резко деградировало как естественное размножение рыб, так и искусственное выращивание молоди на заводах.

На Азове в условиях рыночной экономики во много раз сократился выпуск заводской молоди и произошел резкий спад (в несколько раз) товарного выращивания рыбы. В настоящее время в Азовском бассейне работают заводы по воспроизводству осетровых рыб, выпуск молоди которыми в 2000 г. составил 38,42 млн. шт. В 2004 г. выпуск молоди осетровых сократился до 19,5 млн. шт., а в 2006 г. составил всего 5,365 млн. шт. По данным предприятий по воспроизводству, в 2009 г. в Азовское море было выпущено 4,6 млн. молоди осетровых, в 2010 – 7,8 млн. шт.

Одной из важнейших составляющих экономики рыбохозяйственного комплекса является аквакультура, представляющая собой вид хозяйственной деятельности по искусственному разведению и товарному выращиванию рыб и других водных организмов с целью получения различных видов продукции [12, 13, 15].

С 1993 по 2007 гг. вклад аквакультуры (морской и пресноводной) в мировое производство продуктов водного происхождения увеличился с 17 до 35 %, т.е. более чем вдвое. В 2007 г. мето-

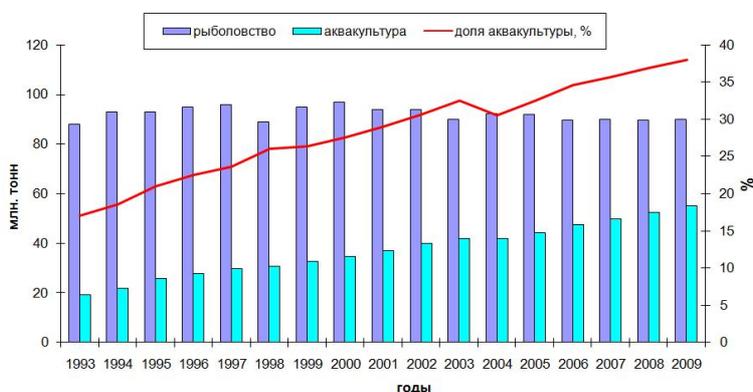


Рисунок 3 – **Мировая продукция рыболовства и аквакультуры в 1993 - 2009 гг. по данным ФАО (по Марковцеву, 2008, с дополнениями)**

дов рыб оказалось почти полностью уничтожено, и происходит свертывание промышленного рыболовства.

Если в прошлом уловы в каждом из южных морей достигали 400 - 600 тыс. т, то к настоящему времени вылов снизился в 10 и более раз. Согласно данным официальной статистики, в 30 - 50 гг. прошлого века уловы в бассейне Азовского моря достигали 150 - 300 тыс. т, а в 2000 - 2006 гг. – не превышали 30 - 40 тыс. т.

Сложная ситуация сложилась с

аквакультуры произведено, по данным ФАО, 65,18 млн. т из общего объема продукции в 140 млн. т (рис. 3). В 2008 и 2009 годах объем аквакультуры составил 55 млн. т.

На первом месте по выращиванию водных биоресурсов находится Китай, на последующих ступенях первой десятки – также азиатские страны, преимущественно с субтропическим и тропическим климатом: Индия, Индонезия, Бангладеш, Япония и др. [3]. В странах Юго-Восточной Азии объем аквакультуры уже превышает

аквакультуры произведено, по данным ФАО, 65,18 млн. т из общего объема продукции в 140 млн. т (рис. 3). В 2008 и 2009 годах объем аквакультуры составил 55 млн. т.

На первом месте по выращиванию водных биоресурсов находится Китай, на последующих ступенях первой десятки – также азиатские страны, преимущественно с субтропическим и тропическим климатом: Индия, Индонезия, Бангладеш, Япония и др. [3]. В странах Юго-Восточной Азии объем аквакультуры уже превышает

аквакультуры произведено, по данным ФАО, 65,18 млн. т из общего объема продукции в 140 млн. т (рис. 3). В 2008 и 2009 годах объем аквакультуры составил 55 млн. т.

На первом месте по выращиванию водных биоресурсов находится Китай, на последующих ступенях первой десятки – также азиатские страны, преимущественно с субтропическим и тропическим климатом: Индия, Индонезия, Бангладеш, Япония и др. [3]. В странах Юго-Восточной Азии объем аквакультуры уже превышает

аквакультуры произведено, по данным ФАО, 65,18 млн. т из общего объема продукции в 140 млн. т (рис. 3). В 2008 и 2009 годах объем аквакультуры составил 55 млн. т.

На первом месте по выращиванию водных биоресурсов находится Китай, на последующих ступенях первой десятки – также азиатские страны, преимущественно с субтропическим и тропическим климатом: Индия, Индонезия, Бангладеш, Япония и др. [3]. В странах Юго-Восточной Азии объем аквакультуры уже превышает

аквакультуры произведено, по данным ФАО, 65,18 млн. т из общего объема продукции в 140 млн. т (рис. 3). В 2008 и 2009 годах объем аквакультуры составил 55 млн. т.

аквакультуры произведено, по данным ФАО, 65,18 млн. т из общего объема продукции в 140 млн. т (рис. 3). В 2008 и 2009 годах объем аквакультуры составил 55 млн. т.

объем вылова с 2008 г. и составляет 92 % от общего объема ее производства в мире, на остальные регионы приходится только 9 % [2].

Примером интенсивной аквакультуры может служить аквакультура Норвегии, расположенной в приполярном регионе и традиционно входящей в число ведущих рыболовных держав мира.

Общая продукция аквакультуры в Европе составляет 2,3 млн. т; наиболее развита эта отрасль, кроме Норвегии, в Испании и Франции (рис. 4).

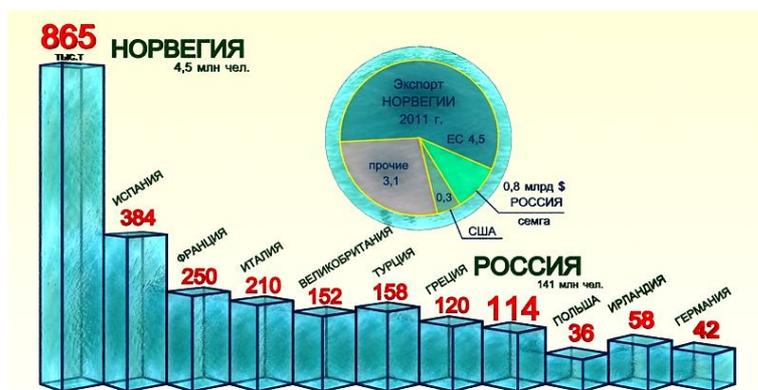


Рисунок 4 – Производство продукции методами аквакультуры в странах Европы в 2010 г.

пании и Португалии также развивается коммерческое культивирование осетровых рыб. Выращивают белугу, стерлядь, русского осетра и различные гибриды. Общая продукция мяса осетров в Европе составляет 1000 т. В США и Канаде в 2000 г. произведено 1000 т мяса и 5 т икры осетровых. Основной район этих работ – Калифорния. В 1995 г. начаты работы по получению икры от доместичированных особей белого осетра. Получены уже 2 и 3 поколения этого вида в неволе [5].

В некоторых европейских странах (Франция, Италия, Греция) стали интенсивно выращивать осетровых рыб, однако основное направление их деятельности – выращивание продуктивных стад производителей, дающих пищевую икру.

Россия с богатейшими водными ресурсами по производству продукции аквакультуры имеет низкие показатели. Доля России в производстве продукции аквакультуры в мировом масштабе составляет в настоящее время только 0,2 %.

В 2009 г. в России было получено 142 тыс. т, из них 26 тыс. т. составил рыбопосадочный материал. Приблизительно столько же выращено в 2010 г. Для сравнения в конце 80-х годов в России товарное рыбоводство производило 200 тыс. т продукции (рис. 5).

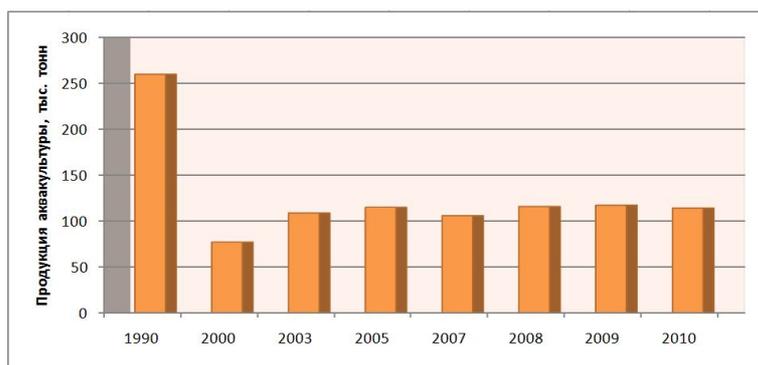


Рисунок 5 – Объем производства товарной продукции аквакультуры в Российской Федерации

федерального, региональных и муниципальных органов власти, однако до настоящего времени он не принят.

Объем выращиваемой товарной продукции из осетровых рыб в России составляет около 3,5 тыс. т; Украина, Белоруссия и Молдавия выращивают в сумме около 0,1 тыс. т. Основными видами, культивируемыми в этих странах, являются русский и сибирский осетры, стерлядь, веслонос, гибридные формы осетровых [16]. Сравнительный анализ развития аквакультуры в ведущих зарубежных странах и России выявил сильнейшее отставание нашей страны в развитии этой отрасли хозяйства (рис. 6).

Лидирующими видами являются лососи, форель, морской окунь, тилапия, сазан (каarp), европейский угорь, креветки, тюрбо, устрицы и мидии. В США и Европе развито коммерческое осетроводство. Среди европейских стран Франция и Италия являются крупнейшими потребителями мяса и икры. В Италии, производящей в основном белого, адриатического и сибирского осетров, в 2000 г. получено 750 т мяса и 2,5 т икры, а во Франции – 150 т мяса и 5 т икры сибирского осетра. В Польше, Германии, Венгрии, Ис-

В октябре 2010 г. в Государственную Думу РФ представлен важный для развития отрасли федеральный закон «Об аквакультуре», проект которого был подготовлен специалистами ВНИРО и Межведомственной икhtiологической комиссией в 2006 г. Закон предусматривает положения о государственном регулировании развития товарного и пастбищного рыбоводства на основе стимулирования частной инициативы, учесть разделение полномочий

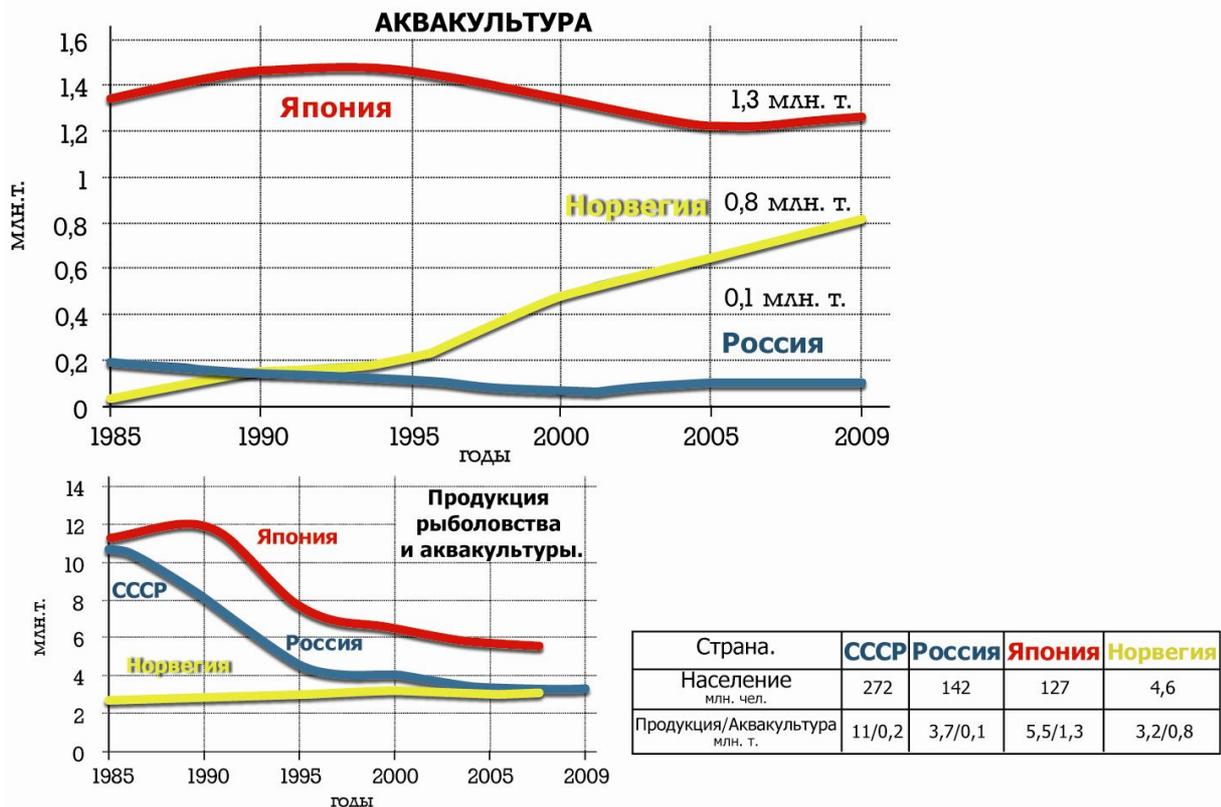


Рисунок 6 – Состояние рыболовства и аквакультуры в России и соседних странах – Японии и Норвегии

Несмотря на тенденцию роста в мире доли аквакультуры в производстве рыбных продуктов, в России ситуация не может считаться благополучной. Эта ситуация обусловлена тем, что и в России, и в Советском Союзе основные силы рыбного хозяйства были направлены на развитие и наращивание объемов вылова рыбы, причем океанической, для чего создавались дальние рыболюбцевские флотилии.

Вместе с тем, разведение рыбы – это простой, дешевый и эффективный способ производства пищевого белка. Однако опыт показывает, что развитие этой отрасли на ранних этапах требует участия государства. В последние годы рыбное хозяйство России находится в системном кризисе.

На Юге России расположено 800 предприятий различного типа, включая фермерские, государственные и заводы по воспроизводству различных видов рыб, однако производство продукции аквакультуры не имеет большого прироста уже несколько лет (рис. 7).

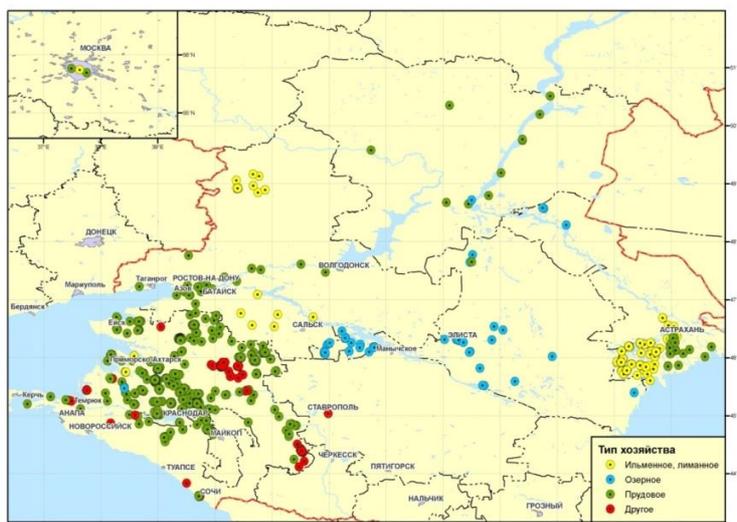


Рисунок 7 – Карта расположения предприятий различного типа на юге России

На примере Астраханской и Ростовской областей можно отметить, что развитие аквакультуры идет крайне медленно, только в последние два года наблюдается некоторый сдвиг, когда областные власти стали уделять внимание развитию этого направления (рис. 8).

Основной причиной неразвитости аквакультуры нашей страны является отсутствие законодательной и нормативно-правовой базы. Правовые нормы регулирования отношений в области аквакультуры фрагментарны, разбросаны по разным нормативным правовым актам, часто противоречат друг другу и не учитывают специфику

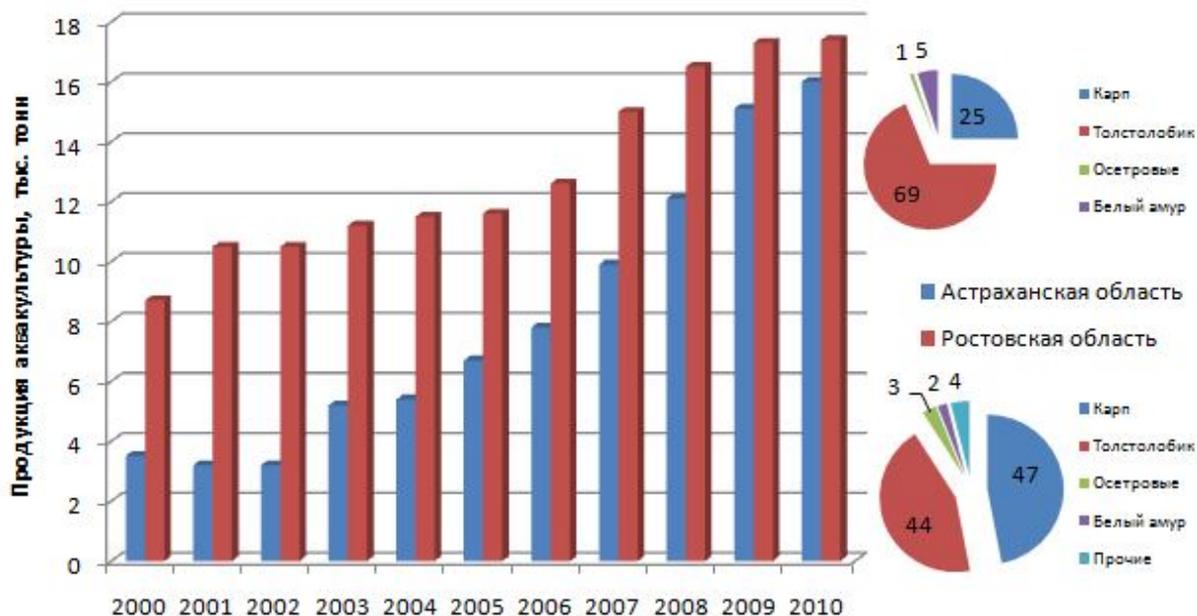


Рисунок 8 – Товарная продукция аквакультуры (Астраханская и Ростовская область)

отношений в этой области. Актуальность правового регулирования вопросов аквакультуры очевидна. Развитие данного направления позволило бы совершить прорыв в увеличении сырьевой базы рыбного хозяйства и способствовало бы улучшению снабжения населения Российской Федерации продукцией из водных биоресурсов по доступным ценам, повышению среднедушевого потребления рыбы в пределах норм и тем самым обеспечило бы продовольственную безопасность России [1, 11, 19].

Ученые Южного научного центра РАН (ЮНЦ) занимаются разработкой интенсивных биотехнологий аквакультуры в южных морях России. С 2004 г. начаты фундаментальные научные исследования по разработке методов сохранения и увеличения запасов ценных видов осетровых рыб, а также их интенсивного выращивания в промышленных и фермерских хозяйствах для получения высококачественной продукции (икра, личинки, товарная рыба).

На научно-исследовательской базе ЮНЦ РАН в пос. Кагальник Ростовской области в 2005 г. был создан экспериментальный рыбоводный комплекс, а в 2009 г. введён в действие новый модуль, где проходят апробацию лучшие разработки ученых в области биотехнологий по искусственному воспроизводству и товарному выращиванию осетровых рыб на современном отечественном и зарубежном оборудовании (рис. 9).



Рисунок 9 – Специализированная научная база ЮНЦ РАН

Уникальная модульная система позволяет полностью регулировать параметры водной среды, моделировать различные условия, приближенные к естественным морских и пресноводных водоемов, проводить исследования под полным контролем человека в течение круглого года при загруженности установки на 100 %. Правильно подобранные блоки или модули позволяют последовательно проводить очищение воды при минимальном водопотреблении 3 % в сутки от общего объема воды в системе.

В ИОНЦ РАН на основе фундаментальных исследований биологии осетровых рыб разработан комплекс интенсивных технологий их выращивания в модульных регулируемых системах для восстановления численности и генофонда ценных реликтовых видов рыб Азово-Черноморского и Каспийского бассейнов и получения экологически чистой товарной продукции.

Устойчивый рыночный спрос на продукцию из осетровых рыб различной технологической обработки, на фоне обвального падения их уловов в естественных водоемах, обуславливает высокую актуальность организации товарного выращивания этих рыб.

Южный научный центр РАН совместно с Астраханским и Донским государственными техническими университетами, разрабатывают инновационные проекты, направленные на увеличение биопродуктивности водоемов и развитие товарного промышленного и фермерского осетроводства.

Фундаментальные исследования биологии осетровых рыб позволили усовершенствовать стандартный технологический цикл их индустриального разведения. За пять лет создан комплекс инновационных, экономически эффективных, конкурентоспособных биотехнологий индустриальной аквакультуры выращивания осетровых рыб в модульных регулируемых системах, позволяющих снизить нагрузку на природные популяции, сохранить генофонд, сократить сроки культивирования [14, 17, 8 - 10] (рис. 10).



Рисунок 10 – Основные элементы биотехнологии выращивания осетровой товарной продукции в УЗВ

закрывающаяся в принципиально ином подходе к разработке. В отличие от существующих зарубежных и наших биотехнологий, выращивание осетровой продукции происходит в малых объемах воды при высоких плотностях посадки, регулировании кормления с учетом биологических ритмов рыб, с использованием моделирования пресноводного и морского периодов жизненного цикла рыб. Применение новых методов ступенчатой адаптации молоди осетровых рыб и моделирования искусственной зимы с использованием биологически активных веществ (витаминов), регулирования течения и температуры в период нерестовых миграций позволит получить высокие выходы продукции. Использование банка криоконсервированных репродуктивных клеток при формировании маточного стада рыб является совершенно новым звеном, ранее не используемым в биотехнологиях осетроводства, которое позволяет не только исключить близкородственное скрещивание, но и на 30 - 40 % сократить рыбоводные площади.

Разработан, апробирован и интеллектуально защищен патентами комплекс гибких интенсивных методов, складывающихся в единую биотехнологию выращивания осетровых рыб в регулируемых модульных системах, позволяющих получать высококачественную товарную продукцию на каждом этапе производственного цикла и сохранять редкие и исчезающие виды для пополнения естественных популяций.

Новизна предлагаемой биотехнологии

Имеющиеся за рубежом аналогичные биотехнологии оснащены более эффективным оборудованием, но уступают в таких технологических аспектах, как рецептура кормов, методы кормления, методы ускоренного формирования маточных стад с коротким межнерестовым интервалом, и другим уникальным технологическим решениям и методам выращивания осетровых рыб. Новые технологии обеспечивают выигрыш в сроках, качестве получаемой продукции, ее стоимости и коммерческой окупаемости вложенных инвестиций. Для производства предлагается использовать отечественное оборудование, которое в 3 - 4 раза дешевле импортного, что позволит поддерживать отечественного производителя.

Биотехнологии ЮНЦ РАН по разведению и выращиванию осетровых рыб могут быть использованы в фермерском рыбоводстве, на предприятиях товарного осетроводства, принимающих участие в национальном проекте по аквакультуре. Биотехнологии выращивания осетровых рыб в регулируемых условиях, разработанные специалистами ЮНЦ РАН, практически апробированы и уже внедряются на Юге России.

В настоящее время встала очень сложная задача не только восстановить исчезающие виды в естественной среде обитания, но сохранить их генофонд, из-за нехватки производителей, существующие заводы по воспроизводству осетровых не могут увеличить выпуск молоди.

Специалисты Южного научного центра РАН вопросами сохранения редких и исчезающих видов рыб занимаются в рамках программы Российской академии наук «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга», ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-исследовательского комплекса России на 2007 - 2012 годы».

Разработана методика криоконсервации половых клеток осетровых рыб с включением двух новых звеньев: электростимуляция и размораживание с выведением криопротектора, что повысило выживаемость и снизило воздействие после двойного температурного шока. Методика позволяет длительное время сохранять жизнеспособные половые клетки рыб и использовать их для воспроизводства видов. Методику можно использовать при формировании криобанка осетровых и при формировании маточных стад с направленными признаками.

Создан коллекционный фонд, живая коллекция репродуктивных клеток (47131 млн. спермиев, 8977,5 мл) редких и исчезающих видов рыб южных морей России, сохраняющаяся в жидком азоте при температуре -196 °С, замороженная новым методом.

Разработаны методы поэтапной адаптации осетровых рыб к искусственным условиям водной среды.

Предложена схема формирования высокопродуктивных маточных стад осетровых рыб и комплексная методика регулирования нереста с использованием биологически активных веществ, гормональной стимуляции и регулирования температурного режима.

В результате разработаны методы аквакультуры, основанные на адаптивных особенностях организма рыб в разные этапы онтогенеза, позволяющие сохранить генофонд редких, исчезающих видов рыб, сократить сроки восстановления популяций в естественной среде обитания, а также получать экологически чистую товарную продукцию.

#### Литература

1. *Богерук А.Н.* Аквакультура России: история и современность // Рыбное хозяйство. – 2008. – № 4. – С. 16.
2. *Зайцева Ю.Б.* Рыбохозяйственная наука: вчера, сегодня, завтра // Рыбное хозяйство. – 2008. – № 4. – С. 25.
3. *Марковцев В.Г.* Состояние и перспективы развития аквакультуры в мире // Известия ТИНРО-Центра. – 2008. – Т. 152. – С. 289 - 299.
4. *Матишов Г.Г.* Проблемы сохранения, восстановления и управления биологическими ресурсами Азовского моря // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. – С. 325 - 330.
5. *Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н.* Перспективы создания промышленных рыбоводных комплексов для осетровых рыб // Рыбные ресурсы. – 2006. – № 3. – С. 46 - 47.
6. *Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н.* Комплексные технологии интенсивного выращивания осетровых рыб // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: мат. и докл. Межд. симпозиума (16 - 18 апреля 2007 г.) / под ред. С.В. Пономарева; АГТУ. – Астрахань: АГТУ, 2007. – С. 71 - 73.
7. *Матишов Г.Г., Пономарев С.В., Пономарева Е.Н.* Инновационные технологии промышленной аквакультуры в осетроводстве. – Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2007. – 368 с.

8. Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Балыкин П.А. Аквакультура: мировой опыт и российские разработки // Рыбное хозяйство. – 2010. – № 3. – С. 24 - 27.
9. Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Журавлева Н.Г. Развитие аквакультуры – обеспечение продовольственной безопасности страны // Инновационные технологии аквакультуры : тезисы докладов международной научной конференции (Ростов-на-Дону, 21 - 22 сентября 2009 г.) / под ред. Г.Г. Матишова. – Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2009. – С. 5 - 17.
10. Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Журавлева Н.Г. и др. Практическая аквакультура (разработки ЮНЦ РАН и ММБИ КНЦ РАН). – Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2011. – 284 с.
11. Никоноров С.И. Аквакультура. Формирование современной нормативной правовой базы в Российской Федерации. – М.: Экономика и информатика, 2006. – 216 с.
12. Никоноров С.И. Формирование современной нормативно-правовой базы аквакультуры // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата : мат. и докл. Междунар. симпозиума (16 - 18 апр. 2007 г.). – Астрахань: АГТУ, 2007. – С. 73 - 80.
13. Пономарев С.В., Чипинов В.Г. Формирование маточных стад осетровых рыб в условиях аквакультуры // Современные технологии мониторинга и освоение природных ресурсов южных морей России : тезисы докл. Междунар. семинара (Ростов-на-Дону, 15 - 17 июня 2005 г.). – Ростов н/Д: ООО «ЦВВР», 2005. – С. 125 - 127.
14. Пономарев С.В., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Индустриальное рыбоводство. – М.: Колос, 2006. – 320 с.
15. Пономарев С.В., Матишов Д.Г., Пономарева Е.Н., Сорокина М.Н. Новые технологии индустриального и фермерского осетроводства // Современные технологии мониторинга и освоение природных ресурсов южных морей России : тез. докл. Междунар. семинара (Ростов-на-Дону, 15 - 17 июня 2005 г.). – Ростов н/Д: ООО «ЦВВР», 2005. – С. 127 - 129.
16. Пономарева Е.Н., Коваленко М.В., Лужняк В.А. Проблемы воспроизводства донской популяции стерляди // Естественные и инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем: тезисы докладов международной научной конференции (Ростов-на-Дону, 5 - 8 июня 2007 г.) / под ред. акад. Г.Г. Матишова. – Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2007. – С. 249 - 250.
17. Распопов В.М., Чипинов В.Г., Сергеева Ю.В. Формирование рыбных запасов в рыночных условиях // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата : мат. и докл. Межд. симпозиума (16 - 18 апр. 2007 г.): / отв. ред. С.В. Пономарев; АГТУ. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. – С. 85 - 86.
18. Троицкий С.К. Рассказ об азовской и донской рыбе. – Ростов н/Д, 1973. – 280 с.
19. Шилин М.Б. Стратегические направления развития аквакультуры России // Рыбное хозяйство. – 2007. – № 10. – С. 7.

## ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЧЕСКОГО РЫБОВОДСТВА АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА И ВОЗМОЖНОСТИ МАЛЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ

И. М. Шерман

Херсонский государственный аграрный университет

*В условиях нарастающего дефицита пресной воды и практическом отсутствии свободных земельных ресурсов перспектива тепловодного прудового рыбоводства, ориентированная на значительное увеличение прудового фонда, очевидно проблематична. Одновременно с этим, для обеспечения технологических процессов в аграрном секторе, для промышленно-бытового комплекса, энергетических объектов существуют, проектируются и создаются различные водохозяйственные объекты, среди которых доминируют малые водохранилища. Эти техногенные акватории обладают значительным биопродукционным потенциалом, в состав которого входит кормовой ресурс, который при искусственном формировании ихтиоценозов ценных промысловых видов рыб может быть трансформирован в кормовую базу, что позволит получать без использования элементов интенсификации значительные объемы рыбопродукции, которая может рассматриваться в качестве органического сырья для производства органической пищевой продукции, тенденция спроса на которую постоянно возрастает.*

Ключевые слова: биопродукционный потенциал, кормовой ресурс, кормовая база, искусственный ихтиоценоз, органическое рыбоводство, органическое сырье, органические продукты питания

### Введение

Значимым компонентом ландшафта Азово-Черноморского бассейна, включая площадь водосбора, выступают малые водохранилища разного происхождения и целевого назначения. Для малых водохранилищ характерны значительные колебания площадей, глубин, разнообразие конфигураций, сочетающееся с изрезанностью береговой линии, изменениями объемов воды, что носит сезонный характер или прослеживается зависимость от технологии эксплуатации основных водопользователей.

Сумма абиотических и биотических факторов среды, рассматриваемых акваторий, испытывает определенное прямое или опосредствованное влияние антропогенных составляющих, что определяет физико-химическую и гидробиологическую обобщенную динамическую константу конкретных малых водохранилищ.

Малые водохранилища, в качестве объекта рыбохозяйственной эксплуатации, являются принципиально новыми типами акваторий, освоение которых сегодня представляется перспективным направлением современной пастбищной аквакультуры, которая не требует затрат на корма и удобрения, практически исключает необходимость отчуждения земельных и водных ресурсов, что позволяет полагать значимое наличие энергоресурсосбережения и сочетается с экологической предпочтительностью.

Концептуальный подход создания ресурсосберегающей технологии производства рыбы для малых водохранилищ базируется на том, что по физико-химическим и гидробиологическим параметрам, которые могут быть лимитирующими, рассматриваемые акватории в подавляющем большинстве соответствуют требованиям традиционных и новых объектов тепловодного рыбоводства.

Наряду с изложенным, особенности гидрологического режима оказывают определенное усложняющее влияние на процесс выращивания рыбы, что предопределяет необходимость разработки технологии, адаптированной к специфике групп характерных акваторий [1].

Характерной особенностью малых водохранилищ является практическое отсутствие эффективного естественного воспроизводства ценных видов рыб, что обусловлено спецификой гидрологии и ставит в качестве составляющей технологического процесса необходимость систематического вселения жизнестойкого рыбопосадочного материала культивируемых видов рыб [2].

Таким образом, процесс разработки созданных технологий производства рыбопосадочного материала и товарной рыбы в связи с рыбоводством на базе малых водохранилищ столкнулся с необходимостью значительного объема разноплановых исследований, которые позволили приступить к практической рыбохозяйственной эксплуатации малых водохранилищ, ориентированной на ресурсоэнергосбережение и экологическую целесообразность [3, 4].

Отказ от использования органоминеральных удобрений, кормов, средств профилактики и лечения заболеваний позволяет исключить прямое и опосредствованное влияние этих технологи-

ческих составляющих на среду обитания культивируемых видов рыб, что дает основание рассматривать полученную рыбопродукцию в качестве органической.

### Основная часть

Руководствуясь необходимостью системного подхода к решению поставленной задачи, используя соответствующие методики, принятые в рыбохозяйственных исследованиях, получили необходимую информацию по составляющим, которые необходимы и предшествуют разработке технологических принципов рыбохозяйственной эксплуатации малых водохранилищ [1, 5].

Учитывая значимость климатических факторов и явление пойкилотермии, которое присуще рыбам, имеющее особое значение для теплолюбивых видов, рассмотрели основные составляющие на фоне биомассы кормовых гидробионтов для культивируемых видов рыб, отнеся водоемы Азово-Черноморского бассейна к соответствующим классам, руководствуясь фактическими данными (табл. 1).

Таблица 1 – Климатические и рыбохозяйственные показатели, классификация малых водохранилищ

Климатические показатели						
Длительность вегетационного периода, дней	Длительность периода с температурой выше 15 градо/дней	Кол-во градо/дней	Атмосферные осадки, мм	Естественная продуктивность, кг/га		
				камп	растительная-ные рыбы	
211-220	136-150	2820-3600	300-500	240	700	
Рыбохозяйственные показатели						
Класс	Промвозврат, %	Вселение, тыс. экз./га	Вылов, тыс. экз./га	Прирост индивидуальной массы, г	Рыбопродукция, кг/га	Затраты рыбопосадочного материала, экз./т
I	40	5,0	2,0	500	1000	5000
II	30	5,0	1,5	500	750	7000
III	20	5,0	1,0	500	500	10000

Физико-химические показатели абсолютного большинства изучаемых акваторий находились в границах нормативов и соответствовали ГОСТ 15.372-87 для карповых рыбоводных предприятий, что свидетельствует о пригодности их для выращивания карпа и растительноядных рыб [6].

Развитие кормовых гидробионтов в рассмотренных классах имеет значимые различия. Среднесезонные биомассы кормовых гидробионтов, влияющие на величину рыбопродукции вселенцев и ценных видов аборигенной ихтиофауны для отдельных малых водохранилищ характеризуются показателями, которые колеблются в широких границах в пространстве и времени (табл. 2).

Анализируя материалы табл. 2, очевидно, что разные малые водохранилища Азово-Черноморского бассейна характеризуются разными биомассами кормовых гидробионтов, что позволяет отнести их к разным классам по продукционным возможностям. Учитывая тот факт, что малые водохранилища не отвечают требованиям специализированных рыбоводных прудов, их акватории характеризуются разным гидрологическим режимом и фактически не являются спускными, важную значимость имеет площадь активного лова, определяющего промысловый возврат, что влияет на величину рыбопродукции.

В малых водохранилищах I класса фитопланктон развивается интенсивно, среднесезонная биомасса колеблется от 33,3 до 80,0 г/м<sup>3</sup>. Наблюдается длительное «цветение» воды, обусловленное водорослями нескольких систематических групп, которые сменяют в процессе вегетационного периода одна

Таблица 2 – Среднесезонные многолетние характеристики биомассы кормовых гидробионтов малых водохранилищ

Класс	Среднесезонные биомассы кормовых гидробионтов			Площадь активного лова, %
	фитопланктон, г/м <sup>3</sup>	зоопланктон, г/м <sup>3</sup>	зообентос, г/м <sup>2</sup>	
I	55,0	5,0	3,0	100
II	27,0	1,5	1,5	75
III	10,0	1,0	1,0	50

другую. При этом характерны отдельные кратковременные вспышки биомассы отдельных видов водорослей, что не оказывает существенного влияния на среднесезонные показатели.

Среднесезонные биомассы зоопланктона в отдельных малых водохранилищах, что характерно для акваторий с невысокой плотностью посадки рыб, могут достигать 10 г/м<sup>3</sup>, биомасса «мягко» зообентоса в условиях низкой плотности посадки – 6,2 г/м<sup>2</sup>.

Такое развитие кормовых ресурсов в процессе трансформации в кормовую базу культивируемых видов рыб, руководствуясь кормовыми коэффициентами, может обеспечить получение рыбопродукции по белому толстолобику 500 - 1000 кг/га, пестрому толстолобику 100 - 200 кг/га, по карпу до 40 кг/га. При этом продукция аборигенной ихтиофауны в среднем составляет 12,5 кг/га.

Рациональное использование кормовых ресурсов малых водохранилищ Азово-Черноморского бассейна, эффективная трансформация их в кормовую базу ценных в хозяйственном отношении видов рыб с достаточной достоверностью свидетельствует о том, что необходимо формировать искусственный ихтиоценоз, основу которого должны составлять виды, которые способны в конкретных условиях демонстрировать высокую потенцию роста и быть легкодоступными для промысла активными орудиями лова.

Специальные исследования показали, что уровень развития биомассы кормовых гидробионтов отвечает соответствующему классу, что позволяет рассматривать приведенные данные для расчетов плотностей посадки вселенцев при рыбохозяйственной эксплуатации малых водохранилищ Азово-Черноморского бассейна [7].

В этой связи небезынтересно рассмотреть фактические данные по биопродукционному потенциалу изучаемых малых водохранилищ (табл. 3).

Таблица 3 – Биопродукционный потенциал и продукция органического вещества малых водохранилищ

Класс	Фотический слой или глубина, м	Фитопланктон (П/Б=120)		Зоопланктон (П/Б=20)		Зообентос (П/Б=6)		Макрофиты (П/Б=1,1)	
		биомасса г/м <sup>3</sup>	продукция, кг/га	биомасса, г/м <sup>3</sup>	продукция, кг/га	биомасса г/м <sup>2</sup>	продукция, кг/га	площадь зарастания, %	продукция, кг/га
I	1,5	55,0	115500	5,0	1500	180	3,0	1,0	1500
II	1,5	27,0	56700	1,5	450	90	1,5	0,5	500
III	1,5	10,0	21000	1,0	300	60	1,0	0,3	150

При этом необходимо учитывать плотность посадки вселенцев с учетом индивидуальности конкретных акваторий, проводя соответствующую корректировку с учетом конкретных величин биомасс гидробионтов разных трофических уровней (табл. 4).

Таблица 4 – Расчет зарыбления и потенциальная рыбопродукция малых водохранилищ

Класс	Плотность посадки, экз./га					Рыбопродукция, кг/га
	белый толстолобик	пестрый толстолобик	каarp	белый амур	всего	
I	2310	300	40	30	2680	550
II	1140	90	20	10	1260	190
III	420	60	15	-	495	50

Исходя из того, что малые водохранилища – водоемы многолетнего регулирования, фактически всегда сохраняют определенный объем воды и полностью не обмываваются, создаются условия для

одновременного присутствия в малых водохранилищах особей разновозрастных групп. В этой связи прослеживается тенденция постепенного накопления старших возрастных групп, что предопределяет необходимость определенной коррекции ежегодного вселения рыбопосадочного материала.

### Заключение

Наряду с необходимостью учета процесса накапливания старших возрастных групп при выращивании товарной рыбы на базе малых водохранилищ, их присутствие в промысле в последующие годы положительно влияет на общую эффективность производства за счет более высокой цены при реализации крупных особей. Отсутствие интенсификационных мероприятий, широко используемых в классической рыбоводной практике и негативно влияющих на качество продук-

ции, при производстве рыбы в малых водохранилищах практически снимает проблему негативного влияния и обеспечивает получение органического сырья. Таким образом, создаются объективные предпосылки для получения не только 2 - 3-летних особей, но и старших возрастных групп, формирующихся по принципу пастбищной аквакультуры. Принятые стандартные массы для основной массы товарной рыбы в сочетании с особями старших возрастов могут быть реализованы в качестве ремонта и производителей, выступить в качестве органического сырья для изготовления деликатесной органической пищевой продукции, для которой необходимы крупные особи [8].

Учитывая ориентацию на органическую продукцию, наряду с традиционными методическими подходами, необходимо уделить этому направлению специальное внимание.

В этой связи, учитывая направленность исследований и отдавая себе отчет о значимости среды, необходимо совместно с профильными структурами выполнить специальные исследования, ориентированные на создание медико-санитарной классификации, в границах которой реально возможно гарантированное получение органического сырья, пригодного для производства органического продукта питания [8].

Завершающим этапом исследований, по нашему мнению, должна быть объективная оценка сырья рыбы на предмет соответствия органичному происхождению с использованием современных диагностических методов. При этом, кроме исследования сырья, необходимо его использовать для приготовления разных продуктов питания в системе соответствующих структур.

Произвести калькуляцию стоимости рыбных блюд с учетом стоимости органического сырья, произвести дегустацию, базируясь на вкусовых и диетических качествах блюд, изготовленных из органического сырья, что обеспечит формирование уровня требований и соответствие понятию «натуральный продукт».

Такой подход даст исходные материалы, которые, сочетаясь с известной классификацией, должны быть положены в основу рыбохозяйственной классификации тех малых водохранилищ, которые ориентированы на производство органического сырья для производства натуральной продукции.

#### Литература

1. Шерман І.М., Краснощок Г.П., Пилипенко Ю.В., Гринжєвський М.В. та ін. Ресурсозберігаюча технологія вирощування риби у малих водосховищах. – Миколаїв: МП «Возможности Киммерии», 1996. – 46 с.
2. Шерман І.М., Пилипенко Ю.В. Еколого-технологічні основи рибогосподарської експлуатації малих водосховищ України // Проблеми воспроизводства аборигенных видов рыб. – К., 2005. – С. 166 - 173.
3. Шерман І.М., Краснощок Г.П., Пилипенко Ю.В., Борткевич Л.В. Биопродукционный потенциал малых водохранилищ степной зоны юга Украины // Проблемы рационального использования биоресурсов водохранилищ : мат. междунар. конференции. 6 - 8 сентября 1995 г. – К., 1995. – С. 128.
4. Шерман І.М. Экология и технология рыбоводства в малых водохранилищах. – К.: Вища школа, 1992. – 214 с.
5. Шерман І.М. Іхтіофауна та продуктивні можливості малих водосховищ Північного Причорномор'я // Таврійський науковий вісник. – Херсон, 1998. – Вип. 5, ч. 2. – С. 87 - 89.
6. Шерман І.М., Пилипенко Ю.В., Краснощок Г.П. Экологические аспекты ресурсосберегающей технологии производства рыбы в малых водохранилищах // Современное состояние и перспективы развития аквакультуры : мат. междунар. конференции. – Горки, 1999.
7. Шерман І.М., Пилипенко Ю.В., Клочков В.М. Рыбопродукционный потенциал малых водохранилищ Крыма и пути его рационального использования : тез. докладов VII Гидробиологического общества РАН. – Калининград, 2001. – Т. 1. – С. 130 - 131.
8. Шерман І.М., Краснощок Г.П. Спосіб вирощування ремонту і плідників рослиноїдних риб у малих водосховищах / Деклараційний патент на винахід (11) 37570А, (51) 7А01К61/00. – 2001. – Бюл. № 4.

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМ В РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ

А. В. Жигин<sup>1</sup>, Н. В. Мовсесова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГУП «Нацрыбресурс»

<sup>2</sup>ФГУП «ВНИРО»

*Показано, что применение в аквакультуре установок с замкнутым водоиспользованием (УЗВ) является базовой инновацией, способной в ближайшей перспективе создать базу для перевооружения рыболовной отрасли на качественно новом организационно-технологическом и экономическом уровнях. Рассмотрены некоторые технико-экономические закономерности структуры затрат на создание и эксплуатацию современных УЗВ, в том числе в зависимости от выращиваемых видов рыб.*

Ключевые слова: аквакультура, инновации, УЗВ, капитальные и эксплуатационные затраты

«Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года», утвержденная приказом Федерального агентства по рыболовству от 30.03.09 г. № 246, предполагает увеличение выпуска продукции аквакультуры до 410 тыс. т в случае инновационного сценария развития отрасли.

На заседании Комиссии Правительства Российской Федерации по вопросам развития рыбохозяйственного комплекса (10 февраля 2010 г.) также отмечено, что «...следующим шагом в общей системе правительственных мер является ... перевод отрасли на инновационный путь развития».

Развернутое определение понятия «инновация» может быть сформулировано как процесс освоения и внедрения в производство новых идей, технических разработок, технологий по его усовершенствованию, их коммерциализации с тем, чтобы наилучшим образом удовлетворить потребности населения и получить максимальную прибыль хозяйствующему субъекту.

Цикл развития инновации включает 4 стадии:

- зарождение (анализ проблемы и подготовка идеи для ее решения);
- освоение (разработка, детализация, совершенствование идеи);
- диффузия (распространение инновации);
- рутинизация (применение, эксплуатация созданной инновации).

При этом нововведение не может считаться полностью завершенным, если оно остановилось на любой из промежуточных стадий. В обязательном порядке должна быть достигнута последняя стадия «рутинизация», так как именно это будет означать, что нововведение не только разработано, но и применено на деле.

Кроме того, экономисты выделяют базисные инновации и псевдоинновации. В результате первых – происходит появление новых отраслей, рынков, сфер деятельности, вторые же только совершенствуют уже созданное.

На наш взгляд ярким примером инновационного направления развития аквакультуры можно считать внедрение установок с замкнутым водоиспользованием (УЗВ).

Известно, что аквакультура включает в себя ряд отдельных направлений: воспроизводство водных биоресурсов, пастбищная аквакультура, товарное рыбоводство в прудах, садках и бассейнах.

Рассматривая результаты использования УЗВ применительно к каждому из перечисленных направлений, можно сказать, что предлагаемые технологии и средства для их осуществления коренным образом меняют организацию каждого из них [2].

При воспроизводстве водных биологических ресурсов использование УЗВ позволяет в 2 - 3 раза быстрее сформировать маточные стада ценных, редких и исчезающих видов гидробионтов, осуществлять раннее получение половых продуктов и личинок, и в итоге иметь более крупную и жизнестойкую молодь в целях последующего ее выпуска в естественную среду обитания.

Это значительно сокращает истребление молоди хищниками, позволяет выпускать ее в природные водоемы при оптимальных условиях среды, что в целом обеспечивает высокую (на порядок и более) выживаемость. В свою очередь выживаемость молоди способствует резкому росту ее промыслового возврата.

Таким образом, использование циркуляционных систем способно принципиально повысить эффективность работы рыбоводных заводов по воспроизводству водных биологических ресурсов.

**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ АКВАКУЛЬТУРЫ**

Кардинально меняется производственный процесс и его продолжительность при осуществлении товарного выращивания гидробионтов в прудах, садках или бассейнах с использованием крупного посадочного материала, выращенного в УЗВ, за счет раннего искусственного нереста и соответствующего продления срока подращивания.

Зарыбление подрощенным в УЗВ посадочным материалом дает возможность сократить время выращивания товарной рыбы (карпа, растительноядных, черного амура, форели) в среднем на один год (вместо двухлетнего оборота ввести однолетний оборот, соответственно, вместо трехлетнего - двухлетний), при одновременном увеличении продуктивности прудов, озер и повышения качества получаемой продукции.

Такое радикальное сокращение сроков товарного выращивания позволяет высвободить значительные площади выростных, зимовальных прудов, садков и бассейнов, перепрофилировав их на производство дополнительной товарной продукции, объем которой может достигать 30 % и более от производимого по традиционным технологиям.

При этом полностью меняется градация климатических зон прудовой и пастбищной аквакультуры, расширяется география аквакультуры в целом.

Важный результат рассматриваемой инновации – возможность массового товарного выращивания практически любых, ранее недоступных для аквакультуры России гидробионтов: африканского клариевого сома, тилапий, гигантских пресноводных креветок, колоссомы, полосатого окуня, баррамунди и многих других.

Опираясь на вышеназванные критерии «инновационности» можно отметить, что применение УЗВ способно кардинально изменить организацию культивирования гидробионтов во всех без исключения направлениях аквакультуры, достигая немыслимых в недалеком прошлом результатов.

Другими словами, применение УЗВ в практике аквакультуры – это базисная инновация, поскольку она связана с внедрением новых идей, технических и технологических разработок, подразумевает необходимость целевого изменения организации и управления рыбоводным процессом на предприятии и дает возможность получать такие результаты, достигать которые ранее было невозможно. При этом появляется новая сфера деятельности - создание новых технологий аквакультуры и циркуляционных установок для их воплощения и соответствующий рынок для их реализации.

Однако до настоящего момента последнюю стадию развития инновации – «рутинизацию» – рассматриваемая нами технология не достигла.

Закономерно возникает вопрос, почему столь перспективная технология не нашла соответствующего широкого использования?

Сдерживающим фактором широкого внедрения рыбоводных установок в практику аквакультуры являются высокие капитальные и эксплуатационные затраты и, в связи с этим, относительно высокая себестоимость получаемой рыбопродукции.

До сегодняшнего дня среди специалистов продолжается дискуссия, насколько выгодны УЗВ с экономической точки зрения, при этом разброс мнений колеблется от восторженных, до полного неприятия.

В этой связи мы попытались обобщить имеющийся опыт создания и эксплуатации УЗВ, получив некоторое представление об основных экономических закономерностях, что бы ответить на вопрос, когда и при каких обстоятельствах можно говорить об экономической целесообразности создания УЗВ.

Изначально нами проведен анализ деятельности рыбоводных цехов на базе УЗВ за период с 1980 по 2001 год (табл. 1). Материалы по более позднему периоду хозяйственной деятельности предприятий ограничены, поскольку в современных условиях их руководители не склонны к опубликованию подобных сведений, относя их к коммерческой тайне.

Была исследована динамика структуры основных затрат на производство товарного карпа – основного на тот момент объекта выращивания в объеме от 5 до 200 т в год. В общей сложности исследованы и обобщены материалы по созданию и эксплуатации рыбоводных подсобных цехов 9 предприятий (Калужского турбинного завода, Верх-Исетского, Новолипецкого и Челябинского металлургических комбинатов, завода «Электроштит», ЛНПО «Союз», ТЭЦ-22 АО «Мосэнерго», ПО «Латрыбпром», установки «Компакт»), собранные из различных литературных источников, сведений, сообщенных докладчиками на конференциях во ВНИИПРХ по аквакультуре в УЗВ и сохранившейся первичной бухгалтерской документации.

По данным за 80-е годы доля затрат на посадочный материал в общей структуре составляла 0,5 - 1 %, что, на наш взгляд, связано с выращиванием собственного посадочного материала на

Таблица 1 – Обобщенная динамика основных видов годовых затрат по выращиванию рыбы в УЗВ, %

Наименование затрат	Годы		
	80-е	90-е	2001
Посадочный материал	0,5-1,0	2,7	2,5-3,0
Водопотребление	0,05-0,2	1,0-1,3	1,5-1,8
Сброс производственных стоков	0,4-0,6	1,0-3,0	2,0-4,0
Потребление тепла	3,0-3,5	3,0-4,0	9,0-10,0
Потребление кормов	25,0-45,0	36,0-40,0	40,0
Потребление электроэнергии	20,0-30,	15,0-20,0	13,0-18,0
Потребление кислорода	30,0-35,0	12,0-14,0	8,0-10,0
Заработная плата с начислениями	25,0	30,0	25,0
Итого энергозатрат	53,45-69,3	34,3	33,5-43,8

т.к. определенности в том, каким образом рыбоводные цеха расплачивались за потребляемую воду, нет. Либо они самостоятельно платили за данный ресурс, либо затраты на воду списывались за счет основной хозяйственной деятельности предприятия в целом.

В итоге в среднем для рыбоводных хозяйств в 80-е годы доля затрат на воду составляла от 0,05 до 0,2 %, в 90-е годы – около 1 - 1,3 %, и в начале 2000-х – 1,5 - 1,8 %. Рост этого показателя затрат главным образом объясняется значительным ростом соответствующих тарифов и ужесточением контроля за водопотреблением. Аналогичная ситуация наблюдается и со сбросом производственных стоков. В среднем для предприятий 80-х годов этот показатель составлял 0,4 - 0,6 %, для предприятий 90-х годов – 1 - 3 %, в 2001 году – 2 - 4 %.

Относительное значение потребления тепла в общем объеме затрат претерпело серьезные изменения. В 80- и 90-е годы оно сохранялось на уровне 3 - 4 %, а в 2001 г. увеличилось до 9 - 10 %.

Общее направление модернизации УЗВ шло по пути сокращения объемов сооружений водоподготовки, соответствующего абсолютного количества потребления подпиточной воды, на поддержание температуры которых и затрачивается тепло. Однако эти меры не привели к снижению относительных затрат на подогрев оборотной воды, что говорит об опережающем росте тарифов на тепло.

Важнейшим условием эффективного выращивания рыбы в УЗВ является использование высококачественных специализированных кормов. На всех исследуемых предприятиях, хозяйствующих в 80-е годы, в основном использовались корма для садковых тепловодных хозяйств, не в полной мере отвечающие потребностям выращиваемой рыбы в УЗВ. Затраты корма на единицу прироста ихтиомассы при этом составляли 2,5 - 3,0.

В 90-е годы это значение уменьшилось до уровня 1,8 - 2,5, что объясняется появлением на российском рынке импортных специализированных кормов. Однако относительно высокая цена на эти комбикорма сдерживала массовое их использование на рыбохозяйственных предприятиях. В последние 10 лет использование импортных кормов в УЗВ стало нормой, и кормовые затраты уменьшились до 1,1 - 1,8 единиц. В относительном исчислении это изменение выражается следующим образом. В 80-е годы доля затрат на корм составляла 25 - 45 % в общей структуре затрат. В 90-е годы – значение доли затрат колебалось в диапазоне 36 - 40 %, в 2001 г. – на уровне 40 %.

Анализ затрат на электроэнергию показал, что на протяжении изучаемого периода, несмотря на заметный рост тарифов, относительное их значение несколько уменьшилось с 20 - 30 % в 80-е годы, до 15 - 20 % в 90-е и 13 - 18 % в 2001 году. Такая тенденция объясняется, на наш взгляд, оптимизацией технологических схем циркуляции воды в УЗВ, позволившей свести к минимуму количество циркуляционных насосов (на которые приходится основная доля расходов) и другого энергоемкого оборудования.

Другим необходимым условием выращивания рыбы в УЗВ при высоких плотностях посадки является насыщение оборотной воды кислородом. Для предприятий, хозяйствующих в 80-е годы, этот показатель затрат составлял 30 - 35 %, в последующий период его значение снизилось до 8 - 10 %, что объясняется созданием и использованием высокоэффективных и экономичных аппаратов для насыщения воды кислородом - оксигенаторов, позволивших в несколько раз увеличить растворимость кислорода в оборотной воде и, соответственно, снизить его расход. Даже увеличение стоимости этого ресурса было компенсировано эффективностью его использования.

Еще одним показателем затрат является заработная плата с начислениями. Нельзя не отметить, что на формирование этой статьи затрат влияют как внутренние факторы – количество

большинстве предприятий и суммированием затрат на его получение с затратами на получение товарной рыбы. В 90 гг. этот показатель составлял более 2,7 %, в 2001 г. – 2 - 3 %.

При анализе затрат на потребление воды возникли некоторые затруднения,

работающих на предприятии (что зависит от технологической совершенности установки), так и внешние (тарифная сетка – для 80-х годов, и рыночные условия в последующие десятилетия). В 80-е годы доля затрат на оплату труда с начислениями составляла 25 %, в последующие годы практически не изменилась.

Проведенный анализ выявил значительное увеличение доли затрат на приобретение посадочного материала (от 0,5 - 1 до 2 - 3 %) и водопотребление, сброс производственных стоков, потребление тепла, т. е. на те ресурсы, плата за которые в 80-е годы была довольно условной, не отражающей фактической стоимости.

Резервы сокращения затрат на корма, посадочный материал, потребление кислорода, в основном исчерпаны и не могут служить основным источником оптимизации затрат по выращиванию рыбы в УЗВ.

Наиболее перспективным в этом направлении следует считать дальнейшее усовершенствование конструкции используемых аппаратов водоподготовки, оптимизация технологических схем циркуляции воды в целях снижения энергетических затрат, укрупнение установок, механизация процессов, автоматизация управления, что положительно скажется на сокращении численности обслуживающего персонала и соответствующих расходов по заработной плате.

В процессе оценки удельных капитальных затрат на единицу выращиваемой рыбы мы столкнулись с несоразмерным размахом их колебаний. При этом в погоне за конкурентными преимуществами, фирмы-изготовители замкнутых систем часто некорректно указывают годовую производительность установки, имея в виду возможность применения полициклических технологий, тем самым, вводя в заблуждение заказчика.

Создавая систему биоочистки УЗВ в расчете на минимизированные за счет полицикла пики поступающих загрязнений, проектировщики обрекают заказчика на обязательное его применение, в противном случае заявляемая ими производительность УЗВ в традиционном режиме эксплуатации не может быть достигнута по причине недостаточного объема системы очистки воды.

Казалось бы, ничто не мешает пользователю эксплуатировать построенную УЗВ в режиме полицикла, однако для освоения его технологической схемы от рыбоводов требуется высокая квалификация, длительная, кропотливая работа по организации такого ритмичного производства, повседневная работа со стадом производителей, что достигается далеко не за 1 год, а в течение многолетней упорной работы. Этим часто и объясняются многочисленные случаи убыточной эксплуатации УЗВ, которые годами не выходят на проектную производительность, обещанную проектировщиками и ожидавшуюся заказчиками.

Применение полициклических технологий и связанное с ними увеличение объема производства рыбопродукции порождает проблему объективной оценки производительности той или иной установки в зависимости от числа осуществляемых циклов выращивания. Как справедливо отмечал И. В. Проскуренко [3], сама по себе рыбоводная установка может быть оценена только по максимально допустимой ихтиомассе, а производительность ее определяется режимом эксплуатации.

В этой связи попытка анализа капитальных затрат привела нас к необходимости оценивать их через удельные капитальные затраты на 1 м<sup>3</sup> очищаемой циркулирующей воды (табл. 2), что в отличие от расчета по выпуску 1 т товарной рыбы, позволит оценить эффективность создания УЗВ более универсально, без привязки к особенностям выращивания того или иного вида рыбы и числа осуществляемых годовых циклов.

Для осуществления оценки нами была разработана модель циркуляционной установки, базирующаяся на современных конструктивно-технологических принципах и характеризующаяся следующими основными параметрами:

- общий объем воды в системе – 1250 м<sup>3</sup>;
- объем рыбоводных бассейнов – 500 м<sup>3</sup>;
- объем сооружений водоподготовки – 750 м<sup>3</sup>;
- расход циркулирующей воды – 500 м<sup>3</sup>/час;
- расход подпиточной воды от общего объема системы в сутки – 5 % (62,5 м<sup>3</sup>);
- сброс воды в канализацию – 62,5 м<sup>3</sup>/сутки;
- расход сжатого воздуха – 500 м<sup>3</sup>/час.

Результаты анализа представлены в табл. 2.

Исходя из приведенных данных стоимость создания рассматриваемой нами модели УЗВ (500 м<sup>3</sup>/час) с учетом основных вспомогательных помещений (лаборатория, административно-бытовые, складские и инженерно-технические), с соответствующим оснащением, коммуникациями и оборудованием составит 77,9 млн. рублей. Важное значение имеет подбор наименее затратных материалов.

Таблица 2 – Стоимость создания УЗВ в пересчете на 1 м<sup>3</sup> циркулирующей воды и структура капитальных затрат (в ценах марта 2012 года, включая НДС)

Наименование статьи затрат	Стоимость, руб.	Затраты, %
Строительство здания с внутренними коммуникациями (1 м <sup>2</sup> – 350 \$)*	<b>30121,85</b>	<b>19,33</b>
Оборудование, всего в том числе:	<b>86991,00</b>	<b>55,83</b>
Рыбоводные бассейны	7711,19	4,95
Биофильтр	43375,47	27,84
Микрофильтр	9638,99	6,19
Баки для чистой и грязной воды (по 1 шт.)	12048,74	7,73
Насосы	963,90	0,62
Генератор кислорода	1566,33	1,00
Оксигенатор	722,93	0,46
Воздуходувки	2891,70	1,86
Трубопроводные системы	2168,77	1,39
Трапы, лестницы, площадки	1445,85	0,93
Электрооборудование	2168,77	1,39
УФ-лампы	1084,39	0,70
Аварийный электродизельгенератор	1204,87	0,77
Монтаж оборудования (30 % его стоимости)	<b>26097,30</b>	<b>16,75</b>
Инвентарь	1204,87	0,77
Разное	1204,87	0,77
Всего стоимость 1 м <sup>3</sup> /час	145619,89	93,45
Примерная стоимость проектирования (7 %)	<b>10193,39</b>	<b>6,55</b>
Общая стоимость	<b>155813,28</b>	<b>100</b>

\* Курс \$ США – 29,17 руб.

видов рыб: карпа (50 т), форели (45), сибирского осетра (50), тиляпии (75), африканского клариевого сома (156 т) за один производственный цикл, характерный для каждого из исследуемых объектов. Для карпа, тиляпии и сома он составляет 180 суток, форели – 250, осетра – 365 суток.

Для каждого вида рыб были рассчитаны статьи основных затрат, складывающиеся в данной УЗВ, с учетом цен и тарифов, действовавших в Московской области в 2007 году (табл. 3).

В показателе «Электроэнергия» учтены расходы на эксплуатацию насосов, генератора кислорода, аэрацию биофильтров и другие вспомогательные нужды.

При этом предварительно проведенные расчеты показали, что в условиях московского региона для производства экономически выгоднее приобрести кислородогенератор, чем постоянно закупать привозной кислород. Исчезает и зависимость производства от ритмичности поставки кислорода сторонней организацией.

Для расчета затрат на приобретение кормов использовали информацию одной из немецких компаний. Для карпа, форели, осетра в расчетах учтена цена специализированных кормов, для тиляпии, африканского клариевого сома – тепловодных карповых. Затраты корма на 1 кг прироста массы карпа, форели, осетра, тиляпии приняты 1,5, для африканского клариевого сома – 1,2.

Объем затрачиваемого тепла для каждого объекта выращивания зависит от температурных условий, необходимых для эффективного культивирования каждого вида и связан, главным образом, с подогревом подпиточной воды.

При расчете расходов на заработную плату мы исходили из штатной численности цеха – 14 человек.

В состав показателя «Прочие расходы» отнесены амортизация основных фондов, транспортные расходы, расходы на приобретение лекарственных препаратов для рыб, вспомогательных материалов, страховые выплаты, налоги и другие платы.

Анализ показывает, что доля затрат на приобретение кормов составляет от 26 (форель) до 53 % (американский сом), на оплату труда – находится в диапазоне от 17 (африканский сом) до 34 % (осетр), а доля энергетической составляющей производства (водопотребление, сброс, расход электричества и тепла) колеблется от 8 (африканский сом) до 16 % (осетр). В установках предыдущего поколения (80-е годы прошлого века) доля энергетических затрат составляла более 50 % общих затрат.

Данные показатели могут служить ориентиром для предварительной оценки предстоящих капитальных затрат.

Для оценки эффективности и целесообразности такого объема капитальных вложений нами исследована структура эксплуатационных затрат товарного выращивания в УЗВ основных объектов аквакультуры, а также определен минимальный объем производства рыбопродукции, обеспечивающий безубыточный результат эксплуатации УЗВ.

Перечисленные выше параметры исследуемой установки обеспечивают товарное выращивание одного из следующих

Таблица 3 – Основные статьи затрат на выращивание рыбы в УЗВ, тыс. руб.

Показатель	Карп, 50 т	%	Форель, 45 т	%	Африканский сом, 156 т	%
	Водопотребление	119,4	1,55	163,6	1,54	119,4
Посадочный материал	526,3	6,77	1653,8	15,59	682,5	5,16
Потребление кормов	2620,5	33,73	2734,3	25,78	6990,0	52,82
Сброс производственных стоков	150,6	1,94	206,2	1,95	150,6	1,14
Заработная плата с начислениями	2237,8	28,80	3065,4	28,90	2237,8	16,91
Потребление электроэнергии	654,4	8,42	896,5	8,45	654,4	4,94
Потребление тепла	164,9	2,12	119,0	1,12	193,5	1,46
Прочие расходы	1294,8	16,67	1767,8	16,67	2205,6	16,67
ВСЕГО	7768,7	100,00	10606,6	100,00	13233,8	100,00
	Осетр, 50 т	%	Тилапия, 75 т	%		
Водопотребление	238,8	1,82	119,4	1,29		
Посадочный материал	877,2	6,68	-	-		
Потребление кормов	3433,9	26,14	4315,0	46,88		
Сброс производственных стоков	301,2	2,29	150,6	1,64		
Заработная плата с начислениями	4475,5	34,07	2237,8	24,31		
Потребление электроэнергии	1308,8	9,96	654,4	7,11		
Потребление тепла	310,6	2,37	193,5	2,10		
Прочие расходы	2189,2	16,67	1534,2	16,67		
ВСЕГО	13135,2	100,00	9204,9	100,00		

Имеется возможность сопоставить полученную выше структуру затрат выращивания в УЗВ форели с таковой в условиях УЗВ «Еврофиш» [1]. Как видим укрупнение производительности зарубежных УЗВ, высокий уровень автоматизации и механизации производственных процессов сказывается на структуре затрат в виде снижения долей по заработной плате, посадочному материалу и электроэнергии, увеличивая долю затрат на корма (табл. 4).

Таблица 4 – Основные статьи затрат при выращивании форели в УЗВ, %

Показатель	УЗВ «Еврофиш»	УЗВ РФ
Производительность, тонн	2000	45
Корма	46	26
Зарплата с начислениями	17	29
Посадочный материал	10	15,5
Электроэнергия	7	8,5
Прочие	20	21
ИТОГО	100	100

В табл. 5 приведены данные, отображающие эффективность выращивания каждого вида рыб в рассматриваемой модели УЗВ. Цена реализации продукции была определена на основании маркетинговых исследований рынка оптовых продаж живой рыбы в Москве и Московской области.

Так выращивание карпа и тилапии при рассматриваемом объеме производства убыточно, размер убытков составляет 3119 и 193,4 тыс. руб., соответственно. Отсюда и рентабельность по этим видам отрицательна.

Производство форели в данном объеме оказалось низко рентабельно (2 %), точка безубыточности при выращивании этого вида составляет 43126 кг. Более успешным является производство осетра и клариевого сома. Для осетра рентабельность равна 45 %, для клариевого сома – 30 %, а точка безубыточности составляет 26540 и 104830 кг, соответственно.

При выращивании товарного карпа в условиях рассматриваемой УЗВ безубыточный уровень его производства теоретически достижим при объеме около 800 т за цикл, что требует очень больших капитальных вложений для создания рыбоводного комплекса с объемом бассейнов 8 тыс. м<sup>3</sup> и это в современных условиях не эффективно.

Таблица 5 – Оценка эффективности товарного выращивания некоторых видов рыб в условиях УЗВ

Показатель	Карп	Форель	Осетр	Тиляпия	Африканский клариевый сом
Объем реализации, т	50	45	50	75	156
Оптовая цена, руб./кг	93	240	380	110	110
Цена реализации, тыс. руб.	4650	10800	19000	8250	17160
Затраты на 1 кг живой рыбы, руб.	155,37	235,7	262,7	122,7	84,83
Выручка, тыс. руб.	-3118,7	193,4	5864,8	-954,9	3926,2
Рентабельность, %	-41	2	45	-11	30
Точка безубыточности, т	798,1	43,1	26,5	104,8	71,8

Товарное выращивание других более ценных объектов аквакультуры в условиях УЗВ вполне оправдано при объемах производства за 1 цикл не менее, указанных в табл. 5. Следует помнить, что приведенные в этой таблице объемы безубыточного производства не предполагают получение прибыли, а только указывают на минимально допустимый уровень, обеспечивающий покрытие вложенных на эксплуатацию средств.

Данные показатели могут колебаться в зависимости от условий конкретных хозяйств, конъюнктуры рынка, как в отношении рыбопродукции, так величины различных статей затрат, однако в целом они могут служить ориентиром для желающих заняться аквакультурой на базе УЗВ.

Накопленный инновационный опыт применения УЗВ позволяет в ближайшей перспективе создать базу для перевооружения рыбоводной отрасли на качественно новом организационно-технологическом и экономическом уровнях.

#### Литература

1. *Брайнбалле Я.* Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения. Введение в новые экологические и высокопродуктивные замкнутые рыбоводные системы. – Копенгаген: Еврофиш, 2010. – 70 с.
2. *Жигин А.В.* Замкнутые системы в аквакультуре. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. – 664 с.
3. *Проскурено И.В.* Замкнутые рыбоводные установки. – М.: ВНИРО, 2003. – 152 с.

**ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТИМУЛЯЦИИ  
СОЗРЕВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЧЕРНОМОРСКОГО  
КАЛКАНА (*PSETTA MAEOTICA MAEOTICA PALLAS*)  
В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА**

**В. Н. Туркулова, Н. В. Новоселова**

Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО)

*Исследованы эколого-физиологические особенности стимуляции овуляции и спермиации у производителей черноморского калкана, обитающего в Северо-Западном регионе Черного моря, в условиях длительного содержания в установках замкнутого водообеспечения. Приведены данные по динамике морфофизиологических показателей самок и самцов калкана в течение нерестового периода. Изучено влияние температуры и гормональной обработки производителей калкана на их репродуктивные показатели.*

*Показано, что наибольшее количество зрелых производителей калкана отмечается в конце апреля - начале мая. Самки и самцы в этот период характеризуются высокими показателями: чувствительности к гипофизарной стимуляции овуляции и спермиации, качества икры и спермы. Оптимальными условиями для резервации и получения зрелых половых продуктов от интактных и инъектированных производителей черноморского калкана разного исходного состояния является сочетание температура воды 10 - 13 °С и солености 17 - 18 ‰*

Ключевые слова: черноморский калкан, производители, морфофизиологические показатели, замкнутая установка, стимуляция, температура, соленость, гипофизарные инъекции, созревание, овуляция, спермиация, икра, сперма

### Введение

Еще в 60 - 70-х годах XX века воздействие ряда негативных факторов вызвало резкое снижение запасов одного из наиболее ценных промысловых видов рыб Черного моря – черноморского калкана. В этих условиях все более актуальной стала проблема сохранения, пополнения и восстановления промыслового запаса этого вида. Для ее решения, особенно большое значение, приобретает вопрос расширенного воспроизводства. В свою очередь, это обуславливает необходимость разработки методов управления важнейшими этапами жизненного цикла калкана – размножением и ранним онтогенезом.

Подобные работы в значительной степени связаны с анализом толерантности и резистентности культивируемых рыб к наиболее важным экологическим факторам среды (температура, соленость и др.), т. е. становлением и формированием адаптивных реакций у исследуемых видов и направленным изменением гормонального баланса в организме, например, методами индукции созревания половых желез.

Известно, что гаметогенез у рыб, как и другие процессы, протекающие в организме, регулируется системой коррелятивно взаимосвязанных органов, среди которых важнейшую роль играет гипоталамо-гипофизарная система – ГГС. Несмотря на относительную автономность различных функциональных систем (репродуктивной, эндокринной, нервной), все они реагируют на те или иные факторы окружающей среды совокупностью синхронизированных между собой адаптивных реакций, обеспечивающих гомеостаз и устойчивое функционирование организма. При этом особое значение приобретает изучение влияния совокупности факторов различного происхождения на завершающие этапы оогенеза и сперматогенеза.

Решение указанных теоретических вопросов дает возможность в процессе разработки биотехнологии искусственного воспроизводства черноморского калкана вплотную приблизиться к осуществлению ряда практических задач – увеличению рабочей плодовитости, сдвигу сроков и многократности нереста и, таким образом, круглогодичному получению посадочного материала, увеличению выживаемости особей на разных стадиях онтогенеза и др.

Подобного рода исследования интенсивно ведутся за рубежом (Франция, Италия, Япония, Канада, США и др.) и в настоящее время в этих странах получены весьма обнадеживающие результаты по управлению отдельными стадиями репродуктивного цикла, нерестовым периодом и получением посадочного материала в заданные сроки [14, 16 - 21]. Перспективность и экономическая эффективность такого направления очевидна и не вызывает сомнений.

Еще в 1964 году сотрудниками АзЧерНИРО были начаты аналогичные исследования на черноморском калкане [2 - 5, 11]. Работы проводили на производителей, отлавливаемых из диких популяций. Рыб содержали в течение ограниченного периода времени в проточных бассейнах с не регулируемые параметрами водной среды. Данный факт в значительной степени нивелировал результаты исследований и не позволял четко выявить степень влияния таких основных абiotic факторов, как температура и соленость, а также гормональной стимуляции на завершающие этапы созревания половых клеток. Только после создания установок замкнутого типа (УЗВ) с комплексной очисткой воды для производителей, инкубации икры и выращивания личинок до жизнестойкой стадии появилась возможность реализовать в полной мере выше обозначенные задачи [6 - 7, 12 - 13].

В настоящей работе представлены обобщенные данные, касающихся различных аспектов регуляции завершающих этапов оогенеза и сперматогенеза, полученных на производителях черноморского калкана в период их длительного выдерживания в контролируемых условиях среды.

### Материал и методы

Исследования были проведены в 1997 - 2000, 2008 гг. в северо-западной части Черного моря в районе Шаблатского лимана (Одесская обл.). Экспериментальные работы проводили на черноморском калкане, отловленном в 1,5 - 2 км прибрежной зоне моря на территории рыбопитомника морских рыб ХТМО (Хозрасчетное Территориальное Межотраслевое Объединение).

Производителей калкана отбирали из жаберных сетей в период с 20 апреля по 30 мая. На береговую базу рыб доставляли в полиэтиленовых ванночках со сменяемой морской водой. Для краткосрочной акклимации самок и самцов помещали вместе в проточные бассейны объемом 2 - 4 м<sup>3</sup> при плотности посадки 2 - 3 экз. на 1 м<sup>2</sup>. У самок, имеющих клетки на V стадии зрелости (состояние «текучести»), отбирали икру сразу после доставки в рыбоводный цех. Овулировавшую икру отбирали путем отцеживания в сухую мерную посуду. У текущих самцов сцеживали сперму в градуированные пробирки. Оплодотворение проводили полусухим способом.

Качество спермы оценивали по стандартным методикам [1]. При характеристике морфо-биологических показателей зрелой икры анализировали следующие показатели: размерный ряд и средние значения ооцитов в половых железах разной стадии зрелости (III, III - IV, IV, IV - V, V, V - VI, VI - II), абсолютную и рабочую плодовитость, процент оплодотворения икры. Наблюдение за созреванием самок проводили путем анализа живых ооцитов под бинокляром МБС при увеличении об. 8 х ок. 4 и 7 [15].

Экспериментальные исследования по изучению влияния температуры и солености воды проводили в двух вариантах. В первом случае рыб выдерживали в бассейнах в условиях проточного режима и естественного изменения температуры, солености. Во втором случае производителей содержали в контролируемых условиях замкнутой системы. Исследования проводили как без гормональной обработки рыб, так и с ее применением. Производителей подвергали резервации от 2 суток до 1,5 месяцев. В период проведения экспериментальных исследований плотность посадки производителей составила 1 экз./м<sup>2</sup>.

Черноморского калкана инъецировали суспензией из ацетонированных гипофизов своего вида (гомопластические гипофизы).

Часть особей из уловов, а также по окончании эксперимента, подвергали полному биологическому анализу [9]. Возраст определяли по отолитам [9]. Стадии зрелости гонад оценивали визуально по шестибальной шкале О. Ф. Сакун и Н. А. Буцкой [10].

При обработке материала использовали методы общепринятой вариационной статистики [8].

### Результаты и обсуждение

**Морфофизиологическая характеристика производителей черноморского калкана.** Наши исследования проходили с третьей декады апреля до конца мая. В эти годы официальный пик нереста (с запретом на промысловый вылов) фиксировали с 1 мая по 10 - 15 мая.

В табл. 1 и 2 представлены данные, характеризующие морфофизиологические показатели самок и самцов калкана, выловленных в разные периоды нереста.

Из приведенных в табл. 1 и 2 данных видно, что производители калкана в апреле - начале мая имели более крупные размеры, чем таковые во второй половине мая. У самок средние показатели массы, длины и высоты тела варьировали от 3,98 до 4,4 кг, от 58,0 см до 59,1 см и от 38,5 до 39,0 см, соответственно. В конце нерестового периода они уменьшались от 3,7 до 3,18 кг, от 57,0 до 55,4 см, от 37,1 до 35,9 см, соответственно.

Таблица 1 – Морфофизиологическая характеристика самок черноморского калкана в разные периоды нереста

Период нереста	Кол-во рыб, экз.	Масса тела, кг	Общая длина, см	Высота тела, см	Количество рыб по стадиям зрелости, %			
					IV	IV-V, V	VI-II	Резорбция ооцитов
20.04	15	4,38 ± 0,6 4,0-5,0	59,1 ± 0,5 47-75	39,0 ± 0,6 33-53	45	55	-	-
25.04-06.05	25	3,98 ± 0,8 2,2-8,4	58,2 ± 1,1 51-74	38,5 ± 0,3 32-51	32	68	-	-
09.05-12.05	13	3,71 ± 0,3 2,8-4,7	57,1 ± 0,9 54-62	37,9 ± 0,6 32-45	23	53	-	24
16.05-19.05	15	3,70 ± 0,5 2,6-5,5	57,0 ± 0,6 54-60	37,1 ± 0,7 32-42	6	67	20	7
22.05-28.05	9	3,18 ± 0,7 2,4-4,4	55,4 ± 0,7 52-61	35,9 ± 0,2 29-41	-	44	33	23

Таблица 2 – Морфофизиологическая характеристика самцов черноморского калкана в разные периоды нереста

Период нереста	Кол-во рыб, экз.	Масса тела, кг	Общая длина, см	Высота тела, см	ГСИ, %	Количество рыб по стадиям зрелости, %		
						IV	V	VI-II
20.04	15	2,73 ± 0,2 2,6-3,2	55,5 ± 0,7 54-57	43 ± 0,4 39-50	0,59 ± 0,02 0,40-0,75	66	34	-
25.04-06.05	20	2,70 ± 0,3 2,6-2,9	55,1 ± 0,4 54-57	41 ± 1,0 25-51	0,54 ± 0,04 0,38-0,75	54	46	-
09.05-12.05	16	2,39 ± 0,5 1,7-3,2	53,0 ± 0,5 50-59	35,7 ± 0,9 32-42	0,40 ± 0,02 0,36-0,61	23	77	-
16.05-19.05	20	2,35 ± 0,4 1,7-3,7	51,0 ± 0,6 47-58	35,5 ± 0,8 32-42	0,38 ± 0,03 0,34-0,60	-	68	32
22.05-28.05	16	2,20 ± 0,4 1,7-2,8	50,0 ± 1,0 46-59	34,2 ± 0,7 29-41	0,25 ± 0,02 0,16-0,34	-	35	65

У самцов наблюдалась аналогичная закономерность. В третьей декаде апреля - начале мая в уловах преобладали более крупные особи, чем в конце нерестового сезона. Показатели массы, длины и высоты тела изменялись в следующей последовательности: в апреле - мае – 2,73 и 2,70 кг, 55,5 и 55,1 см, 39,0 и 38,5 см, соответственно, в третьей декаде мая – 2,35 и 2,20 кг, 51,0 и 50,0 см, 35,5 и 34,2 см, соответственно.

В третьей декаде апреля нерестовое стадо калкана представлено самками, имеющими яичники на IV, IV - V и V стадиях зрелости. Такая закономерность сохраняется до второй декады мая. С середины мая в уловах практически не встречаются особи с гонадами на IV стадии зрелости. В этот период у значительной части самок отмечается резорбция созревающих ооцитов и состояние «частичного» и «полного выбоя» половых желез. В конце нерестового сезона (в 20-х числах мая) наряду с особями, имеющими яичники с созревающими ооцитами, присутствует значительное количество рыб с резорбцией половых клеток и опустошенными гонадами.

Визуально IV стадия зрелости у самок характеризуется тем, что яичники значительно увеличены в объеме и заполняют почти всю полость тела. Сквозь оболочку хорошо просматриваются икринки. Гонадо-соматический индекс колеблется в пределах 6,8 - 9,7 %. В яичнике присутствуют ооциты разных фаз трофоплазматического роста с преобладанием клеток «фазы наполнения желтком» размером 500 - 600 мкм.

Стадия IV - V характеризуется наличием, наряду с желтковыми ооцитами, созревающих клеток диаметром от 700 до 1000 мкм. ГСИ варьирует от 10,9 до 21,3 %.

Половые железы самок V стадии имеют светло-желтый оттенок. Присутствуют и желтковые, и созревающие, и зрелые икринки размером от 1100 до 1295 мкм. ГСИ варьирует от 12,1 до 40,6 %. Масса гонад наиболее крупных самок составляет 1,1 и 1,5 кг.

«Частично опустошенный» яичник после сцеживания «остаточной» порции зрелой икры представлен в головном участке небольшим количеством клеток протоплазматического роста и от-

крытым ядром (6 - 8 дел. увел. х 4) и небольшим числом желтковых ооцитов с признаками резорбции. ГСИ равен 8,3 - 8,6 %. Яичник имеет лиловато-розовый цвет.

«Выбойные» яичники имеют багрово-фиолетовый цвет, дряблые. Их содержимое состоит из остатков овариальной жидкости, небольшого числа не выметанных разрушенных зрелых икринок мутновато-белого цвета и незначительного количества резорбирующихся желтковых ооцитов, ГСИ составляет 0,49 - 0,85 %.

В третьей декаде апреля нерестовое стадо калкана представлено самцами, имеющими семенники преимущественно на IV стадии зрелости. С последних чисел апреля и до середины мая планомерно увеличивается число особей с гонадами в состоянии «текучности» – V стадии. Начиная с 20-х чисел мая, в уловах присутствует значительное количество самцов с опустошенными семенниками.

У самцов IV стадии зрелости семенники розовато-белого цвета. При надавливании на брюшко из генипоры выделяется капля густой спермы. Отмечают три фазы движения: бурное вихревое – 220 сек., поступательное – 440 сек. и общее – 620 сек. Количество клеток составляет 18 - 20 млрд. кл./мл, ГСИ – 0,54 - 0,59 %.

У производителей V стадии зрелости семенники молочно-белого цвета. При надавливании на брюшко легко вытекает капля разжиженных молок. Длительность вихревой фазы 360 сек., поступательной – 620 сек., общей – 920 сек. Концентрация спермиев в единице объема – 8 - 10 млрд. кл./мл, ГСИ – 0,38 - 0,40 %.

«Выбойные» семенники имеют багрово-красный цвет. В семяпроводе присутствует остаточная сперма, которая еще не утратила своей оплодотворяющей способности. Вихревая фаза движения спермиев отсутствует. Продолжительность поступательного движения составила 300 сек., общего – 445 сек., ГСИ – 0,25 - 0,38 %.

**Влияние температуры на завершающие этапы оогенеза у черноморского калкана.** Калкан относится к порционно нерестящимся видам. Ранее проводимыми исследованиями на популяции калкана северо-восточной части Черного моря было установлено, что в экспериментальных условиях самки IV стадии зрелости не созревают без гормональной стимуляции. Вместе с тем было показано, что особи, имеющие наряду с желтковыми ооцитами и созревающие (стадия IV - V), продуцируют от 2 до 9 порций зрелой икры без гипофизарной обработки. При этом скорость созревания очередной порции варьирует от 12 до 120 часов в зависимости от температуры воды [11].

В связи с этим, представляло значительный интерес провести аналогичные исследования на популяции калкана, обитающего в северо-западной части Черного моря. В отличие от предыдущих работ, эксперименты были проведены на рыбах, резервируемых в контролируемых условиях замкнутой установки. Соленость воды была стабильная и составляла 17 - 18 ‰. Одну группу рыб выдерживали при температуре 10 - 13°, вторую – 14 - 17°. Исходно, самки обеих групп, наряду с желтковыми ооцитами размером 500 - 600 мкм, имели созревающие клетки диаметром от 700 до 950 мкм (стадия IV - V).

В табл. 3 приведены данные, характеризующие влияние температуры на репродуктивные способности самок калкана.

Из приведенных в табл. 3 данных видно, что при температуре воды 10 - 13° самки указанного исходного состояния созревали в среднем через 59 часов после размещения в бассейны. При температуре 14 - 17 °С период созревания у рыб с аналогичным исходным состоянием ооцитов сократился до 32 час.

При более низкой температуре от самок было получено большее количество порций и икры в них. Число порций в среднем составило 4 при колебании от 2 до 6, количество зрелых яиц 870 тыс. шт. при вариабельности от 200 до 1200 тыс. шт. Оплодотворяемость клеток варьировала в широких пределах – от 15 до 90 % и была, как правило, более высокой в первых 2-3 порциях.

В условиях более высокой температуры воды снизилось количество порций и число яиц в них и процент оплодотворения. В среднем оплодотворяемость яиц составила 42 % в первой порции и 35 % – в последующих. Самки, имеющие гонады на IV - V стадии зрелости, при выдерживании при температуре воды 10 - 13 °С продуцировали икру в течение 8 - 15 суток, а при содержании при температуре 14 - 17 °С – не более 6 суток.

Таким образом, установлено, что для созревающих самок калкана, обитающих в северо-западной части Черного моря, наиболее оптимальной температурой является 10 - 13 °С. При увеличении температуры на 4 - 7 °С резко возрастает число рыб с резорбцией и ухудшается качество овулировавшей икры.

Таблица 3 – Выдерживание интактных самок черноморского калкана с гонадами IV - V стадии зрелости при разной температуре (соленость 17 - 18 ‰)

Температура, °С	Масса самок, кг	Число созревших, %	Скорость созревания первой порции, час.	Кол-во порций	Интервал между порциями, час.	Кол-во икры в первой порции, тыс. шт.	Общее кол-во икры от одной самки, тыс. шт.	Оплодотворение в первой порции, %	Оплодотворение в последующих порциях, %	Продолжительность выдерживания, сут.
10-13	$\frac{3,3}{2,8-3,8}$	62	$\frac{59}{22-98}$	$\frac{4}{2-6}$	$\frac{22}{4-71}$	$\frac{336}{150-700}$	$\frac{870}{200-1200}$	$\frac{65}{15-90}$	$\frac{52}{10-75}$	14-15
14-17	$\frac{2,7}{2,4-3,2}$	36	$\frac{32}{4-56}$	$\frac{2}{1-4}$	$\frac{20}{2-38}$	$\frac{255}{65-400}$	$\frac{394}{170-740}$	$\frac{42}{10-65}$	$\frac{35}{6-55}$	6-7

Влияние гормональной стимуляции в сочетании с абиотическими факторами на завершающие этапы оо- и сперматогенеза у черноморского калкана. Нашими и ранее проводимыми на черноморском калкане исследованиями было установлено, что манипуляция факторами среды – температурой и соленостью воды – не вызывает овуляцию у самок IV стадии зрелости [11]. Только обработка гипофизарной суспензией позволяет получить от части рыб зрелую икру. Также было показано, что введение самкам с созревающими ооцитами (IV - V стадия) в начальный период резервации в оптимальных условиях гипофизарной суспензии вызывает значительно больший эффект, чем стимуляция только абиотическими факторами.

В табл. 4 представлены результаты, полученные после гипофизарной стимуляции самок калкана IV и IV - V стадий зрелости при их содержании в оптимальных условиях: плавном подъеме температуры от 10 до 13 °С и солености – от 17 до 18 ‰.

После обработки гомопластическими гипофизами самок IV стадии зрелости овуляцию отмечали у 60 % рыб. Суммарная доза препарата составила 40 - 48 мг/кг массы тела. Количество порций варьировало от 1 до 3. Первая порция созрела через 12 - 65 часов, в среднем через 30 часов; остальные – от 8 до 52 часов, в среднем через 21 час. Количество зрелой икры от каждой самки в среднем составило 310 тыс. яиц при вариабельности от 80 до 580 тыс. шт. Оплодотворяемость икры варьировала от 15 до 70 %, в среднем 55 %.

Установлено, что введение гипофизарной суспензии самкам IV - V стадии зрелости вызвало овуляцию у 100 % особей. В сравнении с процессом созревания, отмечаемым у интактных самок сходного физиологического состояния, у инъектированных рыб изменились все показатели (табл. 4).

В 3 раза сократилось время созревания первой и последующих порций икры, увеличилось их число и рабочая плодовитость каждой самки. Повысилось биологическое качество икры. Процент оплодотворения варьировал от 40 до 85 % и в среднем для всех порций составил 77 %. Продолжительность активного репродуктивного периода возросла на 10 - 12 дней и составила 20 - 25 суток.

Самцы черноморского калкана, в сравнении с размерами яичников, имеют очень маленькие семенники. У выловленных особей сперма не вытекает свободно. Лишь при надавливании на брюшко в области генипоры выделяется маленькая капля густой спермы. Такие особи имеют IV стадию зрелости. Их резервация в условиях разной температуры не вызывает перехода в «текущее» состояние. В связи с этим применили метод гипофизарных инъекций. Чтобы установить границы оптимального диапазона температуры их выдерживали при 10 - 13 и 14 - 17 °С.

В табл. 5 приведены данные по гипофизарной стимуляции самцов черноморского калкана при содержании их в условиях разного температурного режима.

Было установлено, что спермация в большей степени выражена у рыб при содержании при более низкой температуре. При температуре 10 - 13 °С положительную реакцию отмечали у 100 % рыб. Значительно увеличился общий объем эякулята, и возросла продолжительность оплодотворяющих фаз движения спермиев. Сперму сцеживали от 1 до 3 раз от каждого самца. Продолжительность активного репродуктивного периода варьировала от 10 до 15 суток. Скорость созревания очередной порции эякулята составила от 12 до 30 часов. Однократная порция спермы варьировала от 0,5 до 1,0 мл.

Таблица 4 – Результаты гипофизарной стимуляции самок калкана

Стадия зрелости	% Положительная реакция,	Масса, кг	Исходный диаметр ооцитов, мкм	Кол-во инъекций	Разовая доза АГК, мг/кг	Общее количество АГК, мг/кг	Интервал между инъекциями, час.	Скорость созревания первой порции, час	Продолжительность созревания очередной порции, час	Кол-во порций	Общее кол-во икры на 1 самку, тыс. шт.	Диаметр зрелой икры, мкм	Оплодотворение, % (среднее для всех порций)	Продолжительность выдерживания, сут.
IV	60	$\frac{3,2}{2,3-3,6}$	$\frac{585}{550-670}$	4	10-12	40-48	16-18	$\frac{30}{12-65}$	$\frac{21}{8-52}$	$\frac{2}{1-3}$	$\frac{310}{80-580}$	$\frac{1250}{1100-1320}$	$\frac{55}{15-70}$	10-12
IV-V	100	$\frac{3,3}{2,5-3,9}$	$\frac{810}{700-950}$	2	10-12	20-24	16-18	$\frac{14}{10-24}$	$\frac{16}{4-48}$	$\frac{5}{3-7}$	$\frac{980}{300-1600}$	$\frac{1320}{1180-1400}$	$\frac{77}{40-95}$	20-25

АГК\* – ацетонированный гипофиз калкана.

Таблица 5 – Результаты гипофизарной стимуляции самцов черноморского калкана при разной температуре (интервал между инъекциями 24 часа

Условия содержания	Исходные показатели		Концентрация спермиев, млн. шт./мм <sup>3</sup>	Общее число АГК, мг/кг	Кол-во инъекций	Кол-во эякулятов	Интервал между эякуляциями	Конечное состояние			Длительность выдерживания, сут.		
	объем эякулята, мл	продолжительность движения спермиев, сек.						вихревое	общее поступа- тельное	концентрация спермиев мм <sup>3</sup>		объем эякулята, мл	вихревое
T, °C	S, %												
10-13	17-18	капля	$\frac{220}{110-310}$	20	2	1-3	12-30	$\frac{2,2}{0,5-3,2}$	$\frac{13,5}{11-16,2}$	$\frac{360}{180-450}$	$\frac{620}{450-730}$		10-15
14-17	17-18	капля	$\frac{180}{90-230}$	20	2	1	10	$\frac{1,6}{0,5-2,2}$	$\frac{14,1}{12-17,3}$	$\frac{270}{120-315}$	$\frac{320}{220-465}$		6-7

## Выводы

Таким образом, в результате экспериментальных исследований, проведенных на черноморском калкане популяции северо-западной части Черного моря было установлено следующее:

- наибольшее количество зрелых производителей калкана отмечается в конце апреля - начале мая. Самки и самцы в этот период характеризуются высокими показателями чувствительности к гипофизарной стимуляции овуляции и спермиации, качества икры и спермы;
- оптимальными условиями для резервации и получения зрелых половых продуктов от интактных и инъецированных самок и самцов разного исходного состояния являются температура воды 10 - 13 °С и соленость 17 - 18 ‰;
- самки, имеющие IV - V стадию зрелости гонад, способны созревать в условиях неволи без гормональных инъекций. Вместе с тем, эффективность этого процесса существенно повышается при использовании для их стимуляции гомопластических гипофизов. Увеличивается число порций, количество зрелых яиц, сокращается период созревания очередной порции, повышается оплодотворяемость икры. Эффективной дозой гипофизарной суспензии из ацетонированных гипофизов калкана является: разовая – 10 - 12, общая – 20 - 24 мг/кг массы тела. Продолжительность активного репродуктивного периода увеличивается от 10 - 15 до 20 - 25 суток;
- самки, имеющие гонады на IV стадии зрелости, созревают в искусственных условиях только под воздействием гипофизарных инъекций. Эффективная доза гипофиза своего вида: разовая – 10 - 12, общая – 40 - 48 мг/кг массы тела. Репродуктивный период 10 - 12 суток;
- самцы калкана в условиях неволи без гормональной обработки продуцируют сперму в малых объемах – от 0,1 до 0,2 мл. Введение суспензии из гомопластических гипофизов в количестве 10 - 20 мг на 1 кг массы тела стимулирует увеличение эякулята в пределах 0,5 - 2,0 мл. После гипофизарной обработки реакция спермиации имеет более выраженный характер при резервации самцов при температуре 10 - 13 °С и солености 17 - 18 ‰. Продолжительность репродуктивного периода самцов составляет 10 - 15 суток.

## Литература

1. Белова И.В. Некоторые методы изучения преднерестового и нерестового периодов жизни самцов рыб // Исследование размножения и развития рыб : метод. пособие. – 1980. – С. 58 - 66.
2. Воробьева Н.К., Таликина М.Г. и др. Результаты стимулирования созревания и нереста камбалы и кефалей в искусственных условиях : рукопись АзЧерНИРО. – Керчь, 1973. – С. 23 - 25.
3. Воробьева Н.К., Таликина М.Г., Золотницкий А.П. Исследования созревания самок черноморской камбалы-калкана (*Scophthalmus maeoticus* Pallas) в экспериментальных условиях // Биологические основы морской аквакультуры. – К.: Наукова думка, 1975. – Вып. 1. – С. 42 - 51.
4. Воробьева Н.К., Таликина М.Г. Результаты анализа созревания самок черноморской камбалы-калкана // Труды ВНИРО. – М., 1976. – Т. 115. – С. 51 - 56.
5. Воробьева Н.К., Таликина М.Г. Предварительная методика получения зрелой икры камбалы-калкана // Рыбное хоз-во. – 1976. – № 4. – С. 15 - 17.
6. Куликова Н.И., Куприянов В.С. Устройство для выращивания личинок морских рыб. – АС СССР № 16977656, А 01К 61/00, БИ № 46. – 1991 б.
7. Методы управления репродуктивными циклами ценных видов морских рыб (кефалевых, камбаловых) : отчет ЮгНИРО о НИР. – Керчь: ЮгНИРО, 2003. – 85 с.
8. Плохинский Н.А. Биометрия. – Новосибирск, 1961. – 327 с.
9. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). – М.: Пищевая пром-ть, 1966. – 374 с.
10. Сакур О.Ф., Буцкая Н.А. Определение стадий зрелости и изучение половых циклов рыб. – М.: Пищевая пром-ть, 1963. – 75 с.
11. Таликина М.Г., Воробьева Н.К. Особенности созревания и характер икротетания черноморской камбалы-калкана в связи с проблемами ее искусственного воспроизводства // Труды ВНИРО. – М., 1975. – Т. 96, вып. 4. – С. 7 - 17.
12. Туркулова В.Н., Новоселова Н.В., Куликова Н.И. Получение жизнестойкой молоди черноморской камбалы-калкана с использованием промышленных рециркуляционных установок // Другий з'їзд гідроекологічного товариства : зб. укр. тези доповід. – К., 1997. – Т. 2. – С. 58 - 59.
13. Туркулова В.Н. Выращивание молоди черноморского калкана. – Симферополь: Крымский КЦНТЭИ, 1999. – № 59 - 99. – 3 с.
14. Фукуси С. Влияние длины светового дня на созревание айю. – 1979. – Т. 33, № 11. – С. 11 - 16.
15. Характеристика созревания черноморских рыб (калкана и глоссы) в естественных и искусственных условиях и предварительные данные по биологическим нормативам искусственного разведения : рукопись 3934/1 АзЧерНИРО. – Керчь, 1975. – С. 132.

16. *Kiyoshi A., Isao I.* Role of temperature and photoperiod in annual reproductive cycle of the rose bitterling *Rhodeus ocellatus ocellatus* // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. – 1983. – 49, № 1. – Pp. 61 - 67.
17. *Bromage N.R., Elliott J.A., Springate J.R.C., Whitehead C.* The effects of constant photoperiods on the timing of spawning in the rainbow trout // Aquaculture. – 1989. – 43, № 1 - 3. – Pp. 213 - 223.
18. *Micale V., Perdichizzi F.* Gonadal responsiveness to photoperiod extension in captivity-born *Sparus aurata* (L.) during the male phase // Boll. zool. – 1990. – 57, № 1. – Pp. 21 - 26.
19. *Poncin P., Melard Ch., Philippart J.-C.* Utilisation de la temperature et de la photoperiode pour controller la maturation sexuelle en captivite de trois especes de poissons cyprinids europeens: *Barbus barbus* (L.), *Leuciscus cephalus* (L.) et *Tinca tinca* (L.) : Resultats preliminaries // Bull. fr. peche et piscicult. – 1987. – 60, № 304. – Pp. 1 - 12.
20. *Razani H., Isao H., Katsumi A.* Critical daylength and temperature level for photoperiodism in gonadal maturation of goldfish // Exp. Biol. – 1987. – 47, № 2. – Pp. 89 - 94.
21. *Takashima F., Yamada Y.* Control of maturation in masu salmon by manipulation of photoperiod. – 1984. – 43, № 1 - 3. – Pp. 243 - 257.

**ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ  
НА РОСТ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ МОЛОДИ ЧЕРНОМОРСКОГО КАЛКАНА  
(*PSETTA MAEOTICA MAEOTICA*, PALLAS) ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ  
В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

**Н. В. Новоселова, В. Н. Туркулова**

Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО)

*В статье представлены некоторые результаты по выращиванию черноморского калкана (*Psetta maeotica maeotica*) в искусственных условиях, на культивируемых кормах. Авторы рекомендуют производить выращивание черноморского калкана при солености не ниже 18 ‰. Предполагается, что инфузории, личинки баянусов и планктонные формы остракод являются самым оптимальным стартовым кормом для молоди черноморского калкана. Основными кормовыми организмами при выращивании до 30 суток должны служить различные стадии веслоногих ракообразных. Приводятся данные по суточным рационам, интенсивности питания и времени переваривания различных кормовых объектов.*

Ключевые слова: личинки, соленость, питание, кормовые организмы, суточные рационы, выживание, избирательность

### Введение

Черное море уникально по своей промыслово-экологической продуктивности и рекреационной значимости. В последние десятилетия акватория бассейна, особенно в прибрежной зоне подвержена чрезвычайной антропогенной нагрузке, интенсивность которой в настоящее время несколько повышена. Отмечаются устойчивые изменения абиотической части системы, на фоне которой снижаются продукционные возможности, меняется структура биоценозов, вселяются новые виды гидробионтов, претерпевают изменения экологические связи гидросообществ.

В сложившейся эколого-социологической ситуации одним из приоритетных видов рационального использования морских биоресурсов является направление повышения продуктивности бассейна при помощи развития марикультуры.

Наиболее значимое направление марикультуры – воспроизводство ценных видов гидробионтов, находящихся под угрозой исчезновения, с целью сохранения и увеличения численности естественных популяций, получения посадочного материала для организации пастбищного выращивания.

Камбала-калкан (*Psetta maeotica maeotica*) является одной из наиболее ценных промысловых видов рыб Черного моря, где она образует отдельные локальные стада. Основным фактором, определяющим динамику промыслового стада, является величина пополнения. Черноморский калкан характеризуется низкой эффективностью воспроизводства. Численность отдельных поколений в промысловом возврате составляет 0,002 % от количества выметанной икры (индивидуальная плодовитость до 14 млн. икринок).

Целью наших исследований являлась разработка биотехники промышленного получения жизнестойкой молоди для увеличения численности естественных популяций. Были получены результаты по ряду проблем, связанных с выращиванием калкана (с размножением, ранним онтогенезом, анализом толерантности и резистентности культивируемых рыб к наиболее важным экологическим факторам среды – фотопериоду, солености, температуре, питанию, кормовой базе и др.).

Камбаловые, как и большинство рыб с пелагической икрой, имеют высокую плодовитость, но низкую выживаемость, что обуславливает значительную элиминацию потомства в естественных условиях. Личиночный период очень короток по сравнению с общей продолжительностью жизни взрослой рыбы, но именно в это время меняется морфология, физиология, экология и характер питания камбаловых рыб. Получение зрелых половых продуктов и выращивание личинок и молоди в искусственных условиях с использованием культивируемых кормов, позволит нивелировать негативное воздействие неблагоприятных физических факторов среды путем оптимизации их параметров.

## Материал и методика

Материал был получен при выращивании черноморского калкана на питомнике по воспроизводству морских рыб ХТМО (Северо-Западное Причерноморье, Одесская область) в период с 1997 по 2000 и 2008 гг.

Зрелые половые клетки получали от интактных производителей путем отцеживания. Оплодотворенную икру размещали на инкубацию в выростные установки (рабочим объемом культуральной среды 5 м<sup>3</sup>), там же проводили выращивание личинок до 30-суточного возраста (общим объемом 30 м<sup>3</sup>). Дальнейшее подращивание велось в железобетонном бассейне с песчаным дном (объемом 300 м<sup>3</sup>, глубиной 100 см) в условиях постоянной проточности на открытом воздухе. Режим выращивания в рециркуляционных установках: соленость – 18 - 19 ‰, температура – 15 - 20 °С, содержание растворенного в воде кислорода – 7 - 8 мг/л. В лабораторных условиях проводили количественно-весовую обработку личинок по стандартным методикам. Состав пищи, выраженной в % от веса пищевого комка, – 100 %, рассчитывали на основании массы кормовых организмов, полученных непосредственным взвешиванием. Частоту встречаемости пищевых компонентов вычисляли от числа всех личинок, включая непитающихся. Интенсивность питания оценивали по общему индексу наполнения (отношение массы всего пищевого комка к массе личинки, выраженные в процентилях). Суточный рацион определяли методом прямых вскрытий 20 личинок каждые 2 часа.

Ежедневная проба на питание включала 10 - 15 личинок, всего было обработано 4720 личинок и 870 непитающихся. При изучении скорости переваривания обработали 1320 личинок и 410 непитающихся. Для определения суточных рационов просмотрели 490 личинок, непитающихся было 90 штук. Все используемые кормовые объекты культивировались на этом же рыбопитомнике в солоноватоводных прудах площадью 0,1 - 0,5 га по методике, разработанной в ЮгНИРО. Перед внесением в выростные емкости кормовые организмы выдерживали в растворе фуразолидона и промывали проточной водой.

## Основная часть

**Соленость.** Для изучения влияния солености выращивание черноморского калкана проводили в двух вариантах солености – 18 - 19 и 16 ‰. Температура культуральной среды постепенно увеличивалась с 16 до 20 °С. В табл. 1 мы приводим полученные результаты по суточным рационам черноморского калкана в % от веса всего пищевого комка при выращивании молоди в солености 18 - 19 ‰.

По представленным в табл. 1 данным можно проследить, что суточные рационы личинок калкана по потреблению различных видов организмов в воде с соленостью 18 - 19 ‰ определяются

Таблица 1 – Суточный рацион черноморского калкана по дням выращивания в % от веса пищевого комка, соленость 18 - 19 ‰

Кормовые организмы	Дни выращивания, сутки				
	4-8	8-10	10-15	15-30	30-50
Взрослые формы копепод	0	15	24	43	78
Науплии и молодь копепод	46	39	37	30	10
Личинки остракод	38	39	30	25	10
Личинки баянусов	12	6	8	2	2
Инфузории	3	1	1	0	0
Коловратка	1	0	0	0	0

только возрастом. Но в любой период выращивания личинки отдают предпочтение различным формам копепод (табл. 1).

В воде с соленостью 16 ‰ личинки питались особенно плохо с 3 по 8 сутки, что и обуславливало их дальнейшую гибель.

Суточные рационы личинок (%) в зависимости от веса тела были следующие: с 3 до 5 сут. – 78 - 104/32 - 58; 5 - 7 сут. – 100 - 114/54 - 95; 8 - 10 сут. – 100 - 123/90 - 105; 10 - 20 сут. – 145 - 282/95 - 170; 20 - 30 сут. – 100 - 145/80 - 50; 30 - 50 сут. – 70 - 25 (соленость 18 - 19 ‰ /соленость 16 ‰). Суточные рационы личинок калкана в воде с соленостью 16 ‰ были в 1,5 - 3 раза меньше, чем при выращивании в солености 18 - 19 ‰, соответственно отставал и темп роста.

В табл. 2 мы представляем результаты по изменению длины личинок калкана, в зависимости от степени солености культуральной среды.

Наиболее крупные личинки были получены в 1998 г., видовой состав вносимых кормов был также иным, можно предположить, что эти объединенные факторы явились причиной лучшего темпа роста молоди. Во все периоды выращивания молодь в воде с меньшей соленостью имела

Таблица 2 – Темп роста личинок калкана в зависимости от солености

Дни выращивания, сутки	Длина личинок, мм			
	1997	1998	2000	2008
1	2,75/2,4	2,85/2,3	2,8/2,25	2,47/2,1
5	3,2/2,6	4,5/2,8	3,85/2,6	3,19/2,4
10	6,9/4,2	7,5/5,1	7,0/5,2	6,28/4,0
15	8,4/6,8	9,3/6,7	8,25/6,4	8,12/6,1
20	13,2/7,9	14,1/8,0	13,5/7,8	13,12/6,8
25	15,1/9,3	15,9/9,7	15,2/9,6	
30	18,5/11,4	18,3/11,0	19,0/11,5	
35	25,6/18,2	25/16,2	26,8/17,8	
40	30,4/25,3	31,2/24,9	31,0/24,3	
45	35,6/40,5	36,7/30,5	35,8	
50	40,5	41,1	40,2	
55	45,8	47,3	46,0	

Примечание: соленость – 18 - 19 ‰, / – соленость 16 ‰.

меньшие размеры (табл. 2). Выживаемость молоди в воде соленостью 16 ‰ была очень низкой, начиная с 20-х суток выращивания, наблюдается интенсивный отход до 10 % в сутки, к 45-м суткам остались единичные экземпляры.

Таким образом, полученные результаты позволяют рекомендовать, производить выращивание черноморского кал-

кана при солености не ниже 18 ‰.

**Фотопериод.** Влияние света на эффективность кормления морских рыб в искусственных условиях изучено слабо. Естественная периодичность освещения вызывает выделение различных биологически активных веществ, оказывающих самое различное влияние на жизнедеятельность личинок [2].

Для раннего развития калкана при наших исследованиях по влиянию фотопериода, прослеживалась одна и та же закономерность – наибольшее количество нормальных личинок и наименьший процент уродств наблюдается при инкубации икры при слабой освещенности (400 - 500 лк). Определенной ритмичности питания в суточном фотопериоде не наблюдалось. Личинки питаются в течение суток, но с разной интенсивностью. Рационы питания личинок были наибольшими при ярком освещении (2000 - 8000 лк). Ночью личинки калкана плохо едят до 20 - 25 суточного возраста, затем хорошо кормятся даже при освещенности 100 - 300 лк.

**Трофический фактор.** Опубликованных данных по питанию личинок и ранней молоди Черноморских камбаловых рыб, в естественных условиях очень мало. Очевидно, это связано с тем, что неизвестны районы обитания личинок и труднодоступен их отлов в связи с физиологией поведения и постоянной миграцией за кормовыми объектами. В единственной работе А. С. Михмана сказано, что на ранних стадиях развития молодь черноморского калкана потребляют, в основном, веслоногих ракообразных [3].

Существует достаточно богатый литературный материал по питанию личинок до стадии метаморфоза, выращенных в искусственных условиях, по тюрбо *Psetta maotica*, который является объектом морского рыборазведения в странах Европы. А также по черноморскому калкану, называемому южным аналогом тюрбо, и черноморской камбалы глоссы *Platichthys flecsus*, разработкой биотехнологии их разведения занимались морские НИИ России и Украины с 70-х гг. XX века.

Первые опыты по выращиванию личинок черноморского калкана, тюрбо и других видов камбаловых проводили, используя в качестве кормов для питания микроводоросли, коловраток и науплиусы артемии. При этом рационе выживало лишь около 10 % молоди. [1, 5]. Наиболее полные и результативные работы по выращиванию и питанию тюрбо и его близкого аналога брилля были опубликованы в 1972 г. в британском журнале «Морская биология». Исследователи утверждали, что личинки камбаловых на ранних стадиях и до 30 суток предпочитают питаться организмами морского зоопланктона, особенно – веслоногими ракообразными [6]. Основные работы по пищевой ценности живых кормов для камбаловых рыб и их обогащению были проведены в Японии и Великобритании. Ученые доказали, что наиболее ценным в пищевом отношении для камбаловых рыб является морской зоопланктон, особенно веслоногие ракообразные. До настоящего времени выращивание всех видов морских рыб ведется с применением в качестве кормов коловраток и артемии. Мы применяли различные виды живых кормов. Наши исследования показали, что молодь калкана уже на ранних стадиях проявляет четкую избирательность при выборе корма [4].

На рис. 1 мы представляем данные по сырой биомассе вносимых кормовых организмов, из расчета на 10000 экз. личинок.

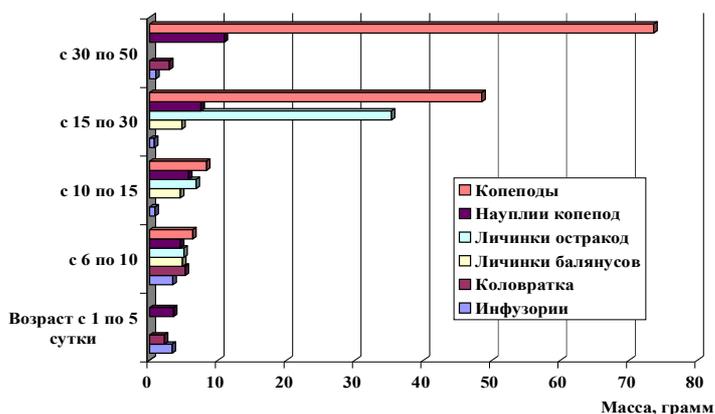


Рисунок 1 – Средняя сырая биомасса вносимых кормовых организмов на 10000 личинок

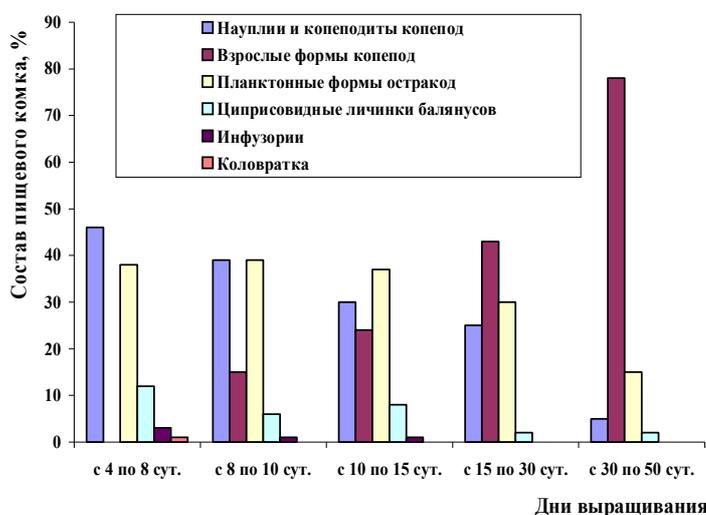


Рисунок 2 – Состав пищевого комка в желудочно-кишечном тракте личинок

ти кормовых объектов на графическом рис. 3. По представленному рисунку видно, что у личинок калкана общий период переваримости кормовых объектов составлял 0,2 - 4,5 часа. Отдельные организмы у личинок калкана перевариваются за: остракоды – 1,5 - 2 часа, веслоногие и ветвистоусые рачки – 3 - 4, инфузории – 0,2 - 0,5, личинки баянусов – 1 - 2,5 часа, вся пища выводилась через 10 - 12 часов. В возрасте 15 - 30 суток период переваривания остракод составлял 2 часа, рачков – до 4 часов, дефекация пищи проходила через 15 - 20 часов. Начиная с 30-х и по 60 сутки, личинки усваивали копепоид за 2 часа, а рыбный фарш – в течение 4 - 5 часов (рис. 3).

Таким образом, время переваривания пищи у молоди черноморского калкана зависит от возраста

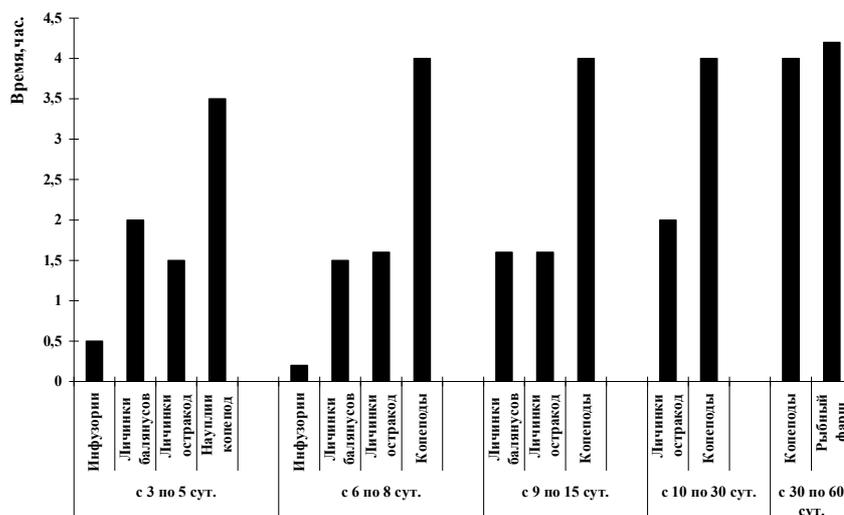


Рисунок 3 – Время перевариваемости различных кормовых объектов у личинок калкана

По приведенному рисунку четко прослеживается картина увеличения сырой биомассы зоопланктона – от 18,26 г на 3 сутки до 73,6 г к 30 суткам. С 30 суток выращивания в рацион питания вводили сырой рыбный фарш из расчета 500 г в сутки. Биомасса кормовых объектов имела тенденцию к возрастанию за счет увеличения размерно-весовых характеристик вносимых кормов (рис. 1).

Интенсивность питания определялась индексами наполнения: у 4 - 6-суточных личинок он составлял 16 - 60 ‰, 6 - 8-суточных – 32 - 127, 8 - 15-суточных – 95 - 359, 15 - 30-суточных – 100 - 425, 30 - 50-суточных – 285 - 659 ‰. Высокие индексы потребления и суточные рационы указывают на достаточное количество вносимых кормов.

На графическом рис. 2 мы приводим данные по составу пищевого комка личинок камбалы-калкан в %, за 100 % веса принимали весь пищевой комок.

По приведенному рисунку можно наблюдать, что в своем питании личинки предпочитали различные стадии веслоногих и ветвистоусых рачков.

Мы представляем также данные по времени перевариваемости

та. В более раннем возрасте корм переваривается дольше, а выводится из организма чаще, начиная с 15-суточного возраста время переваривания уменьшается, но органические остатки удаляются через более длительные промежутки времени, то есть усвояемость кормовых организмов увеличивается.

На графическом рис. 4 представлены результаты по динамике длины личинок калкана за четыре сезона выращивания.

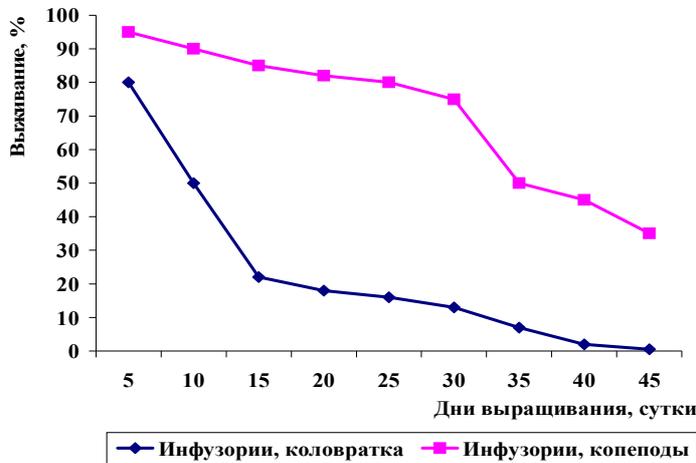


Рисунок 4 – Выживаемость личинок калкана в зависимости от видового состава вносимого зоопланктона

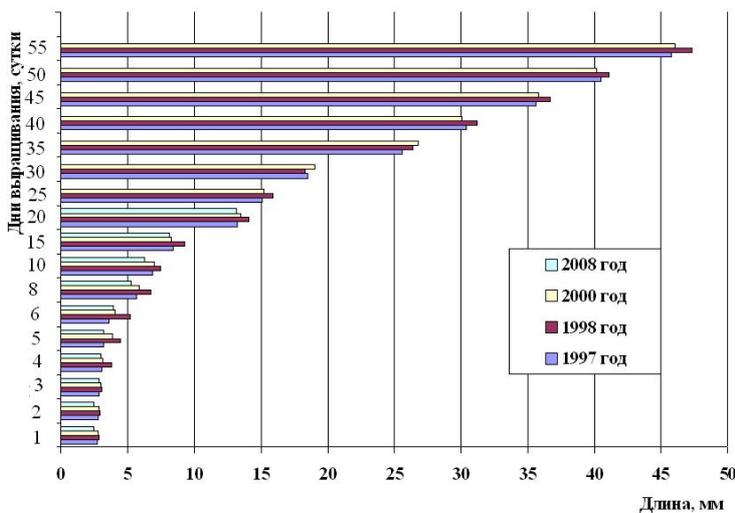


Рисунок 5 – Динамика длины личинок калкана в разные периоды выращивания

мыми видами зоопланктона у личинок камбалы-калкан в 1998 г. были инфузории рода *Metacyclis* и *Mesodinium*, копеподы рода *Acartia* и *Calanipeda*, остракоды рода *Cyprides*. Причем, планктонные формы остракод личинки охотно потребляли с 4-х по 30-е сутки выращивания, несмотря на их небольшую плотность в выростных емкостях. Излюбленным кормом для личинок являлись все стадии развития веслоногих ракообразных (табл. 3).

В табл. 4 мы представляем виды кормов, вносимых в 1997, 2000 и 2008 гг. По материалам таблицы можно заключить, что предпочитаемыми видами зоопланктона в питании личинок были следующие виды организмов зоопланктона: инфузории рода *Metacyclis*; копеподы рода *Acartia*, *Calanipeda*; остракоды рода *Loxoncha*. В сезон 1997, 2000 и 2008 гг. в питании отсутствовали инфузории рода *Mesodinium* и остракоды рода *Cyprides*, также не было в поступающей проточной воде личинок баянусов, которых, несмотря на их небольшую концентрацию в выростных емкостях, в 1998 г. охотно потребляли личинки (табл. 4). Остракод рода *Loxoncha* мы не смогли

протренировать за четыре сезона выращивания. Проследив результаты по изменению длины личинок в различные периоды выращивания, мы сделали вывод, что скачок роста происходит с 6-х по 10-е сутки, личинки с 3,6 - 5,2 мм достигают длины 6,9 - 8,5 мм. С 10-х по 35-е сутки идет постепенное увеличение длины тела до 17 - 25 мм. К 50-м суткам выращивания молодь калкана имела длину от 45 до 47 мм. На приведенном рисунке можно заметить, что личинки калкана, полученные в 1998 г., опережали по динамике роста молодь, выращенную в другие годы. И если личинки, полученные в 1997 и 2008 гг., были меньше на выклев, то размеры личинок в 1 сутки в 2000 г. были больше (рис. 5).

Проведя анализ трофических условий выращивания, мы обратили внимание на то, что живые корма, вносимые в выростные емкости в 1998 г., несколько отличались по своему видовому составу.

В табл. 3 - 4 мы приводим усредненные данные по видовому составу вносимого зоопланктона, а также по его содержанию в выростных емкостях и желудочно-кишечном тракте личинок.

В табл. 3 представлены виды кормов, вносимых в 1998 г. По приведенной таблице можно сделать вывод, что, несмотря на большую концентрацию коловраток, молодь калкана на них плохо реагировала. Наиболее предпочитаемыми

Таблица 3 – Видовой состав зоопланктона, используемый при выращивании личинок калкана, его содержание в выростных емкостях и желудочно-кишечном тракте в 1998 г.

Вид кормовых организмов зоопланктона	Размер, мкм	Сроки внесения, сутки	Концентрация в выростных емкостях, экз./мл	Содержание в желудочно-кишечном тракте, экз.
Инфузории				
- р. <i>Metacyclis</i>	50-80	2-5	10-15	5-9
- р. <i>Euplotes</i>	40-90	2-5	12-38	2-4
- р. <i>Mesodinium</i>	20-50	2-5	10-12	2-14
Коловратки: <i>Brachionus plicatilis</i>	40-350	2-10	3-25	1-2
Веслоногие ракообразные				
- <i>Acartia clausi</i>	10-1400	4-50	0,1-0,7	1-68
- <i>Calanipeda aquae dulcis</i>	10-1000	4-50	0,1-0,7	1-44
- <i>Diaptomus gracilis</i>	10-1800	4-50	0,1-0,7	1-38
Усоногие ракообразные				
- род <i>Balanus</i> , личинки;	10-600	4-30	0,2-0,5	1-2
- остракоды <i>Cyprides torosa</i>	10-1400	4-30	0,5-3	18-90

Таблица 4 – Видовой состав зоопланктона, используемый при выращивании личинок калкана, его содержание в выростных емкостях и желудочно-кишечном тракте в 1997, 2000, 2008 гг.

Вид кормовых организмов зоопланктона	Размер, мкм	Сроки внесения, сутки	Концентрация в выростных емкостях, экз./мл	Содержание в желудочно-кишечном тракте, экз.
Инфузории:				
- р. <i>Metacyclis</i>	50-80	2-5	12-15	4-11
- р. <i>Tintinopsis</i>	30-40	2-5	10-15	-
Коловратки:				
- <i>Brachionus plicatilis</i>	40-350	2-10	3-25	2-3
- <i>Synchaeta sp.</i>	40-200	2-10	3-34	2-3
Веслоногие ракообразные:				
- <i>Acartia clausi</i>	10-1500	4-50	0,2-0,5	1-60
- <i>Calanipeda aquae dulcis</i>	10-1000	4-50	0,5-3	1-51
- <i>Diaptomus gracilis</i>	10-1200	4-50	0,1-0,7	1-44
- <i>Tisbe furcata</i>	10-1200	4-50	0,2-1	1-23
Моллюски род <i>Mytilus</i> личинки	200-250	4-10	0,1-0,2	1-2
Остракоды род <i>Loxoncha</i>	40-90	4-10	0,5-1	1-6

культивировать в прудах, по причине нам неизвестной, поэтому их внесение закончилось на 10 сутки выращивания личинок, и было явно недостаточным по концентрации.

Анализ результатов по составу вносимых живых кормов позволяет предположить, что инфузории, личинки балянусов и личинки остракод являются самым оптимальным стартовым кормом для молоди черноморского калкана.

В 2000 г. был проведен эксперимент по выживаемости личинок калкана в двух вариантах внесения кормового зоопланктона: 1 – инфузории и коловратка; 2 – инфузории и копеподы. Концентрация кормовых организмов в выростных емкостях была следующей: инфузории – 3 - 30 экз./мл; коловратка – 3 - 20; копеподы – 0,1 - 1,3 экз./мл. Эксперимент продолжался 45 суток. Полученные результаты представлены на рис. 4.

Данный рисунок позволяет сделать следующее заключение, что коловратка и инфузории как вид корма могут применяться только на самых ранних этапах онтогенеза – с 5 по 10 сутки, хотя уже с 10 суток начинается гибель личинок – до 50 %. На 20 сутки в емкостях осталось около 20 % выживших личинок, а на 40 сутки выращивания в бассейнах, где кормом служили инфузории и коловратки, мы наблюдали лишь единичные экземпляры молоди калкана (рис. 4). Таким образом, полученные результаты позволяют предположить, что наиболее оптимальным кормом для молоди черноморского калкана в искусственных условиях являются веслоногие ракообразные.

На 14 - 15 сутки у личинок черноморского калкана начинается метаморфоз, что хорошо видно по смещению глазных косточек и мышц. К 30 суткам завершается формирование лучей во всех плавниках, личинки имеют четко выраженную боковую линию. Метаморфоз у всех партий личинок полностью завершился в возрасте 60 - 65 суток при длине тела 35 - 45 мм. В этом возрасте мальки приобретают форму тела и окраску взрослого калкана и переходят к донному образу жизни. Начиная с 30 суток, подращивание проводили в бетонных бассейнах. Личинки калкана основное время проводили на песчаном дне бассейна, но продолжали питаться в основном зоопланктоном, но наиболее его крупными формами.

### Заключение

Весь комплекс полученных результатов по выращиванию черноморского калкана с применением культивируемого зоопланктона, позволяет сделать общий вывод о том, что личинки калкана проявляют избирательность в питании на самых ранних этапах своего развития. По нашему мнению инфузории, личинки баянусов и личинки остракод являются лучшим стартовым кормом для ранней молодежи калкана. Оптимальным видом корма на протяжении 30 суток выращивания могут служить все стадии развития веслоногих ракообразных. Наиболее предпочитаемыми видами зоопланктона у личинок камбалы-калкан являются инфузории рода *Metacyclis* и *Mesodinium*; копеподы рода *Acartia*, *Calanipeda* и остракоды рода *Cyprides*.

В отношении солености – любое, даже незначительное, изменение градиента приводит на самых ранних стадиях развития личинок к изменению в питании, а затем к последующей гибели молодежи. Личинок черноморского калкана рекомендуется выращивать в солености не ниже 18 ‰.

Таким образом, промышленное воспроизводство черноморского калкана возможно, при наличии определенных видов живых кормов и оптимизации абиотических параметров среды, что может способствовать поддержанию устойчивости экосистемы и увеличения эколого-биологической продуктивности Черного моря. Мы пока не можем дать конкретные рекомендации по составу живых кормов и суточным рационам по питанию молодежи камбалы калкан при искусственном выращивании. Мы считаем, что для этого необходимо продолжать изучение обеспеченности пищей личинок и молодежи, получать данные по суточным рационам, увеличить экспериментальные трофологические исследования, в частности, исследования скорости переваривания и эффективности использования пищи на разных этапах онтогенеза, проводить экологический мониторинг с трофологическими исследованиями всей экосистемы местообитания калкана в целом.

### Литература

1. Заика В.Е., Иванов В.Н. Опыт содержания и кормления личинок камбалы-калкана в лабораторных условиях // Биол. основы морской аквакультуры. – К.: Наукова думка, 1975. – Ч. 1. – С. 54 - 66.
2. Микулин А.Е. Функциональное значение пигментов и пигментации в онтогенезе рыб. – М.: ВНИРО, 2001. – 231 с.
3. Михман А.С., Брызгунов М.И. Питание личинок калкана *Scophthalmus maeoticus* и *Platichthys flesus luscus* в Таганрогском заливе // Вопр. ихтиологии. – М., 1978. – № 5 (112). – С. 961 - 963.
4. Новоселова Н.В., Туркулова В.Н. Особенности питания и роста личинок черноморской камбалы-калкан при культивировании в промышленных рециркуляционных установках // Современное состояние и будущее аквакультуры : Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России : Научно-практ конф. – Адлер, 2001. – С. 82 - 84.
5. Girin M. Nutrition de la larvae de turbot *Scophthalmus maximus* avant metamorphose // Bulletin franc. piscicult : The early life history of fisheries. – 1974. – Vol. 8, № 2. – Pp. 739 - 746.
6. Jones A. Studies on egg development and larval rearing of Turbot, *Scophthalmus maximus* L. and Brill. *Scophthalmus rhombus* L., in the laboratory // Marine Biological Association of the United Kingdom. – Cambridge: University press, 1972. – Vol. 52, № 4. – Pp. 965 - 996.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИКРЫ ЛОБАНА, СИНГИЛЯ И ПИЛЕНГАСА, ОБЪЕКТОВ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ БАССЕЙНЕ

Л. И. Булли

Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
(ЮгНИРО)

*При проведении работ по искусственному воспроизводству кефалей наиболее важным является обеспечение благоприятных условий инкубации икры и развития ранних личинок, прежде всего по солености морской воды. Показано, что между нейтральной плавучестью и некоторыми морфофизиологическими характеристиками икры существуют тесные корреляционные связи. Наиболее тесная связь выявлена с величиной относительного объема жировой капли оплодотворенной икры. В практической работе при определении соленостного оптимума для эмбрионального развития кефалей предложено использовать уравнение степенной функции зависимости нейтральной плавучести от относительного объема жировой капли.*

Ключевые слова: кефали, икра, корреляционная связь, липиды, нейтральная плавучесть, соленость, относительный объем жировой капли, эмбриональное развитие, зависимость

Азово-Черноморский бассейн является северным краем ареала таких видов как лобан, остронос и сингиль. Здесь обитают их уникальные популяции, так называемые, «черноморские кефали», способные эффективно воспроизводиться в условиях неустойчивого термического режима и низкой солености (15 - 18 ‰), в то время как в центре ареалов эти виды нерестятся в водах океанической солености (31 - 37 ‰). Это стало возможным благодаря высокой экологической пластичности видов, в результате которых выработались адаптации, обеспечивающие положительную плавучесть икринок и предличинок в воде относительно низкой плотности.

Подобные процессы в настоящее время происходят и у интродуцента пиленгаса, который в районе вселения стал одним из наиболее ценных объектов промысла, а также считается перспективным объектом аквакультуры.

Однако несмотря на разработанные биотехнологии искусственного воспроизводства пиленгаса и аборигенных кефалей [1, 6 - 8, 11, 13], ряд вопросов, касающихся некоторых сторон биологии отдельных видов, все еще требуют дальнейших исследований. В частности, представляется важным оценить взаимосвязи между плавучестью икры и некоторыми ее морфофизиологическими характеристиками.

Объектами исследований служили, ооциты IV стадии зрелости, зрелая овулировавшая и оплодотворенная икра трех видов кефалей: лобана (*Mugil cephalus* L., 1758), сингиля (*Liza aurata* Risso, 1810) и дальневосточного акклиматизанта пиленгаса (*Liza haematocheilus* Temminck et Schlegel, 1845 = *Mugil soiuy* Basilewsky, 1855).

Исследования и сбор материала проводили на экспериментальной базе ЮгНИРО «Заветное» (Керченский пролив). Производителей кефалей с ооцитами IV стадии зрелости отбирали в период их нерестовых миграций из Азовского в Черное море. В работе также использованы материалы, полученные в 1989 - 1993 гг. на экспериментальном кефалевом заводе (ЭКЗ, Одесская область), от производителей пиленгаса, выращенных в искусственных условиях (маточные стада).

Для стимулирования созревания самок применяли методы гормональных инъекций [1].

Содержание влаги в икринках определяли высушиванием навески 0,5 - 1,5 г при температуре 65 °С до постоянной массы. Для определения химического состава пробу икры навеской 0,5 - 1,0 г фиксировали в смеси Фолча. Содержание общих липидов и обезжиренного сухого вещества определяли методом Фолча в модификации В. И. Лапина и Е. Г. Черновой [10].

После набухания в воде соленостью, обеспечивающей нейтральную плавучесть икры (в которой большая часть икринок находилась у поверхности и в толще), отбирали пробу и на свежем материале измеряли диаметр овулировавшей икры и жировой капли (n = 25 - 50 для каждой самки). По полученным данным рассчитывали относительный объем жировой капли.

Данные обрабатывали с использованием методов вариационной статистики [14], а также компьютерной обработки (электронные таблицы Excel).

В ходе исследований выявлена значительная вариабельность морфофизиологических показателей желтковых ооцитов в яичниках IV стадии зрелости всех 3 видов кефалей. Так, в период

нерестовых миграций этих рыб через Керченский пролив диаметры ооцитов колеблются в следующих пределах: у лобана от 450 до 537 мкм (среднее  $498 \pm 2,9$ ), у сингиля от 485,5 до 579 мкм (среднее  $517,8 \pm 3,58$ ), у пиленгаса от 496,5 до 656,4 мкм (среднее  $608,43 \pm 5,21$ ). В этот период ооциты непрозрачны, содержание в них влаги составляет около 50 %.

В то же время, средние показатели сырой и сухой массы ооцитов лобана –  $54,1 \pm 2,8$  и  $28,3 \pm 1,4$  – существенно меньше, чем у сингиля и пиленгаса:  $71,6 \pm 3,2$  и  $35,5 \pm 1,9$  и  $108,0 \pm 8,5$  и  $57,0 \pm 2,4$ , соответственно. Вероятно, это связано не только с видовыми особенностями, но и с тем, что в период нерестового хода через Керченский пролив производители лобана характеризуются меньшей подготовленностью к нересту, и дозревание их половых клеток происходит в Черном море. Это подтверждается отсутствием в косяках «текучих» самок лобана, тогда как в косяках сингиля и пиленгаса такие рыбы встречаются.

На последних этапах процесса созревания ооцитов кефалей происходит их интенсивная гидратация, за счет чего существенно увеличивается сырая масса. Содержание влаги в зрелом яйце достигает 76,1 - 87,6 % (таблица). Сухая масса зрелых яиц (пересчитанная на одну икринку), представляющая собой запас пластических и трофических веществ, необходимых для развития будущего потомства, также варьирует в значительных пределах. Обращает на себя внимание то, что у аборигенных видов кефалей она почти в два раза ниже, чем у акклиматизанта пиленгаса (таблица). Однако относительное содержание липидов и их отношение к содержанию сухого обезжиренного вещества в зрелом яйце несколько выше, причем, у лобана оно выше, чем у сингиля. По-видимому, меньшее количество трофических веществ в яйцах лобана компенсируется увеличением жирности.

Зрелые яйца исследуемых видов кефалей прозрачны и имеют, как правило, одну крупную жировую каплю диаметром от 230 - 310 мкм у лобана до 370 - 500 мкм у пиленгаса. В период эмбриогенеза она выполняет в основном гидростатическую функцию. Диаметры яиц также варьируют в значительных пределах: 663,1 - 713,0 мкм у лобана, 714,4 - 883,6 мкм у сингиля и 763,8 - 926,6 мкм у пиленгаса.

Как видно из таблицы, содержание липидов в икре кефалей составляет более 50 % сухой массы икринки. Совершенно очевидно, что у них, как и у многих пелагофильных костистых рыб, липиды и влага являются основными компонентами, которые обеспечивают плавучесть икры, поскольку их плотность меньше плотности морской воды [5, 15].

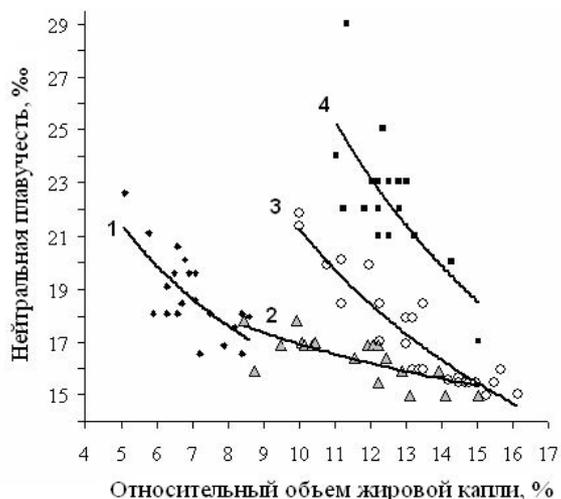
В наших экспериментах у лобана положительная плавучесть икры отмечалась при солёности воды 15 - 18 ‰, сингиля – при 16 - 22 ‰, пиленгаса – при солёности воды 20 - 25 ‰ у рыб из маточных стад и 14 - 20 ‰ – у рыб из естественных популяций.

#### Характеристика овулировавших яиц кефалей

Вид кефали	n	Диаметр, мкм	Содержание влаги, %	Сырая масса, мкг	Сухая масса, мкг	Содержание в сухом веществе яйца липидов, %	Отношение липиды/сухое обезжиренное вещество
Лобан	50	$\frac{679,4 \pm 3,8}{633,1 - 713,0}$	$\frac{82,2 \pm 0,3}{79,9 - 84,6}$	$\frac{172,0 \pm 5,3}{145,4 - 202,0}$	$\frac{31,5 \pm 0,9}{27,4 - 34,7}$	$\frac{58,8 \pm 3,1}{51,5 - 65,3}$	$\frac{1,40 \pm 0,02}{1,1 - 1,8}$
Сингиль	30	$\frac{764,0 \pm 3,4}{714,4 - 883,6}$	$\frac{86,0 \pm 0,3}{82,0 - 87,6}$	$\frac{246,7 \pm 6,2}{217,3 - 303,8}$	$\frac{34,3 \pm 1,2}{30,9 - 42,8}$	$\frac{58,2 \pm 3,7}{54,2 - 62,9}$	$\frac{1,35 \pm 0,02}{1,0 - 1,7}$
Пиленгас: маточные стада	22	$\frac{818,7 \pm 4,6}{781,4 - 847,3}$	$\frac{80,0 \pm 0,4}{76,1 - 81,9}$	$\frac{325,1 \pm 9,9}{245,1 - 379,2}$	$\frac{67,0 \pm 1,2}{61,8 - 73,9}$	$\frac{55,7 \pm 4,2}{51,0 - 61,5}$	$\frac{1,34 \pm 0,02}{1,0 - 1,6}$
естественные популяции	43	$\frac{823,4 \pm 6,3}{763,8 - 926,6}$	$\frac{79,8 \pm 0,4}{76,1 - 82,3}$	$\frac{331,8 \pm 7,6}{255,0 - 392,8}$	$\frac{66,3 \pm 1,8}{53,7 - 80,0}$	$\frac{55,9 \pm 3,6}{52,6 - 59,6}$	$\frac{1,34 \pm 0,02}{1,1 - 1,5}$

Примечание: над чертой – средние значения ( $M \pm m$ ), под чертой – пределы их колебаний.

В ходе анализа полученных данных выявлена тесная корреляционная связь между плавучестью икры пиленгаса и размерами его зрелых яиц ( $r = 0,66$ ), содержанием влаги ( $r = 0,75$ ), и количеством в икринке липидов ( $r = -0,63$ ). Близкие по значению коэффициенты корреляции между этими показателями получены нами и для партий икры лобана и сингиля [9]. У всех трех видов кефалей четко прослеживается зависимость плавучести икры от величины относительного объема жировой капли (рисунок).



**Зависимость плавучести икры кефалей от относительного объема жировой капли: 1 – сингиля; 2 – лобана; 3 – пиленгаса естественных популяций; 4 – пиленгаса, выращенного в искусственных условиях**

значительном различии коэффициентов пропорциональности и степенных коэффициентов в уравнениях, описывающих эту зависимость для икры рыб из разных групп. Это, вероятно, обусловлено особенностями состава яиц разных видов кефалей, что определяет их плотность и разную плавучесть даже при близких значениях относительного объема жировой капли. Меньшая вариабельность относительного объема жировой капли икры пиленгаса из маточных стад, несомненно, связана с более однородными условиями его содержания в искусственных условиях. Различия же в плавучести икры рыб маточных стад и естественных популяций могут быть обусловлены как особенностями условий обитания, так и химическим составом пищи [2, 3].

Более ранними исследованиями показано, что икра кефалей оплодотворяется в широком диапазоне солёности: в 15 - 35 ‰ – лобана, в 10 - 40 ‰ – сингиля [4], в еще более широком диапазоне солёности: от 3 - 5 до 45 ‰ способна оплодотворяться икра пиленгаса [2]. В пресной воде оплодотворение не наблюдается, поскольку сперматозоиды теряют подвижность, хотя набухание икры и кортикальная реакция происходят.

Не смотря на способность икры кефалей оплодотворяться в широком диапазоне солёности воды, нормальное развитие эмбрионов и ранних личинок кефалей происходит лишь в морской воде, плотность которой близка той, в которой отмечается нейтральная плавучесть оплодотворенной икры. У пиленгаса маточных стад вылупление личинок отмечалось в морской воде солёностью 20 - 35 ‰, оптимум наблюдался при 23 - 30 ‰ [2]. Нейтральная плавучесть икры интродукта из азовской популяции отмечается в диапазоне от 14 до 22 ‰, преимущественно в 17 - 18 ‰, а оптимум эмбрионального развития – в 17 - 20 ‰, тогда как в Амурском заливе Японского моря икра пиленгаса развивается при солёности 29 - 33 ‰ [12].

Полученные данные свидетельствует о высоких адаптационных возможностях пиленгаса, позволяющем виду осуществлять размножение в воде широкого диапазона солёности. За сравнительно короткий период времени (менее чем за 20 лет после вселения) в Азово-Черноморском бассейне появились самовоспроизводящиеся популяции пиленгаса. При этом в некоторых районах относительный объем жировой капли его икры может достигать более 20 %. Диаметр жировой капли в такой икре часто превышает 500 мкм.

Таким образом, икра исследуемых видов кефалей характеризуется значительной гетерогенностью по ряду морфофизиологических показателей: размерам исходных ооцитов, зрелых яиц, их

Как видно из рисунка, чем больше относительный объем жировой капли икры, тем выше нейтральная плавучесть, тем в воде меньшей солёности она способна удерживаться во взвешенном состоянии. Связь между плавучестью икры ( $S_N$ ) и относительным объемом жировой капли ( $V$ ) хорошо аппроксимируется уравнениями степенной функции:

$$S_N = a \cdot V^{-b},$$

где  $S_N$  – солёность воды, в которой отмечается нейтральная плавучесть икры,  $V$  – относительный объем жировой капли.

Для партий икры лобана и сингиля уравнения имеют следующий вид:

$$S_N = 30,10 \cdot V^{-0,247} \quad (r = -0,72) \text{ и}$$

$S_N = 41,09 \cdot V^{-0,412} \quad (r = -0,71)$ . Для икры пиленгаса, полученной от рыб из естественных популяций, значения коэффициентов  $a$  и  $b$  уравнения этой зависимости, соответственно равны 132,81 и -0,793 ( $r = -0,91$ ), а для икры пиленгаса из маточных стад: 278,17 и -1,001 ( $r = -0,73$ ).

Приведенные данные свидетельствуют о

массе, содержанию сухого обезжиренного вещества, липидов, а также плавучести. Нормальное развитие икры кефалей происходит только в воде определенной минерализации, плотность которой близка плотности оплодотворенной и набухшей икринки.

Следовательно, при проведении работ по искусственному воспроизводству кефалей наиболее важным является обеспечение благоприятных условий инкубации икры и развития ранних личинок, прежде всего по солености морской воды.

### Литература

1. Куликова Н.И., Шекк П.В. Биотехника искусственного воспроизводства кефалей (лобана, сингиля, пиленгаса) с описанием схемы типового рыбопитомника. – Керчь: ЮгНИРО, 1996. – 27 с.
2. Булли Л.И. Некоторые особенности раннего онтогенеза пиленгаса из маточных стад и естественных популяций // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 1994. – Т. 40. – С. 111 - 114.
3. Булли Л.И. Эколого-биохимические особенности икры пиленгаса из разных мест обитания // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 1995. – Т. 41. – С. 149 - 153.
4. Демьянова Н.И. Морфо-экологические особенности раннего онтогенеза черноморской кефали сингиля *Liza aurata* (Risso) при выращивании в замкнутых системах водоснабжения : автореф. дисс. ... канд. биол. наук : спец. 03.00.10: Ихтиология. – М., 1989. – 24 с.
5. Зотин А.И. Физиология водного обмена у зародышей рыб и круглоротых. – М.: АН СССР, 1961. – 319 с.
6. Инструкция по разведению кефали лобана / Т.М. Аронович, О.Н. Маслова, Н.И. Куликова и др. – М.: ВНИРО, 1986. – 54 с.
7. Инструкция по разведению кефали сингиля / Н.И. Куликова, Н.И. Демьянова, С.М. Хомутов и др. – М.: ВНИРО, 1990. – 69 с.
8. Инструкция по разведению дальневосточной кефали пиленгаса / Л.И. Семенов, А.Ф. Булли, Т.Г. Шаповалова, Е.Ю. Сайфулина. – Ростов н/Д: АзНИИРХ, 1990. – 77 с.
9. Куликова Н.И., Макухина Л.И. О некоторых факторах, определяющих плавучесть икры черноморского лобана *Mugil cephalus* L. // Культивирование кефалей в Азово-Черноморском бассейне. – М.: ВНИРО, 1991. – С. 30 - 37.
10. Лапин В.И., Чернова Е.Г. О методике экстракции жира из сырых тканей рыб // Вопросы ихтиологии. – 1970. – Т. 10, вып. 4. – С. 753 - 756.
11. Методические указания по разведению кефали-пиленгаса *Mugil soiyu* (Basilewsky) в водоемах юга Украины / П.В. Шекк, Н.И. Куликова, В.Н. Федюлина и др. – К.: Укррыбхоз, 1993. – 19 с.
12. Мизюркина А.В. Нерест пиленгаса в Амурском заливе // Рыбное хозяйство. – 1984. – № 5. – С. 31.
13. Патент 28426 Украина, МПК6 АО1К. 61/00. Спосіб заводського розведення кефалі піленгасу / Н.Й. Кулікова, П.В. Шекк, В.М. Туркулова, Л.І. Буллі : заявитель и патентообладатель ЮгНИРО – № 97020525; заявл. 07.02.1997; опубл. 16.10.00. Бюл. № 5. – 2000.
14. Плохинский Н.А. Биометрия. – Новосибирск: Сибирское отделение АН СССР, 1961. – 364 с.
15. Craik J.C.A., Harvey S.M. The causes of buoyancy in eggs of marine teleosts // J. mar. biol. Assoc. U.K. – 1987. – V. 67, No 1. – Pp. 169 - 182.

## ЭФФЕКТИВНОЕ СОХРАНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЗАПАСОВ ЧЕРНОМОРСКОЙ КУМЖИ

В. А. Янковская, Е. В. Моисеева

ФГУП «Племенной форелеводческий завод «Адлер»

*В статье приводятся данные по воспроизводству черноморской кумжи (*Salmo trutta labrax* Pall.) племзаводом «Адлер» с 1999 по 2011 гг. Всего за этот период было выпущено 2,2 млн. шт. молоди и покатников черноморского лосося в бассейны рек Мзымта и Шахе. Предложено зарыблять реку Мзымта постепенно небольшими объемами молоди лосося в течение 8 - 10 лет после окончания строительных работ и начала восстановления экосистемы. Предложено до завершения олимпийского строительства за счет средств, выделяемых на компенсацию ущерба водным биоресурсам, финансировать содержание ремонтно-маточного стада черноморской кумжи на племзаводе «Адлер».*

Ключевые слова: черноморская кумжа, воспроизводство, река Мзымта, ремонтно-маточное стадо, поэтапный выпуск молоди

Черноморская кумжа (*Salmo trutta labrax* Pall.), более известная под названием черноморский лосось, наряду с каспийской и аральской кумжей, является уникальным представителем рода *Salmo* ихтиофауны Азово-Черноморского бассейна. В первой половине XX в. проходная форма являлась важным и ценным объектом промысла в Азово-Черноморском бассейне [1, 4].

В настоящее время вид находится на грани исчезновения, что обусловлено браконьерским ловом, сокращением нерестовых площадей, а в последнее время антропогенной нагрузкой на нерестовые реки. Черноморская кумжа включена в Европейский красный список, в Красную книгу Краснодарского края (1994) и в Красную книгу Российской Федерации (2001), где виду присвоена 1 категория редкости (виды, находящиеся под угрозой исчезновения).

Попытки сохранения и восстановления численности черноморской кумжи были предприняты еще в первой половине прошлого столетия. В период с 1935 по 1958 гг. в Абхазии ежегодно, кроме военных лет, в реки Черную, Бзыбь и Кодори выпускали от 34 до 540 тыс. шт. личинок [1]. В 80 годы выпуск составлял около 100 тыс. шт. ежегодно, в дальнейшем приобрел несистематический характер [3].

На Российской территории Черноморского побережья воспроизводством черноморской кумжи занимаются два предприятия: Адлерский производственно-экспериментальный рыболовный

лососевый завод (АПЭРЛЗ) [2] и ФГУП «Племенной форелеводческий завод «Адлер» (племзавод «Адлер»).

В племзаводе «Адлер» были начаты работы по формированию ремонтно-маточного стада с 1997 г. из завезенных с АПЭРЛЗ годовиков черноморской кумжи. Первый выпуск 140 тыс. шт. молоди лосося был осуществлен в реку Мзымта в 1999 г. при финансовой поддержке администрации города. В дальнейшем (табл. 1) ежегодно,

Таблица 1 – Выпуск черноморской кумжи ФГУП «Племенной форелеводческий завод «Адлер» в реки Черноморского побережья Кавказа по годам

Год выпуска	Выпущено, тыс. шт.			Место выпуска
	молодь и сеголетки	годовики, двухлетки	всего за год	
1999	140	-	140	р. Мзымта
2000	200	-	200	р. Мзымта
2001	200	-	200	р. Мзымта
2002	200	-	200	р. Мзымта
2003	200	-	200	р. Мзымта
2004	480	-	480	р. Мзымта, р. Шахе
2005	200	80	280	р. Мзымта
2006	-	-	-	-
2007	20	-	20	р. Мзымта
2008	200	-	200	р. Мзымта
2009	-	48,5	48,5	р. Мзымта
2010	-	24,5	24,5	р. Мзымта, р. Шахе
2011	147	112,5	259,4	р. Мзымта, р. Шахе
Всего за весь период	1987	265,5	2252,5	

вплоть до 2005 г., проводили плановые мероприятия по восстановлению запасов краснокнижного вида путем выпуска молоди и покатников в реки Мзымта и Шахе за счет средств Росрыболовства. Однако в 2006 г. государственное финансирование воспроизводственных работ прекратилось и выпуск лосося завод не проводил. В 2007 г. руководством племзавода «Адлер» было принято решение не останавливать воспроизводственные мероприятия и за счет собственных средств вырастить и выпустить в р. Мзымта 20 тыс. шт. трехграммовой молоди черноморского лосося. В 2008 г. государство профинансировало выпуск 200 тыс. шт. молоди черноморского лосося.

С 2009 по 2011 гг. выпуск молоди и годовиков черноморской кумжи в нерестовые реки, расположенные на территории Российской Федерации, осуществляли исключительно на основании договоров об искусственном воспроизводстве водных биоресурсов в целях компенсации ущерба, нанесенного в результате хозяйственной деятельности организаций, в основном, при строительстве олимпийских объектов.

Ведущую роль в естественном воспроизводстве черноморской кумжи на территории Российской Федерации играли такие реки как Мзымта, Шахе, Псеуапсе. Мзымта по своему гидрологическому режиму (более полноводная, и много притоков) до последнего времени являлась основным водоемом для воспроизводства этого вида. Однако строительство совмещенной автомобильной и железной дороги Адлер - Красная Поляна, берегоукрепительных мероприятий, а также строительство олимпийских объектов, расположенных в бассейне реки Мзымта, привели к катастрофической ситуации. Вода с начала строительных работ (с 2009 г.) несет огромное количество взвесей, состоящих из отработок буровых растворов, земляных отвалов и прочего строительного мусора, мутность воды в реке не превышает 5 - 10 см. Постоянно проводилась выборка гравия в русле реки. Как минимум дважды за 3 года регистрировался массовый сброс загрязнений, содержащих поверхностно-активные вещества, которые покрывали пеной все русло реки от района Кепши до устья. В дополнение к загрязнению, при забивке свай для опор мостов, на экосистему водоема оказывается шумовое и вибрационное воздействие. Все это в свою очередь привело к практически полному уничтожению кормовой базы (отчет ИПЭЭ РАН) и не возможности анадромной миграции производителей кумжи к местам нереста, расположенным в верхнем и среднем течении реки. Таким образом строительство привело к полному исчезновению естественного воспроизводства черноморской кумжи в р. Мзымта, за исключением локальных популяций, обитающих в притоках реки.

В российском законодательстве на случаи нанесения ущерба водоемам существует норма,ставляющая ответственных лиц, причинивших ущерб, за свой счет восстанавливать биоресурсы. Действительно, такие организации заказывают экспертизы, в которых им просчитывают объем молоди, которую необходимо выпустить в реки. Согласно законодательству, зарыбление необходимо проводить непосредственно в водоем, где нанесен ущерб. В случае с р. Мзымтой намного сложнее. Предприятие, нанесшее ущерб, выполняя закон, покупает молодь, сеголеток или годовиков черноморского лосося у производителей (в данном случае племзавод «Адлер») и выпускает непосредственно в Мзымту – ту самую реку, где уже давно нет кормовой базы, и возможность у молоди выжить без еды и с жабрами, забитыми взвесями, практически отсутствует. Сотрудниками нашего завода с первых дней поднимался вопрос о проведении зарыбления не в русло грязной реки, а в ее притоки, где шансы выжить у рыб намного выше. Таким образом, последние 2 года племзаводом «Адлер» выпуск молоди и годовиков кумжи производился частично в притоки. Частично потому, все равно основную часть приходилось выпускать в русло, т. к. притоки у реки небольшие и олиготрофные и прокормить могут ограниченное количество рыб.

Предложение специалистов племзавода, которое не раз озвучивалось – это создание резервации черноморской кумжи на базе ФГУП «Племзавод «Адлер». Для этого потребуется финансирование содержания ремонтно-маточного стада за счет средств, рассчитанных на ежегодную закупку молоди для выпуска по договорам возмещения ущерба. На сегодняшний день содержание ремонтно-маточного стада черноморского лосося является убыточным для предприятия из-за невозможности ведения с ним селекционно-племенной работы и, как следствие, длительного периода выращивания до товарного веса (250 - 300 г), способного при продаже окупить затраты на выращивание производителей. После окончания строительных работ, ведущих к высокой мутности воды, необходимо будет произвести восстановительные мероприятия в течение ряда лет за счет оплаченного ранее содержания маточного стада. Но для предотвращения подрыва кормовой базы, выпускать молодь лосося в реку и ее притоки придется постепенно, в течение 8 - 10 лет. А именно, если за 3 - 4 года по плану необходимо было в р. Мзымта выпустить 800 - 1000 тыс. шт. молоди, то ежегодно после окончания строительства и частичного восстановления экосистемы

реки (ориентировочно после 2015 г.) ежегодно можно будет до 2023 - 2025 гг. выпускать по 100 - 200 тыс. шт. сеголеток.

На сегодняшний день племзавод «Адлер» располагает генетически разнородным ремонтно-маточным стадом черноморской кумжи. Производственные мощности завода позволяют при необходимости получить, проинкубировать икру и подрастить в год до 700 - 800 тыс. шт. молоди лосося, навеской 3 г (табл. 2).

Таблица 2 – Структура ремонтно-маточного стада черноморской кумжи племзавода «Адлер» по состоянию на 1.03.2012

Категория	Возраст	Количество, шт.
Младший ремонт	мальки	28000
Младший ремонт	годовики	13500
Производители	четырёхгодовики	1270

Таким образом, мы предлагаем наиболее эффективный способ сохранения и восстановления популяции черноморского лосося в р. Мзымта путем создания резервации производителей на территории племзавода «Ад-

лер» на период до 2015 г. и постепенного в течение нескольких последующих лет выпуска молоди лосося в русло реки и ее притоки.

#### Литература

1. Барач Г.П. Биология и воспроизводство запасов черноморской кумжи (лосося-форели) // Тр. совещ. по рыбоводству. – М., 1962. – С. 235 - 242.
2. Кулян С.А. Черноморский лосось не исчезнет // Рыбоводство и рыболовство. – 1999. – № 1. – С. 17 - 18.
3. Пашков А.Н., Сушков В.А., Ганченко М.В., Решетников С.И. Ихтиофауна реки Шахе и ее влияние на молодь черноморской кумжи, выпускаемую Адлерским производственно-экспериментальным рыборазводным лососевым заводом // Проблемы литодинамики и экосистем Азовского моря и Керченского пролива : Тез. междунар. научно-практич., конф. 8 - 9 июня 2004 г. – Ростов н/Д, 2004. – С. 70 - 72.
4. Световидов А.Н. Рыбы Черного моря. – М.-Л.: Наука, 1964. – 552 с.

## ЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГІДРОЕКОСИСТЕМ ШТУЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Ю. В. Пилипенко<sup>1</sup>, О. Е. Довбиш<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Херсонський державний аграрний університет

<sup>2</sup>Регіональна Південно-Дніпровська філія ДЗ «Державна екологічна академія»

*Визначено місце малих водосховищ різного цільового призначення, як гідроєкосистем штучного походження, у системі водних ресурсів. Наголошено, що експлуатація цих специфічних за походженням і формуванням гідроєкосистем, повинна бути спрямована на досягнення оптимального господарського ефекту. У структурі водоохоронних заходів має бути віддана перевага контролю за перебігом продукційно-деструкційних процесів шляхом впровадження елементів біомеліорації, що забезпечить досягнення біомеліоративного ефекту та отримання високоякісної корисної рибородукції. За рахунок риб-меліораторів вилучається з колообігу значний обсяг органічної речовини, яка трансформується у високоякісну рибородукцію, що є передумовою реалізації специфічного напрямку культивування риб – санітарної аквакультури.*

Ключові слова: штучні гідроєкосистеми, малі водосховища, якість води, біопродукційний потенціал, біомеліорація, рибородукція

### Вступ

Зростаючий антропогенний тиск на штучні гідроєкосистеми різного цільового призначення (питне і технічне водопостачання, іригація, рекреація, риборозведення), що розташовані у Степовій зоні України, істотно загострив проблему їх охорони, відновлення та експлуатації. Якість вод цієї групи водойм оцінюється тільки з позиції споживача, тобто відповідності технологічним вимогам залежно від цільового призначення. В результаті такого підходу значно перевантажилась буферна ємність гідроєкосистем, знизилась їх самоочисна здатність, що призвело до екологічно кризових ситуацій, погіршення і втрати споживчих характеристик води.

На цій підставі виникла гостра необхідність надати об'єктивну оцінку справжнього екологічного стану цих специфічних техногенних акваторій (на прикладі малих водосховищ різного цільового призначення), визначити шляхи оптимізації їх господарського використання, запровадити комплекс заходів щодо відновлення і збереження якості води. Необхідно наголосити, що водойми різного цільового призначення є техногенними штучними акваторіями, аналогів яким у природі немає, тобто до них мають бути вжиті своєрідні заходи, відмінні від тих, що застосовуються до водних екосистем природного походження.

### Основна частина

Відправною точкою при визначенні місця малих водосховищ у системі водних ресурсів має стати наступна позиція – це самостійний тип гідроєкосистем, який рівноцінний водним екосистемам природного походження, але має свій специфічний статус, що характеризується низкою істотних відмінностей, а саме:

- неприродне походження, пов'язане зі штучним порушенням стоку з метою його перерозподілу у часі і просторі для забезпечення потреб відповідного водокористувача;
- малий термін і випадковість становлення та розвитку гідроєкосистеми;
- внутрішні протиріччя у становленні підсистем, коли абіотична складова формується цілеспрямовано з урахуванням вимог головного водокористувача, а біотична складова формується стихійно і функціонує під дією випадкових чинників;
- динаміка головних абіотичних параметрів підпорядкована інтересам головних водокористувачів;
- збіднілість видового складу і ненасиченість стихійно сформованих гідробіоценозів;
- недостатньо повне використання біопродукції на переважній більшості трофічних рівнів;
- відсутність чи обмеженість у складі іхтіоценозів цінних з біологічного та господарського поглядів видів риб, здатних ефективно використовувати біопродукційний потенціал гідроєкосистем.

Таким чином, експлуатація малих водосховищ, з їх специфічним походженням і формуванням гідроєкосистеми, повинна мати своєрідний характер і бути спрямованою на досягнення оптимального господарського ефекту залежно від цільового призначення водного об'єкта. При цьому

одним із визначальних елементів у цій системі заходів має бути раціональне господарське використання біопродукційного потенціалу, яке слід спрямувати, насамперед, на забезпечення і підтримання відповідної якості води, а також, на отримання біомеліоративного і, як наслідок, рибогосподарського ефекту [6].

На підставі результатів багаторічного екологічного моніторингу гідроекосистем малих водосховищ Степової зони України [3], проведеного аналітичного і математичного аналізу отриманих даних, розробленої еколого-трофічної класифікації [5], запропоновано стратегію оптимальної господарської діяльності, спрямованої на раціональну експлуатацію та реабілітацію цих техногенних водних об'єктів.

У структурі управлінських рішень щодо водоохоронної діяльності стосовно малих водосховищ має бути віддана перевага біологічному аспекту. Він передбачає здійснення контролю за перебігом продукційно-деструкційних процесів шляхом впровадження елементів біомеліорації, що, з одного боку, забезпечить досягнення біомеліоративного ефекту, а з іншого – отримання високоякісної корисної рибопродукції [1, 2, 4]. Прогресуюча евтрофікація малих водосховищ під дією антропогенного навантаження, підтверджена екологічним моніторингом, є стимулювальним чинником щодо активування розвитку певних груп гідробіонтів, особливо рівня продуцентів (макрофіти, фітопланктон). Відсутність у складі стихійно сформованих іхтіоценозів малих водосховищ ефективних споживачів органічної маси, що продукується на різних трофічних рівнях, призводить до утворення скорочених ланцюгів живлення і формування тупикових продукційних гілок, за якими відбувається поступове накопичення органічної речовини і акумуляція енергії в межах гідроекосистеми, утворення потужних детритних і мулових мас, посилення деструкційних процесів, особливо в анаеробних умовах, і, як наслідок, дефіцит розчиненого кисню, виділення сірководню. За такого перебігу продукційно-деструкційних процесів має місце вторинне автохтонне забруднення акваторій, що поступово призводить до кризової ситуації.

Впровадження елементів біомеліорації шляхом цілеспрямованого формування штучних іхтіоценозів, представники яких здатні ефективно споживати надлишкову органічну масу кормових гідробіонтів, забезпечує утворення більш розгалужених трофічних ланцюгів і формування рибопродуктивної гілки продукційно-деструкційних процесів, за якою змінюється їх перебіг, відбувається розсіювання енергії. За рахунок нарощування іхтіомаси риб-меліораторів вилучається з колообігу значний обсяг органічної речовини, яка трансформується у високоякісну рибопродукцію, і досягається біомеліоративний ефект, що стає передумовою реалізації специфічного напрямку культивування риб – санітарної аквакультури.

### Висновок

Запропоновані принципи раціональної експлуатації малих водосховищ різного цільового призначення слід покласти в основу подальшої діяльності, яка гармонізуватиме господарську та екологічну функції, запобігатиме деградації цих специфічних техногенних гідроекосистем штучного походження.

### Література

1. *Багров А.М., Вундцеттель М.Ф.* Проблемы пастбищной аквакультуры и экологической мелиорации водохранилищ // Первый конгресс ихтиологов России. – М.: ВНИРО, 1997. – С. 264.
2. *Пилипенко Ю.В.* Біологічна меліорація як елемент керування якістю води малих водосховищ // Таврійський науковий вісник. – Херсон: Айлант, 2008. – Вип. 58. – С. 319 - 324.
3. *Пилипенко Ю.В.* Екологія малих водосховищ Степової зони України. – Херсон: Олди-плюс, 2007. – 306 с.
4. *Пилипенко Ю.В.* Проблема якості води і раціонального використання біопродукційного потенціалу малих водосховищ // Науковий вісник ЛНУВМтаБТ ім. С.З. Гжицького. – 2007. – Т. 9, № 4 (35). – С. 117 - 120.
5. *Пилипенко Ю.В.* Эколого-трофическая классификация малых водохранилищ разного целевого назначения // Гидробиологический журнал. – 2009. – Т. 45, № 5. – С. 3 - 13.
6. *Шерман І.М., Краснощок Г.П., Пилипенко Ю.В.* та ін. Ресурсозберігаюча технологія вирощування риби у малих водосховищах. – Миколаїв: Возможности Киммерии, 1996. – 51 с.

## ВЫРАЩИВАНИЕ ТОВАРНОЙ РЫБЫ В РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕМ РЕЖИМЕ ПРИ ДВУХ- И ТРЕХЛЕТНИХ ОБОРОТАХ

Т. Т. Кожокару, В. Н. Ульянов, П. Дерменжи

Кишиневский филиал Государственного предприятия по исследованию и производству водных биоресурсов «Аквакультура-Молдова»

*В статье отражено непрерывное выращивание годовиков карпа и растительноядных рыб до трехлетнего возраста в ресурсосберегающем режиме, экологические условия жизни и темп роста двухлеток в прудах, выявление оптимальной плотности посадки, оптимальная видовая структура рыб в поликультуре, дающая максимальный рыбоводный эффект.*

Ключевые слова: годовик, двухлетка, поликультура, непрерывное выращивание, трехлетний оборот, гидрохимический режим, гидробиологический режим

Поиск методов повышения продуктивности рыбоводных хозяйств, увеличение производства товарной продукции и улучшение ее качества в ресурсосберегающем режиме - основные задачи современного рыбоводства. Специфические особенности республики с ограниченными водными ресурсами и отсутствием свободных земель обуславливают необходимость разработки и внедрения новых технологий, позволяющих значительно увеличить производство рыбы с единицы площади и улучшить ее качество.

Исследования были проведены на 6 прудах, расположенных в IV, V и VI зонах прудового рыбоводства.

Водоснабжение прудов зависит от ручьев и атмосферных осадков. Пруды расположены на луговой почве с аллювиальным легко суглинистым почвенным горизонтом.

Поставлено три варианта опытов:

1. Двухлетнее выращивание рыбы с плотностью посадки: карпа – 2 тыс. шт./га, белого толстолобика – 1,2 тыс. шт./га, пестрого толстолобика – 0,25 тыс. шт./га и белого амура – 0,2 тыс. шт./га.
2. Трехлетнее непрерывное выращивание рыбы с плотностью посадки: карпа – 2,5 тыс. шт./га, белого толстолобика – 1,5 тыс. шт./га, пестрого толстолобика – 0,3 тыс. шт./га и белого амура – 0,25 - 0,3 тыс. шт./га.
3. Смешанное выращивание – трехлеток растительноядных рыб и двухлеток карпа при плотности посадки: карпа – 2,0 тыс. шт./га, белого толстолобика – 1,2 тыс. шт./га, пестрого толстолобика – 0,25 тыс. шт./га и белого амура – 0,2 тыс. шт./га.

При трехлетнем непрерывном выращивании двухлетки оставлены на зимовку в прудах; при смешанном – рыба зимовала в зимовальных прудах, и зарыбление проводилось весной.

После последнего контрольного облова был установлен постоянный контроль за экологическими условиями зимнего содержания рыб в нагульных прудах.

Наблюдения показали, что заморных явлений в прудах не наблюдалось. Температура воды в зимний период составляла 1,2 - 3,6 °С, содержание кислорода на протяжении всего зимнего периода колебалось от 4,2 до 8,5 O<sub>2</sub> мг/л.

После распаления льда были проведены контрольные обловы, в результате выявлено, что за период зимовки потери массы карпа составили 10 - 11 %, а толстолобиков – 7 - 15 %. Потери массы карпа соответствует нормативным показателям, а у толстолобиков несколько выше.

Температура воды в прудах колебалась с марта по октябрь от 8,5 до 31,9 °С.

Повышение температуры воды до 29 - 31,9 °С в июле - августе вызывало ухудшение гидрохимического режима, что отрицательно сказывалось на темпе роста рыбы.

Содержание растворенного в воде кислорода было на уровне 5,8 - 9,4 O<sub>2</sub> мг/л. Отмечалось кратковременное понижение концентрации кислорода до 2,8 - 3,4 O<sub>2</sub> мг/л в период максимальных температур. Применение аэраторов, известкование, уменьшение рациона кормления способствовало улучшению газового режима прудов.

Величина pH в прудах колебалась от 7,4 до 8,8.

Жесткость воды превышала рекомендуемые показатели в 1,5 - 2,5 раза.

Содержание органических веществ в воде превышало допустимые рыбоводные нормы в 2 раза.

В солевом составе преобладали сульфаты. Из биологических элементов присутствовал только аммонийный азот.

В период зимовки и в течение вегетационного периода выращивания трехлеток контролировался температурный, гидрохимический и гидробиологический режимы, ихтиологическое состояние рыбы, темп роста рыбы и другие показатели. Отбор и обработку гидрохимических и гидробиологических проб осуществляли по общепринятым методикам.

Фитопланктон был представлен типичным комплексом прудовых видов следующих таксонов: сине-зеленые, диатомовые, зеленые, пиррофитовые, эвгленовые и желто-зеленые водоросли.

Наибольшим разнообразием отличалась группа хлорококковых водорослей. Ее представители отмечены в пробах в течение всего периода выращивания, биомасса их достигла 41,2 мг/л при численности 38,5 млн. экз./л.

Характерным было развитие синезеленых водорослей, однако устойчивого цветения не происходило.

В летний период в связи со значительной эвтрофикацией прудов произошло развитие пиррофитовых и эвгленовых водорослей. При этом биомасса эвгленовых достигла 140,8 мг/л при численности 26,5 млн. экз./л, пиррофитовых 485,3 мг/л при численности 20,1 млн. экз./л.

Вольвоксовые, желто-зеленые водоросли были представлены единичными экземплярами. Биомасса в целом за сезон была высокой и стабильной.

Зоопланктон исследуемых прудов был представлен типичным комплексом прудовых видов с характерными сменами холодолюбивых и теплолюбивых организмов.

В начале мая в пробах зоопланктона единично стали встречаться *Moina micrura* и *M. macroscopa*, численность и биомасса были в пределах 15,4 - 60,0 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 0,05 - 0,9 г/м<sup>3</sup>. В конце мая, в июне и начале июля биомасса увеличилась за счет преобладания теплолюбивых форм и составила 0,7 - 4,2 г/м<sup>3</sup> при численности 11,2 - 164,5 тыс. экз./м<sup>3</sup>. В августе и сентябре организмы в пробах не были обнаружены, видимо сказался сильный пресс рыбы, среднесезонные показатели численности и биомассы были невысокими: 6,2 - 56,1 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 0,2-0,9 г/м<sup>3</sup>.

Донная фауна опытных прудов при непрерывном двухлетнем выращивании товарной рыбы отличается от водоемов, заливаемых на одно лето.

В первый год выращивания биомасса бентоса формируется за счет личинок комаров. Однако при переходе на второй год выращивания в донной фауне все больше начинают преобладать тубифициды. Эта тенденция наблюдалась в зимний период, 50 - 70 % всей биомассы зообентоса составляли тубифициды, тогда как в первый год выращивания рыбы в течение всего вегетационного периода они составляли всего 5 - 10 % биомассы.

На втором году выращивания рыбы (трехлетки) зообентос исследуемых водоемов характеризуется преобладанием как по численности, так и по биомассе в течение всего сезона первично-водных организмов, малощетинковых червей, мизид и гаммарид.

В связи с высокими плотностями посадки карпа в зообентосе прудов присутствуют в основном те виды организмов, которые являются малодоступными для рыбы, это фитофильные формы, обитающие в прибрежных зарослях (*Cricotopus silvestris*) и старых стеблях тростника (*Cylyptotenolipes gripecoveris*). Биомасса зообентоса была невысокой 0,4 - 0,8 г/м<sup>2</sup> с понижением к осени до 0,1 - 0,2 г/м<sup>2</sup> без каких-либо всплесков.

После зимовки масса двухгодовиков несколько уменьшилась и составила: 200 - 400 по карпу, 200 - 350 по белому толстолобику, 250 - 400 по пестрому толстолобику и 200 - 450 по белому амуру. Естественная убыль карпа и растительноядных рыб была в пределах нормы.

Несмотря на естественную убыль в результате зимовки и нормативного отхода общая масса двухгодовиков осталась высокой.

Данные контрольных обловов свидетельствуют о том, что темп роста трехлеток в течение вегетационного периода был не менее интенсивным, чем у двухлеток.

Максимальный прирост трехлеток, как и двухлеток, приходится на июль - август.

Прирост массы карпа был равен 30 - 110 г, а у растительноядных 280 - 330 г.

Анализ данных показал, что выход карпа составил 45 - 75 %, белого толстолобика 65 - 92 %, пестрого толстолобика 76 - 97 % и белого амура 79 - 87 % от посадки.

Средняя масса карпа по двухлеткам - 650 - 700 г, трехлеткам - 1400 - 1500 г; белого толстолобика у двухлеток - 700 - 850 г, трехлеток - 1600 - 1700 г; пестрого толстолобика у двухлеток - 800 - 900 г, трехлеток - 1600 - 2000 г и белого амура 550 - 850 г и 1300 - 1800 г.

Получена довольно высокая рыбопродуктивность: 1400 - 1800 кг/га и 2500 - 2850 кг/га.

### Выводы

1. Неблагоприятные условия вегетационного периода 2009 г. привели к значительному накоплению органического вещества в прудах, что привело к перестройке гидробиогеоценоза – появлению в значительном количестве крупных форм пиропитовых и эвгленовых водорослей, обладавших низким удельным фотосинтезом, резкому снижению показателей степени развития зоопланктона, преобладанию в составе зообентоса тубифицид – индикаторов эвтрофикации.

2. Благодаря оптимальной плотности посадки для IV - V рыбоводных зон получена высокая рыбопродуктивность, особенно растительноядных рыб – 1400 - 1800 кг/га и 2500 - 2850 кг/га.

3. Разрабатываемая технология будет перспективна при преобладании в поликультуре 70 - 80 % растительноядных рыб.

## ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ТОВАРНОЇ РИБИ В УМОВАХ РИБКОЛГОСПУ ІМ. КРИМСЬКИХ ПАРТИЗАН

**Л. В. Борткевич, М. В. Козичар, Ю. М. Воліченко**

Херсонський державний аграрний університет

*В умовах рибколгоспу ім. Кримських партизан протягом 2008 - 2009 рр. без спуску води у чотирьох нагульних ставках було проведено вирощування товарної риби за пасовищною технологією, від однорічок до тріліток: коропа середньою масою 1000 - 1570 г та білого товстолобика середньою масою 800 - 2350 г. Загальна рибопродуктивність ставів була у межах 314,9 - 1064,7 кг/га. Всі стави були засмічені карасем з рибопродуктивністю 10,8 - 107,7 кг/га при його середній індивідуальній масі 25 - 100 г.*

*Протягом 2010 - 2011 рр. без спуску води, також у чотирьох нагульних ставках було проведено вирощування товарної риби за пасовищною технологією, від однорічок до тріліток: коропа середньою масою 850 - 1500 г та білого товстолобика середньою масою 1000 - 2300 г. Додатково в одному з нагульних ставів за вегетаційний сезон 2011 р. були вирощені від однорічок товарні дволітки: коропа середньою масою 600 г та білого товстолобика середньою масою 700 г. В залежності від термінів облову загальна рибопродуктивність нагульних ставів коливалась від 595,9 до 1082,2 кг/га.*

Ключові слова: товарна риба, короп, білий товстолобик, дволітки, трілітки, нагульні стави, рибопродуктивність

### Вступ

Впровадження технології вирощування коропа і рослиноїдних риб із середньою масою не менше 800 - 1000 г з рибопродуктивністю ставів до 1500 кг/га можливе за умови підвищення якості рибопосадкового матеріалу з переважним вирощуванням крупних цьоголіток із масою не менше 30 - 40 г та освоєння методів вирощування рибопосадкового матеріалу однорічного віку з середньою масою до 80 - 100 г, що є необхідною умовою для гарантованого вирощування товарного коропа масою понад 1 кг за дволітнього обороту у ставовому рибництві [1].

У ВАТ «Кримрибокомбінат» були одержані позитивні результати з вирощування товарних коропа і рослиноїдних риб за трілітнім оборотом за пасовищною технологією. Товарна індивідуальна маса тріліток дорівнювала по коропу від 630 до 1200 г, по рослиноїдних рибах від 1400 до 2300 г. Загальна рибопродуктивність нагульних ставів була на рівні 370 - 450 кг/га [2].

### Основна частина

В умовах р/к ім. Кримських партизан дослідження з особливостей вирощування товарної риби за пасовищною технологією, були проведені на базі чотирьох нагульних ставів, які експлуатувались без спуску води протягом 2008 - 2009 та 2010 - 2011 рр.

Дослідження супроводжувались контролем за головними фізико-хімічними параметрами та станом розвитку природної кормової бази за загальноприйнятими в рибництві методиками [3].

Якість водного середовища нагульних ставів була у межах норми і не вплинула на результати вирощування товарної риби: рН коливалася від 8,2 до 8,5, розчинений у воді кисень – від 3,3 до 5,0 мг/дм<sup>3</sup>.

Для стимулювання природної кормової бази кожного вегетаційного сезону у всі нагульні стави були внесені органічні добрива по 3 т/га, аміачної селітри і суперфосфату – по 150 кг/га. У 2011 р. у зв'язку із затягнутими термінами облову двох нагульних ставів, кількість витрачених мінеральних добрив у них була збільшена до 200 - 220 кг/га.

Протягом періоду досліджень середньосезонні показники біомаси фітопланктону у нагульних ставках були достатніми для вирощування риб-фітопланктофагів. У 2010 - 2011 рр. біомаси зоопланктону були у 2 рази вищими, зообентосу – у 1,3 - 1,4 рази вищими, ніж у 2008 - 2009 рр.

Зариблення у 2008 р. трьох нагульних ставів було проведено на початку квітня із загальною щільністю посадки однорічок від 1658 до 1712 екз./га в полікультурі: короп – 33,6 - 34,9 %, білий товстолобик – 65,1 - 66,4 %. Зариблення четвертого нагульного ставу проведено у першій декаді жовтня дволітками із щільністю 489 екз./га в полікультурі: короп – 72,2 %, білий товстолобик – 27,8 %.

**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ АКВАКУЛЬТУРЫ**

Зариблення у 2010 р. всіх нагульних ставів проведено однорічками коропа і білого товстолобика весною із загальною щільністю від 1555 до 2436 екз./га. У перший нагульний став додатково були посаджені дворічки білого товстолобика середньою масою 500 г. Дозариблення четвертого нагульного ставу проведено весною 2011 р. стандартними однорічками коропа і білого товстолобика. У всіх ставах співвідношення риб в полікультурі було у межах: короп – 27,6 - 37,3 %, білий товстолобик – 62,7 - 72,4 %.

У 2009 р. у першому та другому нагульних ставах, які були зариблені стандартним рибопосадковим матеріалом, зафіксовані найвищі показники загальної рибопродуктивності: 1027,8 та 1064,7 кг/га, відповідно. У третьому та четвертому нагульних ставах, які були зариблені нестандартним рибопосадковим матеріалом та в значній мірі засмічені карасем, рибопродуктивність була значно нижчою: 483,8 та 314,9 кг/га, відповідно. Середні індивідуальні маси товарних тріліток: короп – 1000 - 1570 г, білий товстолобик – 800 - 2350 г.

У першому та другому ставах рибопродуктивність карася дорівнювала до 10,8 кг/га, у третьому та четвертому ставах – до 107,7 кг/га при його середній індивідуальній масі 25 - 100 г.

У 2011 р. результати вилову товарної риби були наступні: 14 липня із першого нагульного ставу одержані трілітки коропа середньою індивідуальною масою 850 г, трілітки білого товстолобика – 1000 г, чотирилітки білого товстолобика – 3000 г; 4 серпня із другого нагульного ставу одержані трілітки коропа – 1000 г, трілітки білого товстолобика – 1200 г; 3 вересня із третього нагульного ставу одержані трілітки коропа – 1200 г, трілітки білого товстолобика – 1650 г; 30 жовтня із четвертого нагульного ставу одержані трілітки коропа – 1500 г, трілітки білого товстолобика – 2300 г, дволітки коропа – 600, дволітки білого товстолобика – 700 г.

У першому та другому нагульних ставах, які були обловлені влітку, рибопродуктивність дорівнювала 595,9 та 825,5 кг/га, відповідно. У третьому та четвертому нагульних ставах, які були обловлені восени, рибопродуктивність була значно вище, відповідно, 1045,6 та 1082,2 кг/га.

### Висновок

На підставі досвіду рибколгоспу ім. Кримських партизан та отриманих рибогосподарських показників можна зробити висновки, що перспективним у нагульних ставах є спільне вирощування товарних дволіток коропа і тріліток білого товстолобика з використанням для удобрення аміачної селітри і суперфосфату в кількості 200 - 220 кг/га. У сучасних економічних умовах, коли якість продукції стала визначальним фактором для успішної реалізації товарної рибної продукції, запропонована технологія забезпечить підвищення загальної рибопродуктивності нагульних ставів понад 1080 кг/га за умов облову їх в кінці жовтня.

### Література

1. *Грициняк І.І.* Актуальні проблеми ефективного розвитку рибного господарства на внутрішніх водоймах України // Современное состояние рыбного хозяйства: проблемы и пути решения : мат. междунар. научно-педагог. конфер. 1 - 3 апреля 2008 г. – Херсон: ХДАУ, 2008. – С. 11 - 14.
2. *Рылов В.Г., Баданин С.Н.* К вопросу о способах улучшения товарных кондиций прудовой рыбы // Современное состояние рыбного хозяйства: проблемы и пути решения : мат. междунар. научно-педагог. конфер. 1 - 3 апреля 2008 г. – Херсон: ХДАУ, 2008. – С. 178 - 180.
3. *Шерман І.М., Рылов В.Г.* Технологія виробництва продукції рибництва. – К.: Вища освіта, 2005. – 315 с.

УДК 587.08.591.1.8.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВПЕРВЫЕ И ПОВТОРНО СОЗРЕВАЮЩИХ САМОК БЕЛОГО ТОЛСТОЛОБИКА *Hyporhthalmichthys molitrix* (VAL.) ИЗ КУЧУРГАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА-ОХЛАДИТЕЛЯ ДЛЯ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА**

**Н. И. Фулга<sup>1</sup>, Н. К. Райлян<sup>1</sup>, С. С. Стороженко<sup>2</sup>, П. Д. Ариков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт зоологии АН Молдовы

<sup>2</sup>Кишиневский филиал Г.П. «Аквакультура-Молдова»

*Дана морфо-функциональная характеристика гонад у впервые и повторно созревающих самок белого толстолобика *Hyporhthalmichthys molitrix* (Val), при пересадке из Кучурганского водохранилища-охладителя и после выдерживания их в прудах-зимовалах в течение пять месяцев. Установлена возможность использования самок, выращенных в Кучурганском водоеме-охладителе в качестве полноценных производителей для искусственного воспроизводства.*

Ключевые слова: гонады, ооцит, вителлогенез, резорбция, нерест, производители, рыбопродуктивность

### **Введение**

Одним из главных направлений рационального рыбного хозяйства является повышение рыбопродуктивности внутренних водоемов. Весьма важное значение, при этом, имеет направленное формирование и выращивание в них таких комплексов рыб, которые обеспечивали бы полную и эффективную утилизацию биологических ресурсов. Особую ценность среди объектов акклиматизации представляют растительноядные рыбы амурского комплекса. В частности, белый толстолобик способен утилизировать первичную продукцию, которая недоиспользуется местными видами рыб, тем самым предотвращая вторичное загрязнение водоемов, а интенсивный темп роста способствует повышению естественной рыбопродуктивности.

В 1961 г. в Молдову из Китайской Народной Республики были завезены мальки растительноядных рыб массой 2,5 - 5,3 г с целью создания маточного стада, ведения работ по их воспроизводству и вселению потомства в пруды и естественные водоемы. С 1964 г. разновозрастные группы толстолобиков стали выпускать в Кучурганский лиман-охладитель Молдавской ГРЭС, впоследствии названный водохранилищем-охладителем.

Впервые потомство белого толстолобика в Молдове было получено в 1967 г. от производителей китайского происхождения, выращенных в местных условиях. Эффективность заводского воспроизводства повысилась с 1969 г., когда в инкубатории стали использовать теплую сбросную воду Молдавской ГРЭС. Успешное освоение биотехники воспроизводства и выращивания толстолобиков в условиях водоемов Молдовы, сделала их основным объектом товарного рыбодводства.

Разведение белого толстолобика во внутренних водоемах Молдовы длится более 40 лет. Исследования репродуктивной системы проведены нами после длительной доместики вида и искусственного воспроизводства. В течение этих лет сформировано несколько поколений производителей, выращенных в местных условиях.

С момента становления водохранилища-охладителя до настоящего времени, нами изучалось морфо-функциональное состояние репродуктивной системы во время слабого воздействия сбросных теплых вод 1967 - 1970 гг. [5] и в условиях возросшей термофикации водоема с увеличением мощности станции в период 1981 - 1985 гг. [7 - 10].

В течение последних 10 лет среднегодовая температура воды в водохранилище практически не отличается от температурного режима водоема впервые годы его становления.

Сравнительный анализ морфо-физиологических показателей у толстолобиков позволили нам выявить тенденцию к снижению относительной массы гонад у самок в водохранилище-охладителе. Так, например, у десятилетних самок массой тела 14,5 - 19,5 кг гонадо-соматический индекс в 1969 г. достигал 22,5 %, тогда как после продолжительной доместики он составил не более 15 % [6]. Одним из факторов, влияющих на темп воспроизводства и колебания численности популяций рыб в Кучурганском водохранилище-охладителе Молдавской ГРЭС, являются различные нарушения в развитии репродуктивной системы рыб в период полового созревания и годового цикла.

**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ АКВАКУЛЬТУРЫ**

Позднее завершение IV стадии зрелости гонад, а также растянутый период наступления половой зрелости у некоторых самок в Кучурганском водохранилище-охладителе затрудняет их отбор и использование в рыбоводных целях.

Задачей наших исследований заключается в разработке условий содержания белого толстолобика, которые обеспечат возможность использования разнокачественных самок, выращенных в Кучурганском водохранилище-охладителе, в качестве полноценных производителей для искусственного воспроизводства.

### Материал и методика

В начале декабря нами была проведена работа по вылову и пересадке 10 впервые участвующих в нересте и 10 повторно созревающих производителей из Кучурганского водохранилища-охладителя с дальнейшим их содержанием (5 месяцев) без пересадки в прудах-зимовалах. В течение всего периода зимнего содержания самок, до мая месяца включительно, измерялась температура воды. Небольшая разница температур в указанных водоемах в конце декабря уменьшает гибель рыб и период адаптации к прудовым условиям.

За развитием яйцеклеток и готовностью самок к размножению наблюдали, используя гистологический метод исследования и биопсию соответственно. Стадии зрелости гонад определяли согласно рекомендации Сакун, Буцкой [4], а степень развития ооцитов – по классификации Казанского [1]. Срезы толщиной 7 мкм окрашивали по методу Маллори [6]. Диаметр ооцитов определяли с помощью окулярмикрометра. Микрофотографии изготовлены с помощью микроскопа «Ломо, Микмед-2» с видеокамерой.

### Результаты исследований

Чтобы получить икру высокого качества, нами была проведена работа по пересадке производителей белого толстолобика из водохранилища-охладителя в пруды-зимовалы. Разница температуры воды в водохранилище-охладителе и прудах не превышала 2,8 °С, что сокращает время адаптации рыб к прудовым условиям (таблица).

К моменту вылова из водохранилища-охладителя, гонады у впервые созревающих самок в возрасте 4+, 5+ и массой 4 - 7 кг, отличались асинхронным развитием ооцитов. У одних особей гонады находились на III - IV стадии зрелости и содержали ооциты в фазе полной вакуолизации цитоплазмы и небольшое количество клеток в фазе начала вителлогенеза. У других – по составу половых клеток гонады соответствовали III стадии зрелости. В середине апреля в гонадах некоторых самок в возрасте 4+ выявлены яйцеклетки в начальной фазе интенсивного вителлогенеза. Накопление желтка в ооцитах у таких самок завершается в течение лета. В результате впервые созревающие самки с гонадами на IV стадии зрелости, но с резорбирующимися ооцитами в фазе «E», встречаются с августа по декабрь (рис. 1).

В гонадах повторно созревающих особей весом свыше 8 кг и в возрасте 5+, 7+ лет, отловленных в декабре для пересадки в пруды-зимовалы, помимо резорбирующихся яйцеклеток завершеного вителлогенеза присутствуют ооциты в фазе начала накопления желтка (рис. 2).

Необходимо отметить, что все отловленные самки отличались неоднородностью по степени зрелости гонад и завершением процесса вителлогенеза в яйцеклетках в разные календарные

#### Уровни температур в зимне - весенний период в Кучурганском водохранилище-охладителе и в прудах-зимовалах

Месяцы	Кучурганское водохранилище-охладитель		Пруды	
	температура воды, °С	сумма тепла, градусо-дней	температура воды, °С	сумма тепла, градусо-дней
декабрь III декада	3,6-6,8	вылов самок	1,9-3,9	зарыбление
январь	4,1-5,9	127,-182,9	ледостав	-
февраль	4,2-8,2	117,6-229,6	ледостав	-
март	10,0-12,8	310,0-396,9	4,6-5,4	142,6-167,4
апрель	19,3-21,4	573,0-642,0	12,5-13,1	375,0-393,0
май	21,5-24,8	660,3-768,9	17,6-19,3	545,6-598,3
сумма тепла за период выдерживания		1797,1-2220,3	-	1063,2-1158,7

сроки (начало мая - первая половина августа), что затрудняло их использование в рыбоводных целях.

В течение зимнего периода как у впервые, так и повторно созревающих самок, отсаженных в пруды-зимовалы, из-за низких температур приостанавливается накопление гранул желтка в половых клетках, и только в



Рисунок 1 – Гонады самки из водохранилища-охладителя в возрасте 4+. Резорбция желтковых ооцитов текущего года в декабре. Генерация ооцитов будущего года в фазе вакуолизации цитоплазмы. Ув.об.8х; ок7х

тов периода трофо-плазматического роста, в результате зимовки в прудах, привело к снижению степени асинхронности их развития в пределах фаз вителлогенеза.

В отличие от рыб из водохранилища-охладителя, к началу нерестового сезона, в яичниках повторно созревающих самок зимовавших в прудах, отмечается минимальное количество яйцеклеток в состоянии глубокой резорбции (рис. 3).

Количество тепла в прудах-зимовалах в пределах 1063,2 - 1158,7 градусо-дней (см. таблица) в зимне - весенний период обеспечивает нормальное развитие яйцеклеток у разнокачественных самок, их однородность по степени зрелости гонад, повышение их плодовитости и определяет сроки завершения IV стадии зрелости гонад и начало рыбоводных работ (I декада июня). Количество овулировавшей икры у впервые созревающих самок составляет  $982,85 \pm 17,35$  шт., у повторно созревающих –  $1280,00 \pm 22,40$  шт. икринок в 1 г навеске, что на 20 и 32 % соответственно больше, чем у самок, обитающих в водохранилище-охладителе [11].

В начале июня впервые и повторно созревающие самки были использованы в рыбоводном процессе. Полученная икра отличалась высоким рыбоводным качеством, оплодотворяемость которой составила 93 %, выживаемость эмбрионов 84 - 86 %, а выход деловых личинок – 72 - 75 % [2].



Рисунок 2 – Гонады самки из водохранилища-охладителя в декабре месяце. Резорбция яйцеклеток, завершивших накопление желтка в конце лета текущего года. Генерация ооцитов будущего года в начальной фазе вителлогенеза Ув.об.8х; ок7х

марте месяце с повышением температуры воды в прудах в яйцеклетках наступает интенсивный вителлогенез, который продолжается до мая месяца включительно. В конце мая их гонады соответствуют IV стадии зрелости и содержат, в основном, яйцеклетки в фазе завершеного вителлогенеза.

У самок, созревающих впервые, увеличение продолжительности развития ооци-

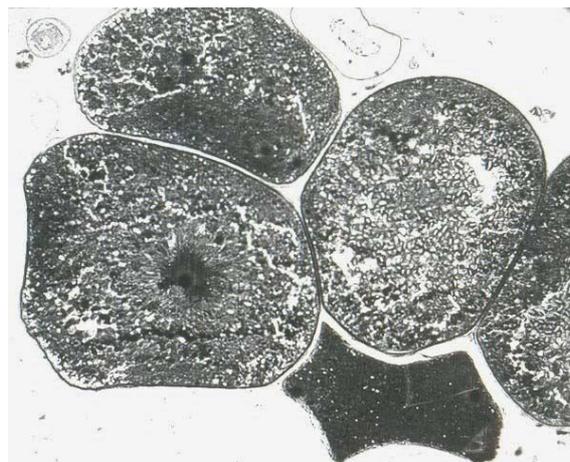


Рисунок 3 – Фрагмент яичника на IV стадии зрелости у самок в мае. Среди ооцитов завершеного вителлогенеза видны остатки от резорбции желтковых ооцитов прошлого года. Ув.об.8х; ок7х

### Выводы

1. Впервые и повторно созревающие самки белого толстолобика, выдержанные в зимне-весенний период в прудах, отличаются однородностью по степени зрелости гонад, достигая завершённой IV стадии зрелости к концу мая, тогда как у самок из водохранилища-охладителя завершение яйцеклетками периода трофо-плазматического роста происходит в течение весенне - летнего периода.

2. При выдерживании впервые и повторно созревающих производителей в прудах-зимовалах увеличивается их плодовитость, а овулировавшая икра, после гормональных инъекций, имеет высокое рыбоводное качество, что указывает на повышение их репродуктивной способности в целом.

3. Выявленные особенности оогенеза у разнокачественных самок, зимовавших в прудах, указывают на нормальный ход развития вителлогенных ооцитов новой генерации и их созревание к началу рыбоводных работ. Следовательно, такие самки могут быть использованы в качестве производителей для искусственного воспроизводства.

### Литература

1. *Казанский Б.Н.* Особенности функционирования яичников у рыб с порционным икротетанием // Тр. лаб. основ рыбоводства. – Л., 1949. – Ч. 2. – С. 64 - 121.
2. *Калинич Р.А., Крепис О.И., Махницкий В.П.* О возможности использования половозрелых особей растительноядных рыб из водоема-охладителя МГРЭС для заводского воспроизводства // Материалы II съезда гидробиологов Молдовы. Апрель 2001 г. – Кишинев, 1991. – С. 49 - 50.
3. *Роскин Г.И., Ливенсон Л.Б.* Микроскопическая техника. – М.: Советская наука, 1957. – 487 с.
4. *Сакун О.Ф., Буцкая Н.Ф.* Определение стадий зрелости и изучение половых циклов у рыб. – М.: Наука, 1963. – 17 с.
5. *Статова М.П.* Половое созревание, размножение и плодовитость // Кучурганский лиман-охладитель Молдавской ГРЭС. Ихтиофауна лимана-охладителя и перспективы его рационального рыбохозяйственного использования. – Кишинев: Штиинца, 1973. – Гл. 2. – С. 148 - 170.
6. *Статова М.П.* Эколого-морфологические особенности гаметогенеза растительноядных рыб в водоемах бассейна Днестра // Биологические ресурсы бассейна Днестра, их охрана и рациональное использование. – Кишинев: Штиинца, 1980. – С. 203 - 210.
7. *Статова М.П.* Сравнительные эколого-морфофизиологические исследования некоторых карповых рыб водоемов Молдавии // Особенности репродуктивных циклов у рыб в водоемах разных широт. – М.: Наука, 1985. – С. 99 - 111.
8. *Статова М.П., Корнеева М.Г., Фулга Н.И.* Особенности функционирования репродуктивной системы леща, серебряного карася и толстолобиков в период годичного цикла // Биопродукционные процессы в водохранилищах-охладителях ТЭС. Ихтиофауна. – Кишинев: Штиинца, 1988. – Гл. 7. – С. 178 - 201.
9. *Фулга Н.И., Статова М.П.* Особенности ооста и полового созревания толстолобиков в водоеме-охладителе Молдавской ГРЭС // Интенсификация товарного рыбоводства Молдавии : мат. науч.-техн. конф. 7 - 8 августа 1986 г. – Кишинев, 1986. – С. 181 - 182.
10. *Фулга Н.И., Статова М.П.* Особенности оогенеза в процессе полового созревания белого толстолобика в разных водоемах Молдавии // Вопр. ихтиологии. – 1992. – Т. 3, № 2. – С. 99 - 106.
11. *Фулга Н.И., Тодераш И.К., Усатый М.А.* Влияние условий зимовки на развитие гонад половозрелых самок белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* // Изв. АН Молдовы : сер. : Биологические, химические и сельскохозяйственные науки. – 2003. – № 2. – С. 69 - 74.

**КРИОКОНСЕРВАЦИЯ РЕПРОДУКТИВНОГО МАТЕРИАЛА РЫБ:  
РАЗРАБОТКИ ЮЖНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК****Е. Н. Пономарева, А. М. Тихомиров, М. М. Богатырева, А. А. Красильникова**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Южный научный центр Российской академии наук

*Сохранение генетического разнообразия ценных видов рыб является одной из основных задач современной аквакультуры. В настоящий момент использование методов низкотемпературного консервирования остается одним из наиболее привлекательных и быстроразвивающихся направлений сохранения редких исчезающих видов. В работе изложены разработки Южного научного центра Российской академии наук в области криосохранения репродуктивных клеток рыб.*

Ключевые слова: сохранение генофонда, низкотемпературное консервирование, репродуктивные клетки, криобанк, редкие и исчезающие виды рыб

В настоящее время в условиях глобального экологического неблагополучия проблема сохранения биоразнообразия приобрела особую актуальность. Сохранение и увеличение запасов ихтиофауны южных морей возможно как при поддержании в возможных пределах естественного воспроизводства, так и при обязательном развитии заводского разведения.

Однако при формировании и эксплуатации маточного стада на рыбоводных заводах возникает проблема снижения гетерогенности получаемого потомства. Получение потомства от близкородственных скрещиваний со временем приводит к ухудшению физиологического состояния рыб, снижению иммунитета и жизнеспособности. Для увеличения гетерогенности популяций целесообразно проводить обмен половыми продуктами, в частности, спермой между хозяйствами. Однако время созревания производителей на разных предприятиях не всегда совпадает. Кроме того, качество спермы может быть неудовлетворительным, а за время перевозки оно снижается достаточно сильно, что ставит под угрозу проведение нерестовой кампании.

Снизить вышеперечисленные риски можно при использовании для искусственного оплодотворения икры криоконсервированных образцов спермы, хранящихся в жидком азоте.

Прогресс в области криобиологии, биологии развития, популяционной генетики и селекции рыб, а также в других областях науки позволяет приступить к созданию новых технологий аквакультуры, отличающихся более высокой экономической эффективностью и стабильностью [1].

С 2004 г. сотрудники Южного научного центра Российской академии наук совместно с Астраханским государственным техническим университетом проводят исследования по низкотемпературному консервированию и долгосрочному хранению генетического материала ценных видов рыб.

Целью работ является разработка технологии криоконсервации и хранения спермы рыб, позволяющей получать стабильные результаты, а также отработка приемов использования замороженного материала в аквакультуре.

С 2005 по 2006 гг. проводились исследования по замораживанию спермы рыб в диапазонах температур от 0 до -20 °С. Применяли ранее разработанные криосреды Г. Штайна [8] и Трис-НСI-буфер [7]. В результате исследований установлено, что для повышения качества дефростированной спермы в указанные среды целесообразно вводить витамины. Лучшие результаты получены при использовании витамина В<sub>12</sub> в сочетании со средой Г. Штайна [8]. Данные разработки используются для транспортировки спермы между хозяйствами в Астраханской области. Однако сохранение высокого качества репродуктивных клеток при температуре -20 °С возможно в течение непродолжительного времени – до 14 дней, так как происходят процессы кристаллизации/рекристаллизации, клетки повреждаются и погибают.

Дальнейшие исследования проводились при более низких температурах с использованием жидкого азота. При поддержании постоянного уровня азота и температуры -196 °С хранение образцов спермы можно осуществлять в течение десятилетий без изменения качества.

Одними из важнейших вопросов низкотемпературного консервирования являются скоростной режим замораживания и состав криозащитных смесей. Сотрудниками лаборатории проводились научные исследования по оптимизации режимов замораживания и подбору составов криозащитных смесей для разных видов рыб (русский осетр, белуга, севрюга, стерлядь, карп, белый толстолобик, белый амур, белорыбица). В связи с наличием различий спермы того или иного вида,

необходим видоспецифичный подбор протекторов, которые способны предохранить от разрушения и гибели половые клетки в результате низкотемпературного консервирования.

Проведенные исследования легли в основу совершенствования методики криоконсервации спермы осетровых рыб, предусматривающую электростимуляцию половых клеток [4 - 6], что способствует увеличению скорости проникновения протектора в клетки осетровых рыб (рис. 1).



Рисунок 1 – Электростимуляция спермы рыб

В 2010 г. получен патент на способ повышения выживаемости половых клеток осетровых рыб при криоконсервации, проведены работы по получению потомства и определению физиологической полноценности молоди, полученной с использованием криоконсервированной спермы [2].

На протяжении нескольких лет в Южном научном центре Российской академии наук ведутся работы по созданию криобанка, деятельность которого коренным образом отличается от существующих экспериментально-коллекционных. В основу его деятельности положено накопление, сохранение и использование генетического материала для восполнения дефицита производителей и коррекции существующих технологий искусственного воспроизводства редких и исчезающих видов рыб Волго-Каспийского и Азово-Черноморского бассейнов.

Создание низкотемпературного банка позволит:

Создание низкотемпературного банка позволит:

1. Сохранять генетическую информацию редких и исчезающих видов животных при температуре жидкого азота в течение десятилетий без утраты генетического стандарта.
2. Транспортировать генетический материал в районы исчезновения или резкого сокращения численности для восстановления популяции вида или реализовывать генетический материал согласно потребностям заказчиков.
3. Обеспечить возможности для селекционно-генетических работ в рыбоводных хозяйствах.
4. Создать достаточно полную генетическую коллекцию разных видов гидробионтов, для последующего восстановления полноценной ихтиофауны бассейна и экосистем.
5. Сократить площади, используемые для содержания производителей рыб, повысив экономическую эффективность искусственного воспроизводства и товарного выращивания [3].

Сохранение репродуктивных клеток в криобанке дает возможность получать необходимое количество дефростированных половых продуктов рыб в любое удобное время вне зависимости от внешних факторов. Получение свежей (нативной) спермы может растягиваться на неопределенное время из-за долгого созревания самцов, также есть риск, что сперма будет низкого качества или не будет получена вовсе. Криоконсервированную сперму можно хранить десятилетиями в жидком азоте без изменения репродуктивных показателей, в то время как нативная сперма сохраняет свои качества в течение 3 - 4 суток. При использовании спермы из криобанка сокращается риск срыва нерестовой кампании в результате несвоевременного созревания самцов; не требуется проведения преднерестовой подготовки самцов. Ежегодное пополнение и обновление коллекции образцов спермы позволяет расширить генофонд воспроизводимых видов рыб; возможность выбора спермы с высокими репродуктивными качествами для проведения селекционных работ и товарного выращивания рыб. Сокращаются затраты на кормление и содержание самцов по сравнению с хранением замороженной спермы в жидком азоте в 3 раза. Сокращение площадей для содержания производителей, снижение трудовых затрат.

Лаборатория ЮНЦ РАН располагает всем необходимым оборудованием для криобанка: криохранилище для долгосрочного хранения образцов спермы; сосуды Дьюара разной емкости для проведения экспериментальных работ и транспортировки половых клеток и жидкого азота; программируемый замораживатель; персональный компьютер; микроскоп, оснащенный видеоокуляр, для визуального определения качества спермы; рыбоводные емкости для проведения работ по получению потомства; установка для определения поведенческих реакций молоди (рис. 2 - 4).

Сбор материала производится на рыбоводных предприятиях Астраханской, Волгоградской, Ростовской областей, что обеспечивает возможность обмена генетическим материалом по Южному Федеральному округу России.



Рисунок 2 – Оборудование для криоконсервации спермы рыб



Рисунок 3 – Партия образцов спермы, подготовленная к замораживанию

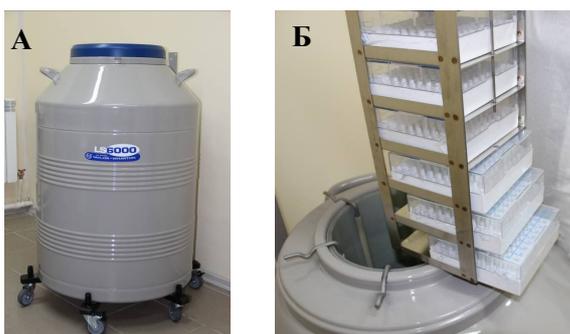


Рисунок 4 – Криохранилище: А – внешний вид; Б – пластиковые боксы с образцами репродуктивного материала

Ежегодно проводятся работы по замораживанию и накоплению образцов спермы различных видов рыб (табл. 1).

Все данные о производителях, от которых взята сперма, занесены в базу данных, согласно которой осуществляется выбор того или иного образца для оплодотворения икры.

Ведется систематическая проверка качества спермы, хранящейся в криобанке в течение 1 - 3 лет. Установлено, что за это время сперма не утратила оплодотворяющей способности (табл. 2).

Таблица 1 – Количество образцов спермы, находящихся в криобанке ЮНЦ РАН

Вид	Количество ампул, шт.	Объем генетического материала, мл.
2007 г.		
Русский осетр	100	150
Севрюга	70	105
Белорыбица	90	135
2008 г.		
Белуга	270	405
Русский осетр	1055	1582,5
Севрюга	285	427,5
Стерлядь волжская	287	430,5
Гибрид стерлядь х белуга	40	60
Стерлядь донская	120	180
2009 - 2010 гг.		
Белуга	241	361,5
Русский осетр	1400	2100
Севрюга	467	700,5
Стерлядь волжская	560	840
Гибрид стерлядь х белуга	890	1335
Белорыбица	110	165
2011 г.		
Русский осетр	210	315
Севрюга	240	360
Ленский осетр	100	150
Стерлядь волжская	150	225
Белорыбица	310	465
<b>ИТОГО:</b>	<b>6995</b>	<b>10492,5</b>

Таблица 2 – Качество спермы белуги после долгосрочного хранения в жидком азоте

Срок хранения, год	Активность дефростированной спермы	Процент оплодотворения
1	93 ± 1,18	72 ± 2,39
2	91 ± 1,43	67 ± 2,41
3	90 ± 1,78	70 ± 2,42

При использовании криоконсервированной спермы для искусственного оплодотворения икры осетровых получено физиологически полноценное, жизнеспособное потомство, отличающееся высоким темпом роста и стабильным поведением [2].

Таким образом, разработки Южного научного центра РАН и Астраханского государственного технического университета в области низкотемпературного консервирования спермы ценных видов рыб позволяют осуществлять долгосрочное хранение половых продуктов и использование их для искусственного оплодотворения икры. Дальнейшие разработки необходимо проводить в области криоконсервации икры рыб.

#### Литература

1. *Ананьев В.И., Манохина М.С.* К вопросу подготовки новой редакции научно-технической программы «Криобанк гидробионтов» на 2009 - 2014 гг. // Криоконсервация как способ сохранения биологического разнообразия : Биофизика живой клетки. Консервация генетических ресурсов : материалы конференции. Пушино, 28 - 30 октября 2008 г. – Пушино, 2008. – Т. 9. – С. 15 - 16.
2. *Богатырева М.М.* Оптимизация методов криоконсервации спермы для сохранения генофонда осетровых рыб : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.06. – Астрахань: Астраханский государственный технический ун-т, 2010. – 20 с.
3. *Егоров М.А.* О концепции деятельности Каспийского криобанка // Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря : материалы VIII Междунар. науч. конф. 11 - 12 октября 2005 г., Астрахань. – Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2005. – С. 74 - 75.
4. *Пономарева Е.Н., Богатырева М.М., Тихомиров А.М., Джаригазов Е.С.* Роль криобанка репродуктивного материала гидробионтов для поддержания биологического разнообразия и развития морских территорий : препринт-рекомендации. – Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2009. – 44 с.
5. *Патент России № 2399201 / Пономарева Е.Н., Тихомиров А.М., Богатырева М.М., Болонина Н.В., Джаригазов Е.С.* Способ повышения выживаемости половых клеток осетровых рыб при криоконсервации. – 2010.
6. *Тихомиров А.М., Пономарева Е.Н.* Электростимуляция мембран спермиев русского осетра облегчает проникновение криопротекторов внутрь клеток // Криоконсервация как способ сохранения биологического разнообразия : Биофизика живой клетки. Консервация генетических ресурсов : материалы конференции. Пушино, 28 - 30 октября 2008 г. – Пушино, 2008. – Т. 9. – С. 129 - 130.
7. *Цветкова Л.И., Пронина Н.Д., Савушкина С.И., Докина О.Б.* Использование метода низкотемпературной консервации спермы объектов аквакультуры : Серия «Аквакультура» : Информ. пакет ВНИЭРХ : Современная аквакультура: проблемы образования и освоения новейших технологий // Рыбное хозяйство. – М., 1997. – Вып. I. – С. 77 - 79.
8. *Штайн Г.* Криоконсервация гамет рыб // Проблемы криобиологии. – 1991. – № 3. – С. 42 - 45.

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ ГИГАНТСКОЙ КРЕВЕТКИ *MACROBRACHIUM ROSENBERGII*

С. В. Статкевич

Научно-исследовательский центр Вооруженных Сил Украины «Государственный Океанариум»

*Гигантская пресноводная креветка M. rosenbergii – широко распространенный объект мировой аквакультуры. Ее выращивают в основном в странах Юго-Восточной Азии. В Украине культивирование гигантской креветки осуществляется в незначительных масштабах и носит экспериментальный характер. В настоящей работе приводятся сведения относительно размерных характеристик, плодовитости, а так же содержания воды и сухого остатка яиц на всех стадиях эмбрионального развития креветки M. rosenbergii.*

Ключевые слова: аквакультура, гигантская креветка, *Macrobrachium rosenbergii*, плодовитость, вес яйца

Среди объектов аквакультуры особое место благодаря ценным диетическим и деликатесным качествам занимают пресноводные креветки. Их производство представляет собой многоэтапную технологию от подготовки и содержания маточного стада производителей до получения посадочного материала и товарной продукции. Качественная оценка креветок-производителей, получение личинок и подращивание молоди – все эти процессы остаются уязвимым звеном биотехнологии, так как в умеренных широтах можно осуществлять только однократную посадку креветок в выростные пруды и производить сбор урожая при снижении температуры воды до критической отметки. В связи с этим целью работы было изучение некоторых особенностей биологии гигантской креветки в условиях аквакультуры.

### Материал и методика

Объектом исследований являлась гигантская пресноводная креветка (рис. 1). Для изучения было отобрано маточное стадо гигантских креветок в количестве 270 экз. (230 самок и 40 самцов), которые содержались в аквариумах объемом 500 л. В одном аквариуме содержалось по 1 самцу и 5 - 6 самок.

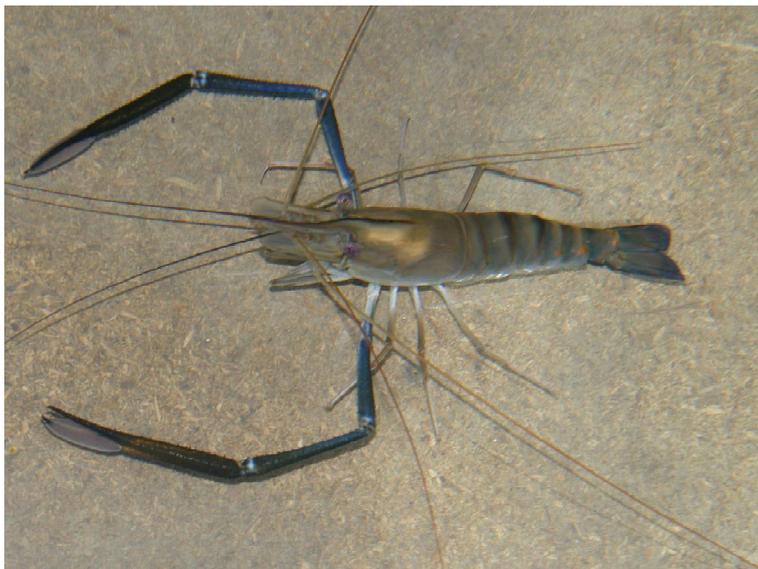


Рисунок 1 – Гигантская креветка *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879), внешний вид (самец)

Определяли общую длину креветок (от конца рострума до конца тельсона), промысловую длину (от конца глазной впадины до конца тельсона), длину карапакса (от конца глазной впадины до конца цефалоторокса). Плодовитость креветок осуществляли путем подсчета яиц в каждой кладке.

Каждые 2 - 3 суток на протяжении 21 дня отбирались пробы яиц. Массу сырого и сухого вещества зародышей определяли по общепринятой методике [2]. Взвешивание производили на микроаналитических весах ВЛМ-1 г с точностью до 0,01 мг. Материал высушивали до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 60 °С. Для каждой стадии делали не менее 8 определений.

### **СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ АКВАКУЛЬТУРЫ**

## Результаты и обсуждение

**Соотношение размеров и массы тела креветок.** Зависимость между длиной и весом у креветок *M. rosenbergii*, как и у других пойкилотермных животных, описывается степенным уравнением:

$$W = a \cdot L^b,$$

где  $W$  – сырой вес животного в г,

$L$  – длина животного в см, у креветок измеряется общая длина от конца рострума до конца тельсона,

$a$  и  $b$  – угловой и степенной коэффициенты, устанавливаемые эмпирически [4]. В большинстве своем значение степенного коэффициента изменяется от 2,5 до 3.

В размерном диапазоне от 3,6 до 12,8 см и веса соответственно от 0,37 до 24,57 г (рис. 2) нами

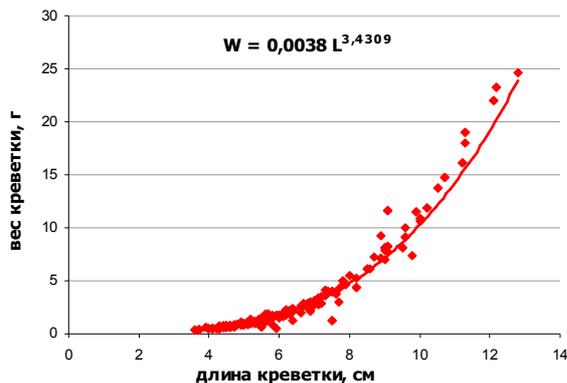


Рисунок 2 – Соотношение массы и линейных размеров у половозрелых креветок *M. rosenbergii*

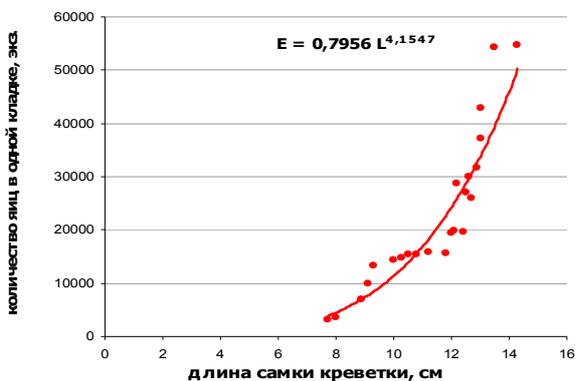


Рисунок 3 – Зависимость плодовитости от длины самки креветки *M. rosenbergii*

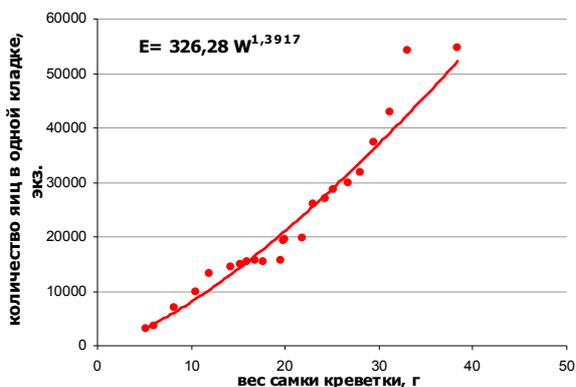


Рисунок 4 – Зависимость плодовитости от веса самки креветки *M. rosenbergii*

рассчитано уравнение зависимости веса от длины креветок. В численной форме оно имеет следующий вид:

$$W = 0,0038 \cdot L^{3,4309}, n = 344.$$

*M. rosenbergii* растет в ширину быстрее, чем в длину, поэтому уравнения описывающие зависимость веса ( $W$ , г) от длины креветок ( $L$ , см) имеют очень высокую степень – более 3-х.

Такая же высокая степень получена и другими авторами. Так по данным Р. М. Рао у креветок *M. rosenbergii* в эстуарии Хугли (Восточная Индия) в весовом диапазоне 0,200 - 375 г это уравнение имеет вид [4]:

$$W = 0,0072 \cdot L^{3,194}, n = 873.$$

По данным Н. Н. Хмелевой с соавторами для *M. rosenbergii*, выращенной на сбросной воде Березовской тепловой электростанции в весовом диапазоне 0,012 - 75 г это зависимость описывается уравнением [4]:

$$W = 0,0070 \cdot L^{3,168}, n = 108.$$

**Плодовитость и размеры яиц.** С увеличением размеров самок креветок, количество откладываемых ими яиц возрастает. Изучена плодовитость у 23 самок.

Зависимость плодовитости (количества яиц в одной кладке самки) от размеров самки описывается степенным уравнением:

$$E = 0,7956 \cdot L^{4,155},$$

где  $E$  – количество яиц в одной кладке самки, экз.

$L$  – длина самки от конца рострума до конца тельсона (рис. 3).

Высокий степенной коэффициент (4,15) свидетельствует о том, что при незначительном увеличении длины самки, плодовитость резко увеличивается.

Зависимость плодовитости от веса описывается степенным уравнением, которое в численной форме имеет вид:

$$E = 326,28 \cdot W^{1,3917}.$$

При представлении данных в логарифмических координатах кривая приобретает вид прямой (рис. 4). Высокий коэффициент корреляции ( $r = 0,766$ ) свидетельствует о тесной связи плодовитости с весом тела самки.

Для креветок *M. rosenbergii* отмечено значительное колебание размеров и веса яиц на начальной стадии эмбрионального развития, зависит оно от размеров самок, количества откладываемых ими яиц, а также от места обитания креветок [7]. Вес яйца гигантской пресноводной креветки (Южный Вьетнам) составляет 0,06 - 0,109, в среднем 0,080 мг [4], объем яйца – 0,07 мм<sup>3</sup> [6].

В процессе эмбрионального развития у креветок, как и у других ракообразных, происходят изменения как сырого, так и сухого веса яиц.

В наших экспериментах вес яйца у *M. rosenbergii* в первые сутки после вымета составлял от 0,055 до 0,070 мг (рис. 5).

В процессе эмбрионального развития происходит увеличение веса яиц. К концу эмбриогенеза сырой вес яйца увеличивается практически вдвое и составляет 0,120 - 0,136 мг (рис. 5). У креветок, как и других ракообразных имеющих личиночную стадию развития, к концу эмбриогенеза наблюдается удвоение, а иногда и утроение первоначального веса яйца [5]. Одной из причин увеличения сырого веса яйца может быть изменение содержания воды. Начальное содержание воды в яйцах *M. rosenbergii* составляет около 40 %, возрастая к моменту завершения эмбриогенеза до 78 % (таблица).

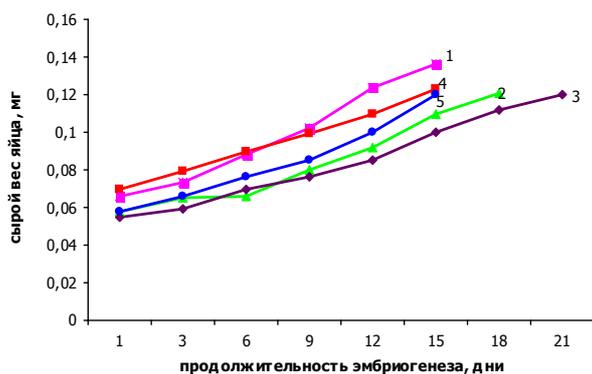


Рисунок 5 – Увеличение сырого веса яйца креветок *M. rosenbergii* в эмбриогенезе у 5 самок

#### Изменение веса яиц креветок *M. rosenbergii* в эмбриогенезе

Сутки	Сырой вес яйца, мг	Сухой вес яйца, мг	% сухого вещества	% воды
1	0,0565	0,035	62	38
3	0,062	0,035	56	44
6	0,068	0,034	49	51
9	0,078	0,033	42	58
12	0,089	0,032	36	64
15	0,111	0,032	29	71
18	0,116	0,030	25	75
21	0,120	0,027	23	78

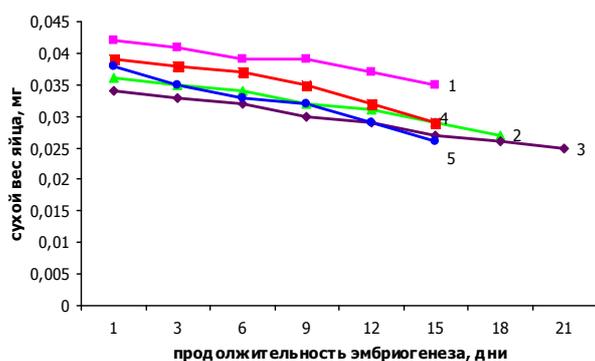


Рисунок 6 – Изменение сухого веса яйца креветок *M. rosenbergii* в эмбриогенезе у 5 самок

Подобное увеличение содержания воды у ряда ракообразных было отмечено другими авторами [8 - 10]. Наблюдаемая закономерность объясняется, очевидно, изменениями, происходящими в водном обмене развивающихся зародышей, в том числе активным поступлением воды в яйца после оплодотворения [1, 3]. Проницаемость мембраны особенно возрастает на последних стадиях эмбриогенеза. По данным Т. Дж. Пандиана на последних стадиях развития поглощается 85 % требуемой воды [12]. Увеличение содержания воды в развивающихся яйцах происходит не только за счет проницаемости их оболочки, но и за счет так называемой метаболической воды, образующейся в результате окисления жиров, белков и углеводов развивающимся зародышем [12]. Однако основное количество воды поступает в развивающиеся яйца через их оболочку из окружающей среды.

В течение эмбрионального развития зародыша внутри яйца, сухой вес яйца закономерно снижается. Начальный сухой вес яиц различается у разных самок, это зависит от размеров самки и величины кладки. Сухой вес яиц у креветок в первые сутки составляет от 0,034 до 0,042 мг (рис. 6). К концу эмбриогенеза сухой вес яиц снижается в 1,3 раза, доходя до 0,025 мг.

Исходное содержание сухого вещества в яйцах *M. rosenbergii* высокое, оно составляет 62 % (таблица). Подобные данные были получены для большой группы ракообразных: Isopoda, Amphipoda и Decapoda. Независимо от систематической принадлежности, места обитания и способа размножения, содержание сухого вещества в яйцах на начальных стадиях развития составляло у них до 54,4 % [5, 11, 12]. За период эмбрионального развития происходит уменьшение массы сухого вещества в яйцах на 21 - 25 % [5, 11, 12].

Снижение сухого вещества яиц в процессе эмбриогенеза происходит в результате использования органических веществ на энергетические нужды развивающегося зародыша, в результате чего процент сухого вещества в яйцах к концу эмбрионального развития снижается. У *M. rosenbergii* по нашим данным снижение сухого веса яиц происходит на 23 % по сравнению с исходным весом яиц (см. рис. 6, таблица).

### Выводы

Зависимость между длиной (L, см) и весом (W, мг) у креветок *M. rosenbergii*, как и у других пойкилотермных животных, описывается степенным уравнением. Высокий степенной коэффициент более 3 свидетельствует о том, что взрослые креветки растут в ширину быстрее, чем в длину.

Плодовитость самок *M. rosenbergii* тесно коррелирует с их длиной и весом. Полученные в ходе исследований данные позволяют оптимальным образом производить отбор маточного стада креветок.

Для креветок *M. rosenbergii* отмечено значительное колебание размеров и веса яиц на начальной стадии эмбрионального развития, зависит оно от размеров самок и количества откладываемых ими яиц.

В процессе эмбрионального развития у креветок, как и у других ракообразных, происходят изменения как сырого, так и сухого веса яиц.

К моменту выхода личинки из яйца его сырой вес увеличивается вдвое, а сухой снижается в три раза, что отражает жизненные процессы, происходящие в зародыше.

### Благодарность

Автор признателен к.б.н. ИнБЮМ З. А. Романовой за помощь в обработке материала.

### Литература

1. Зотин А.И. Физиология водного обмена рыб и круглоротых. – М.: АН СССР, 1961. – 220 с.
2. Лебедева Л.И., Павлютин А.П. Методика определения сырого, сухого весов водных организмов и их зольность // Методы определения продукции водных животных. – Минск, 1968. – С. 20 - 26.
3. Проссер Л., Браун Ф. Сравнительная физиология животных. – М.: Мир, 1967. – 631 с.
4. Хмелева Н.Н., Кулеш В.Ф., Алехнович А.В., Гигиняк Ю.Г. Экология пресноводных креветок. – Минск: Белорусская наука, 1997. – 254 с.
5. Хмелева Н.Н., Романова З.А. Изменение массы и калорийности некоторых ракообразных за период эмбриогенеза // Биология моря. – К., 1978. – Вып. 46. – С. 54 - 60.
6. Kwon C.S. Life history of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) reared in the laboratory // Collect. and Breed. – 1982. – 44, № 2. – Pp. 376 - 381.
7. Mashiko K. Diversified egg and clutch sizes among local populations of the freshwater prawn *Macrobrachium nipponense* (de Haan) // J. Crust. Biol. – 1990. – № 10 (2). – Pp. 306 - 314.
8. Needham J., Needham D.M. On phosphorus metabolism of embryonic life. I. Invertebrate eggs // J. Exp. Biol. – 1930. – 7, № 3. – Pp. 317 - 348.
9. Pandian T.J. Changes in chemical composition and caloric content of developing eggs of the shrimp *Crangon crangon* // Helgol. Wiss Meeresunters. – 1967. – 16, № 3. – Pp. 216 - 224.
10. Pandian T.J., Schuman K.H. Chemical composition and caloric content of eggs and zoea of the hermit crab *Eupagurus bernhardus* // Helgol. Wiss Meeresunters. – 1967. – 16, № 3. – Pp. 225 - 230.
11. Pandian T.J. Ecophysiological studies on the developing eggs and embryos of the European lobster *Homarus gammarus* // Mar. Biol. – 1970. – 5, № 2. – Pp. 153 - 167.
12. Pandian T.J. Yolk utilisation and hatching time in the Canadian lobster *Homarus americanus* // Mar. Biol. – 1970. – 7, № 3. – Pp. 249 - 254.

## К РАЗРАБОТКЕ НОРМАТИВОВ ПРОИЗВОДСТВА СПАТА УСТРИЦЫ *CRASSOSTREA GIGAS* В ПИТОМНИКАХ

В. И. Холодов

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины (ИнБЮМ НАНУ)

*Предлагаются нормативы получения посадочного материала (спата) устрицы *Crassostrea gigas*, составленные на основе результатов экспериментальной разработки технологии полноциклического выращивания гигантской устрицы *Crassostrea gigas* в условиях Черного моря и анализа публикаций. Нормативы включают этапы: кондиционирование производителей, проведения искусственного нереста, выращивания личинок, подращивания спата. Высказывается необходимость сотрудничества специалистов, занимающихся формированием маточных стад для производства спата в контролируемых условиях, что необходимо для предотвращения инбридинга.*

Ключевые слова: гигантская устрица, устрицеводство, *Crassostrea gigas*, питомник, спат, триплоиды, личинки устриц, инбридинг

В течение трех десятилетий акклиматизированная в Черном море гигантская устрица не образовала промысловых банок и не стала промысловым видом из-за невозможности оплодотворения ее гамет в природных условиях. В настоящее время можно утверждать, что коммерческое устрицеводство на Черном море все еще отсутствует, хотя экспериментальное выращивание практикуется в научных центрах и в частных предприятиях, например, в ООО «ЯХОИТ ЛТД» (пос. Кацевели, ЮБК), выращивающем по полуциклической технологии гигантскую устрицу *Crassostrea gigas*. Устричную молодь (спат) для подращивания до коммерческого размера, данное предприятие закупает в европейских странах.

Однако устойчивое развитие черноморского устрицеводства должно базироваться на местном производстве посадочного материала, для чего требуется эффективная технология, опирающаяся на нормативы, разработанные для различных этапов биотехнологии производства спата в контролируемых условиях.

Цель работы: описание нормативов производства спата гигантской устрицы, экспериментально разработанных в ИнБЮМе, а также полученных из анализа опубликованных материалов.

### Материал и методы

Экспериментальная разработка нормативов выполнялась в период 1999 - 2011 гг. в опытном питомнике ИнБЮМ НАНУ, Севастополь. Исследования проводились на гигантской устрице *Crassostrea gigas* Thunberg, 1793, акклиматизация которой началась в Черном море в 1980 г. путем доставки устричной молоди из Японского моря [1, 3, 5].

В 1998 - 1999 гг. из Карадагского заповедника в ИнБЮМ были переданы две партии производителей, с которыми связано начало проведения экспериментальных исследований с целью разработки биотехники выращивания *Crassostrea gigas*. В 2009 г. исследования были продолжены и с использованием устриц этого же вида, но доставленных с побережья Франции (Атлантический океан).

### Результаты

Воспроизводство гигантской устрицы в условиях Черного моря должно проходить через получение спата в контролируемых условиях питомника и включать следующие этапы: 1 – кондиционирование производителей, стимуляцию нереста и проведение оплодотворения; 2 – выращивание личинок и осадение их на субстраты; 3 – подращивание спата в море до товарного размера [4]. Первые два этапа выполняются в питомнике при использовании фильтрованной морской воды необходимого качества, третий этап – на устричной ферме, установленной в море.

**Нормативы на кондиционирование производителей.** Исследователи, изучающие биологию устриц, обычно исключают этап кондиционирования производителей и проводят искусственный нерест устриц с уже сформировавшимися гаметам. Начало этого периода в районе Севастополя приходится на 15 - 20 июня. Однако в промышленном питомнике, производящем спат круглогодично, обязательно должен реализовываться этап кондиционирования производителей.

Проведение данного этапа обусловлено необходимостью получения качественных гамет и, следовательно, обеспечения высокой выживаемости личинок, а в дальнейшем и спата. Также

эта операция необходима при расширении периода получения спата и при интродукции новых видов.

Производителей подбирают в зависимости от их размера, формы, внешних показателей их состояния и от скорости роста. Маточное стадо составляется из моллюсков, взятых из разных поселений. Для обеспечения баланса полов берут моллюсков разного возраста, но в пределах 1 - 4 года. Общее количество производителей должно быть не менее 100 экз. Производители, участвующие в нересте не должны использоваться в последующие годы.

При кондиционировании производителей проводят стимуляцию процесса созревания гамет, что осуществляется применением двух методов: температурного и химического [1, 4].

Обычно кондиционирование проводится в проточных аквариумах с подачей корма перистальтическими насосами. Однако допускается проведение кондиционирования в замкнутом цикле; при этом сырая биомасса производителей не должна превышать 3 г на литр воды аквариума. Необходимо также 2 раза в неделю полностью менять воду.

Условия проведения кондиционирования производителей *C. gigas* температурным методом:

1. Участок кондиционирования необходимо размещать в спокойном месте (чтобы не тревожить производителей).

2. Кондиционирование предпочтительно проводить в проточных аквариумах. При этом скорость потока должна быть не ниже 25 мл/особь·мин.

3. В проточном аквариуме сырая масса производителей не должна превышать 35 г на литр объема воды в аквариуме.

4. Продолжительность кондиционирования: 30 - 40 суток при температуре 20 - 24 °С.

5. Кормовые водоросли для кондиционирования, которые можно культивировать в интенсивной культуре в больших объемах: *Tetraselmis*, *Isochrysis galbana*, *Pavlova (Monochrysis) lutherii*, *Chaetoceros*, *Thalassiosira pseudonana*, *Skeletonema costatum*. Использование смеси водорослей эффективнее применения корма, состоящего из одного вида. Не рекомендуется использовать плохо перевариваемые водоросли (*Chlorella*, *Dunaliella tertiolecta*). Если в природной воде много кормового фитопланктона, то воду рекомендуется не фильтровать.

6. Размер суточного рациона (в сухом весе) составляет 2 - 4 % от сухого веса мягких тканей производителя, измеренного в начале кондиционирования. При превышении этой величины 6 % начинается быстрый соматический рост, (вместо репродуктивного роста).

При химической стимуляции раствор серотонина вводится шприцом в аддуктор (0,003 % раствор серотонина ( $C_{14}H_{19}N_5O_2 \cdot H_2SO_4$ ) на стерильной морской воде). Затем производителей содержат в море до нереста. Созревание гонад ускоряется на один месяц. При этом методе отмечен отход производителей вследствие травмирования не только мускула, но и тканей других органов.

**Нормативы проведения искусственного нереста и оплодотворения.** За неделю до нереста и после определения стадии созревания устриц, производителей отбирают и чистят щеткой, удаляя грязь и особенно организмов-обрастателей, которые могут в дальнейшем свести на нет все усилия. Отмытых устриц размещают в аквариуме с проточной водой, профильтрованной через фильтр с ячейей 1 мкм при температуре 22 - 23 °С. Устриц выдерживают таким образом в течение недели без корма. За это время их кишечники освобождаются от непереваренной пищи, а также завершается созревание гонад. Для проведения искусственного нереста и последующего оплодотворения яиц должны быть выполнены следующие требования:

1. Тщательно очистить раковины, затем промыть и прополоскать фильтрованной морской водой.

2. Искусственный нерест проводится методом температурной стимуляции (термошоком). Для термошока предпочтительно использовать аквариумы 150 x 50 x 15 см и глубиной 10 см. Вода подается из двух труб с кранами, например 12 - 15 °С и 25 - 28 °С. Различие температур должно быть порядка 10 °С.

3. Дно аквариума должно быть темным, что облегчает проведение наблюдений за гаметами.

4. Порядок производства нереста следующий: аквариум заполняется холодной водой и добавляется немного микроводорослей с целью стимулирования фильтрации воды моллюсками. Через 30 - 40 мин. воду сливают и заполняют теплой водой и добавляют немного микроводорослей. Через 30 - 40 мин. воду меняют на холодную и т. д. Обычно нерест начинается через 1 - 4 часа после начала процедуры. Если в течение 2 - 3 часов нерест не наблюдается, тогда устриц возвращают на кондиционирование.

5. Первыми начинают нереститься самцы, которых извлекают из воды и держат на воздухе до тех пор, пока не наберется достаточное количество яиц (в воде сперматозоиды быстро стареют).

6. Нерестящихся самок необходимо рассадить в отдельные сосуды при 24 - 26 °С. Самки нерестятся через 30 - 60 мин. после нереста самца. Нерест одной самки продолжается не дольше 40 - 60 мин.

7. Если самка выметала слишком много яиц, ее нужно перенести в другой аквариум с чистой водой.

8. Необходимо иметь гаметы минимум от 6 самок и 6 самцов, что требуется для обеспечения генетического разнообразия.

9. Перед оплодотворением яйца следует просеять через сито с ячейей 90 мкм. При этом сито должно находиться под водой.

10. Для оплодотворения необходимо внести 2 мл сперматозоидов на 1 л ооцитов и выдержать сосуд в течение 60 - 90 мин. для завершения оплодотворения.

При необходимости срочного получения половых продуктов применяется метод стимуляции нереста при помощи 0,003 % раствора серотонина. Раствор (1 мл/особь) вводится шприцом в межстворчатую полость; ткани при этом не травмируются. Применение описанных методов не ведет к гибели производителей, а в процессе нереста высвобождаются только зрелые яйцеклетки и сперматозоиды, что обеспечивает высокую выживаемость личинок.

Широко применяемый в питомниках западных стран метод вымывания половых продуктов из надрезанных гонад [6], приводит к низкой выживаемости личинок на ранних стадиях развития (отход в течение первых трех суток составляет 40 %). Производители гибнут, а половые продукты получают разного качества, поскольку у устриц асинхронное созревание половых клеток.

**Нормативы выращивания личинок.** Личинок устриц можно выращивать как в непроточных, так и в проточных емкостях. В ИнБЮМе практикуется выращивание в непроточных системах с периодической сменой воды. Поэтому нормативы разработаны применительно к данной системе выращивания. Выращивание личинок осуществляют в баках, изготовленных из полиэтилена, либо из стекловолокна и эпоксидной смолы. Новые баки за 2 - 4 месяца до начала работ необходимо заливать морской водой, которая ежедневно должна заменяться. Использование горячей воды значительно сокращает продолжительность данной операции.

#### Условия выращивания личинок:

1. Развитие личинки от оплодотворенного яйца до стадии D (2 - 3 суток) осуществляют в цилиндрических или квадратных баках с закругленными углами.

2. На данной стадии пользуются баками с плоским дном, либо со слегка закругленным дном, так как личинки медлительны и склонны скапливаться на дне. Поэтому коническое дно не годится; также баки не должны быть глубокими, а продувка не рекомендуется.

3. После оплодотворения яиц, их необходимо выдержать 2 часа и затем перенести в бак на 24 - 48 часов при очень слабой продувке, либо вообще без продувки.

4. На стадии D плотность для *C. gigas* 10000 - 20000 экз./л, а для *O. edulis* – 2000 - 5000 экз./л. Когда личинки *C. gigas* достигнут 150 - 200 мкм, плотность задают 5000 экз./л, а при 250 - 300 мкм – 2000 экз./л.

5. Личинок на стадии D отбирать ситом с ячейей 35 мкм.

6. Личинки на стадии D желателно рассортировать по размерам. Слишком большие личинки часто имеют морфологические отклонения, а слишком мелкие – растут медленно. Затем нужно подсчитать количество личинок по размерным группам.

7. Баки следует заполнять фильтрованной водой за сутки до внесения личинок.

8. Необходимо оперировать ситами с ячейей от 20 мкм до 250 мкм. Сита можно выбирать на основе соотношений, указанных в таблице.

#### Размеры ячеей сита и длины личинки, удерживаемой ситом

Ячейя газа, мкм	Длина личинки, удерживаемой на сите, мкм
45	75
80	120
120	145
150	170
160	210
180	255
200	280
220	300

9. Для личинок оптимальными кормовыми водорослями являются виды: *Chaetoceros calcitrans*, *Ch. muelleri*, *Thalassiosira pseudonana*, *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutherii*, *Tetraselmis*.

10. Для дезинфекции баков, предназначенных для выращивания личинок можно использовать хлорку (раствор гипохлорита натрия) 20 мг/л свободного хлора.

11. Воду в баках необходимо менять через 48 часов следующим образом: 1) выпустить воду с личинками через сито; 2) отмыть

стенки бака (мягкой губкой); 3) заполнить бак фильтрованной водой; 4) отсортировать личинок по размерам и оценить состояние личинок разных размерных групп; 5) группы с плохими показателями удалить; 6) промыть качественных личинок в мерном сосуде; 7) просчитать личинок и запустить их в бак. Все повторить через 48 часов.

Следует отметить, что в современных промышленных питомниках личинок выращивают в баках гораздо большего объема: от 1 до 10 м<sup>3</sup>, а в американских питомниках объемы баков достигают 40 - 50 м<sup>3</sup> при концентрации личинок 2 - 3 тыс. экз./л.

**Осаждение личинок.** За 48 часов до начала метаморфоза личинки переходят на стадию «педивелигера с глазком». Все оборудование, предназначенное для использования при осаждении личинок, должно предварительно в течение двух месяцев вымачиваться в морской воде. Поверхность коллекторов тщательно отмывается от органических остатков, что предотвратит развитие бактерий, после чего коллекторы выдерживаются в морской воде 2 суток. Процесс осаждения производится в ваннах, либо в бассейнах разного объема. Личинок на стадии педивелигера (средний размер 325 мкм, диаметр глазка 14 мкм) переносят в емкость для оседания с подготовленными коллекторами, распределенными по всему объему емкости. Плотность посадки личинок составляет 1 тыс. лич./л; концентрация корма – 200 - 250 тыс. кл./мл. Оптимальный состав корма: *I. galbana*, *Ch. calcitrans*, *Ph. tricorutum*, *T. suecica*, *Sc. costatum*. Интенсивность аэрации воды понижена.

Вода должна быть профильтрована через фильтр с порами не более 5 мкм. Ванна должна быть заполнена профильтрованной водой за 24 часа до осаждения личинок. Раз в двое суток производится полная смена воды в ванной. Коллекторы, выдержанные в морской воде в течение 36 часов помещают в ванну за 24 часа до внесения личинок. Во вторые сутки, с целью обеспечения равномерного оседания личинок на обе поверхности субстрата, коллекторы необходимо повернуть нижней поверхностью вверх. На третьи сутки оседание личинок завершается. Коллекторы с осевшим спатом переносятся в емкость для подращивания спата.

В современных питомниках в качестве субстрата для осаждения личинок используется крупка, приготовленная из устричных створок размером 300 мкм. На одно зерно такой крупки оседает только одна личинка, что позволяет получать спат, представленный отдельными (не сросшимися) особями. Крупку рассыпают равномерно на сите из расчета 130 мг крупки на 1 см<sup>2</sup> сита. На 1 млн. личинок требуется два сита диаметром по 500 мм. Внутренняя поверхность боковых стенок сита (цилиндра) покрывается слоем парафина с целью предотвращения оседания личинок на стенки.

**Нормативы выращивания спата.** Для выращивания спата до размеров 2 - 3 мм можно использовать ванны (бассейны), в которых ранее проводили осаждение личинок на коллекторы. Затем спат переносят во внешние бассейны, расположенные на открытом воздухе.

1. Для обеспечения экономической рентабельности роста (не максимального роста) в неточной воде, нужно выращивать спат при плотности спата 0,2 кг/м<sup>3</sup>.

2. Пищевые потребности: на 1 млн. шт. спата размером 1 мм (весом 0,3 мг) требуется 17 г сух. веса водорослей в день, что эквивалентно 85700 млн. кл. *Tetraselmis suecica* или 87,7 л культуры плотностью 1 млн. кл./мл.

Для спата длиной 5 мм (вес 32 мг) в количестве 1 млн. шт. пищевая потребность составляет 9130 л *Tetraselmis* при той же плотности культуры. Установлено, что увеличение длины спата на 4 мм приводит к 100-кратному увеличению пищевой потребности. Поэтому для производства относительно крупного спата (длиной 10 - 15 мм) требуется организация и функционирование крупного кормоцеха с выращиванием водорослей в бассейнах объемом в несколько десятков кубометров. Экспериментально нами установлено, что спат размером 3 - 5 мм, при надлежащих условиях (температура 10 - 15 °С и высокая влажности (хлопчатобумажная ткань, смоченная в морской воде)) хорошо переносит транспортировку от питомника до устричных ферм.

### Заключение

Несмотря на наличие разработанной технологии производства спата в контролируемых условиях, а также технологии выращивания гигантской устрицы в Черном море, устрицеводство в Черноморском бассейне, за исключением Турции, развивается крайне медленно. Однако уже имеются надежные и достаточные условия для развития черноморского устрицеводства, которое будет базироваться на подращивании спата, полученного в местных питомниках [4]. В связи с отсутствием природных поселений этой устрицы в Черном море, производителям спата придется решать проблему предотвращения инбридинга, что выполнимо только при условии сотрудниче-

ства черноморских устрицеводов, формирующих маточные стада. Потребуется организация обмена производителями и строгий учет всех производителей, участвующих в групповых скрещиваниях, а также разработка нормативов проведения скрещивания [2, 4]. Аналогично необходимо будет организовать обмен информацией о производстве и использовании триплоидов и тетраплоидов в питомниках и устричных хозяйствах.

#### Литература

1. Орленко А.Н. Основные результаты работ по акклиматизации и культивированию гигантской устрицы *Crassostrea gigas* (Th.) в Черном море за период 1985 - 2004 гг. // Рыбное хозяйство Украины. – 2005. – № 6. – Спецвыпуск. – С. 178 - 180.
2. Томас-Бургнеф М., Молло П. Планктон и аспекты морепользования / Пер. с франц. В.И. Холодова; ред. В.Н. Еремеев; Национальная академия наук Украины, ИнБЮМ. – Севастополь, 2011. – 281 с.
3. Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В. Акклиматизация тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* в Черном море // Рыбное хозяйство Украины. – 2003. – № 2. – С. 6 - 8.
4. Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В. Выращивание мидий и устриц в Черном море / под. ред. В.Н. Еремеева. – Севастополь: ИнБЮМ НАН Украины, 2010. – 424 с.
5. Хребтова Т.В., Моница О.Б. Культивирование черноморской и акклиматизация тихоокеанской устриц в Черном море // Биологические основы аквакультуры в морях европейской части СССР. – М.: Наука, 1985. – С. 180 - 185.
6. Robert R., Gerard A. Bivalve hatchery technology. The current situation for the Pacific oyster *Crassostrea gigas* and the scallop *Pecten maximus* in France // Aquatic Living Resources. – 1999. – 12, № 2. – Pp. 121 - 130.

## ГИДРОБИОТЕХНИЧЕСКОЕ СООРУЖЕНИЕ (ГБТС) ЭКОЛОГИЧЕСКОГО, САНИТАРНОГО И БЕРЕГОЗАЩИТНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В. Г. Крючков

Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО)

*Представлена конструкция, технологичного в изготовлении и обслуживании, многофункционального морского сооружения с долговременной экологической эффективностью санитарного и берегозащитного назначения.*

Ключевые слова: риф, мидия, сооружения, якоря, субстрат, нерестилище, технология, схемы, эффективность, перспективы

Широко известны современные проблемы прибрежных акваторий Черного моря. Уже давно обсуждаются задачи очистки прибрежных вод и укрепления берегов с помощью рифов [5].

Во всем мире известные рифы применяют для биомелиорации локальных морских участков. Известно большое количество различных штормоустойчивых конструкций, в которых решаются вопросы занятия как можно большего объема воды пространственным субстратом, покрываемым биообрастателями с созданием многочисленных укрытий рыбам [3].

Была поставлена задача – разработать проект рифового сооружения с периодически обновляемым субстратом и активными обрастателями. При этом планируется осуществлять сбор урожая моллюсков, которые после их анализа (проверки наличия в них накапливающихся загрязнителей) могут быть использованы в пищевых, кормовых целях или для производства различных гидролизатов (в процессе переработки токсины удаляются), что весомо улучшает экономические показатели проекта.

Проведение периодической смены субстрата обеспечивает длительную и высокую экологическую эффективность эксплуатации рифа. Высокий уровень фильтрации и биоочистки обеспечивают, обновляемые гидробионты-обрастатели – в основном мидии (санитары моря), которые будут постоянно находиться в наилучшем физиологическом состоянии (всегда молодые и в активной фазе роста) [2].

Целью работы была разработка многофункционального морского рифового сооружения для выращивания мидий, устриц, водорослей и рыб, которое, к тому же будет выполнять функции берегозащиты и очистки морской воды, с увеличением количества и биоразнообразия гидробионтов в прибрежных акваториях, на глубинах – от дна до 30 м.

### Основной материал

Для выращивания мидий и устриц известны морские гидробиотехнические сооружения (ГБТС) линейного и пилообразного типов. При монтаже этих сооружений в воде применяют монолитные удерживающие бетонные грузы [4]. Известны также и донные жесткие сооружения, например, для выращивания устриц в садках, в виде жестких объемных каркасов-рам, установленных на дне [1].

В разработанном сооружении предложено одновременно, совместно использовать, в виде стенок в толще воды, известные придонные 11 (непрерывный коллектор-носитель) и пелагические, с горизонтальной плавучей хребтиной 7 (типа гибких П-образных ярусов), ГБТС для выращивания моллюсков, конструкции ЮгНИРО (рис. 1, 2). Для удержания их на месте предложено применить различные комбинированные грузовые комплексы, устанавливаемые на дне в виде замкнутых фигур (рис. 3).

Причем по углам располагают линиями тяжелые, монолитные грузы 1 прямоугольной формы, а грузовые линии создают из установленных рядом друг с другом, известных берегозащитных (четырёхугольных) бетонных «ежей» 13 (тетраэдров), а также в виде (вновь разработанных), ажурных, бетонных конструкций 2 (столов, собираемых из балок), устанавливаемых на дне в линию зигзагообразно (для штормоустойчивости). На грузы устанавливают снаружи на монолитные блоки 1, или внутрь столов 2 из балок, с помощью ножек-штырей 21, съёмные металлические рамы 3 с мидийными коллекторами 9 или устричными садками 10 (рис. 4, 5).

Монтируемые под водой грузы-рифы, кроме выполнения функции удерживающих грузов сооружений, являются самостоятельными морскими сооружениями для выращивания на них гид-

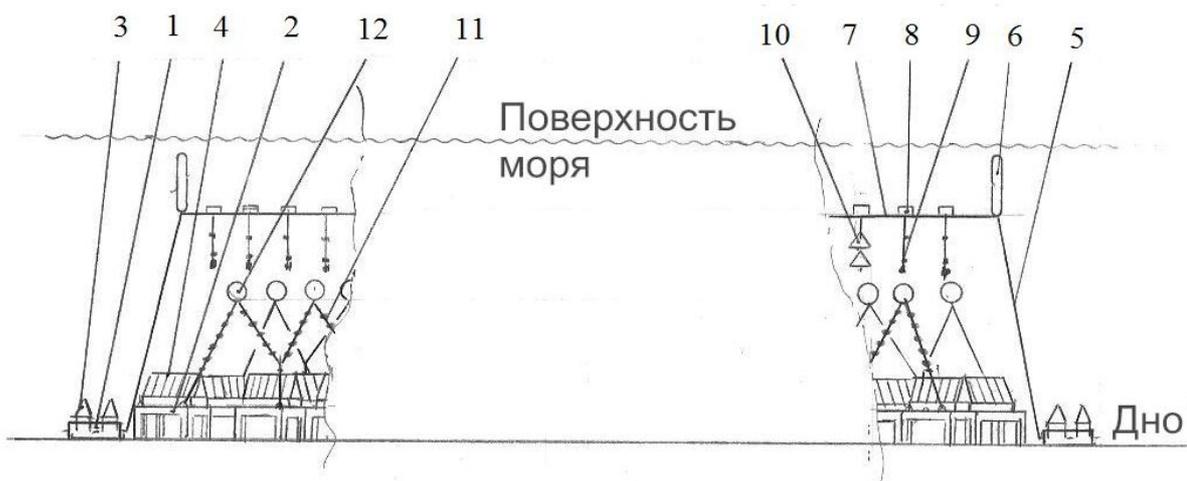


Рисунок 1 – Стенка морского сооружения (вид сбоку)

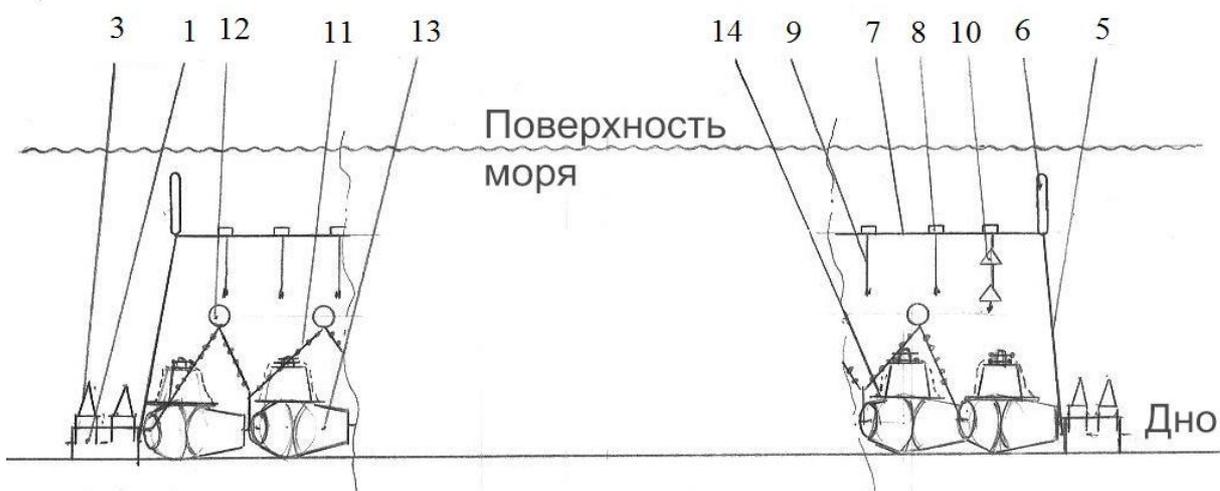


Рисунок 2 – Стенка морского сооружения берегозащитного назначения (вид сбоку)

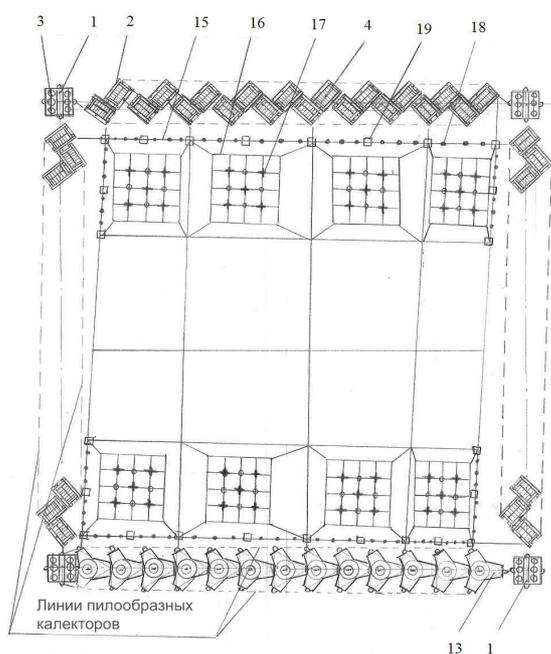


Рисунок 3 – Морское сооружение (вид сверху)

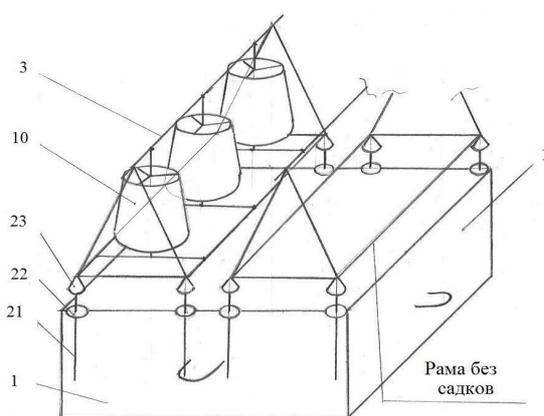


Рисунок 4 – Груз прямоугольный со съемными рамами

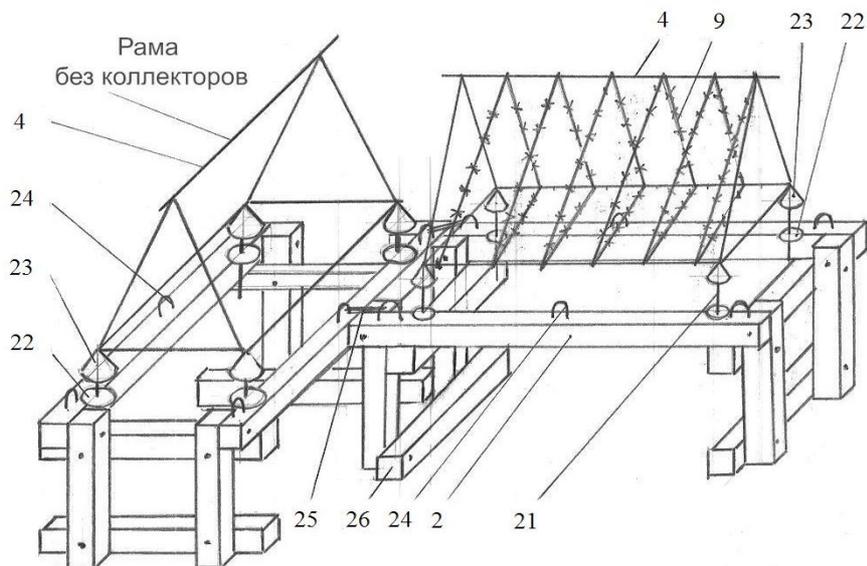


Рисунок 5 – Фрагмент грузовой линии из столов с рамами

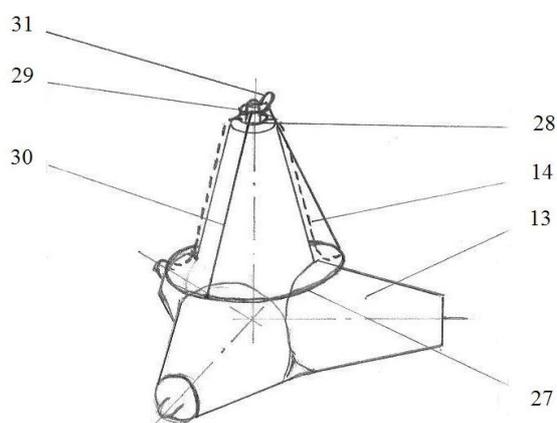


Рисунок 6 – Груз фигурный (берегозащитного назначения) со съёмной оболочкой

К угловым грузам прикрепляют с помощью наклонных оттяжек большие буи 6 (плавучестью 200 кгс), между которыми натягивают четыре плавучие несущие хребтины 7 с гибкими мидийными коллекторами 9 или садками 10, размещаемыми в приповерхностном слое (см. рис. 1, 2).

К линиям из зигзагообразно установленных столов и фигурных грузов, в два слоя (по указанным линиям) с помощью поводков крепят непрерывные коллекторы-носители 11 (см. рис. 3). По дну между канатами 15 размещают квадратные веревочные рамки 16 с сетными полотнами и элементами для нереста рыб 17, а также по периметру, с помощью веревок 18 с поплавками 20 размещают рассадку макроводорослей (см. рис. 3, 7). Для крепления к столам непрерывного коллектора-носителя используют имеющиеся на столах металлические рымы 24,

робионтов (в основном моллюсков), а также других биообрастателей, в т. ч. макроводорослей, которые также являются фильтраторами и санитарами моря. На рис. 6 изображен фигурный груз 13 с сетным 14, выворачивающимся при съеме субстратом (при подъеме на судно), закрепленным между кольцами 27 и 28 и вантами 30, вокруг выступающего фигурного клыка, берегозащитного монолитного

груза. На дне размещают нерестилища для рыб 17 и субстрат для макроводорослей 18 (рис. 7). Между субстратными стенками, размещенными в толще воды, в виде квадрата, можно дополнительно закреплять плавающие рыбоводные садки, удерживаемые на месте, оттяжками к угловым грузам (на рис. не показаны).

Грузовые линии устанавливают на дне в виде большого квадрата, причем сторону, воспринимающую самые большие волновые нагрузки собирают из монолитных фигурных грузов 13 (см. рис. 3). Фигурные грузы выставляют в море с плавучего крана. Три другие стороны собирают из линий, зигзагообразно смонтированных столов 2. По углам квадрата устанавливают (с плавкрана) тяжелые монолитные грузы прямоугольной формы 1.

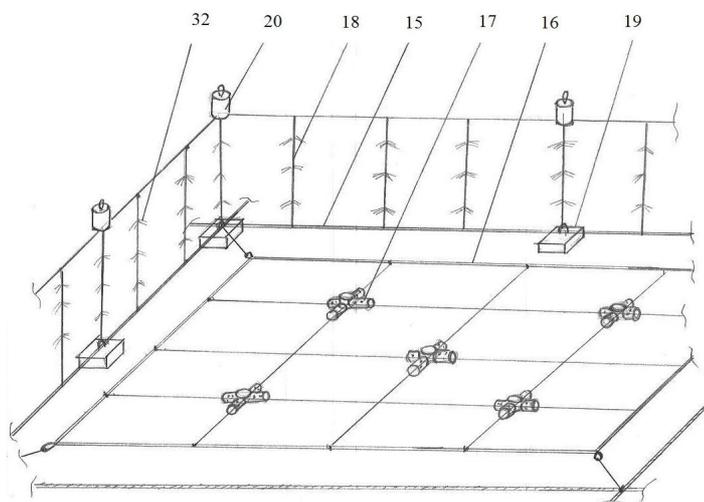


Рисунок 7 – Донный фрагмент нерестилища и субстратов для водорослей

а для крепления – к фигурным грузам – рымы на концах, горизонтально расположенных клыков и при этом применяют поводки с конусными уловителями рапаны. К угловым грузам, оттяжки крепят с помощью отрезков цепей (длиной не менее 2 м), коушей в огонах (петлях каната) и стандартных промысловых скоб.

Объемные рамы 3 выполняют из металлического прута диаметром не менее 20 мм (или труб диаметром, не менее 50 мм) в виде двускатной крыши с ножками 21 по углам (см. рис. 4, 5). Ножки 21 рамы 3 изготавливают, размещая их соответственно внешних габаритов прямоугольных массивов и углов свободных проемов балочных столов, с фиксирующими элементами 22 для установки рамы на высоте, обеспечивающей необходимый промежуток (не менее 150 мм) между столом и нижней горизонтальной продольной перемычкой рамы.

Смену субстрата на сооружении осуществляют следующим образом:

- снимают коллекторы с урожаем мидий с верхних подбор из толщи воды;
- из придонных слоев поднимают на поверхность непрерывный коллектор-носитель с мидиями;
- собирают урожай гидробионтов с грузов-рифов, используя (съемные) объемные рамы с садками или веревочными коллекторами (виде коллекторов на рамах используют веревочную косичку с распускаемыми петлями, тогда легко механизирован съём мидий с субстрата, или могут применяться известные коллекторы с ромбообразными пластинами, эффективность которых опытным путем подтверждена и налажено их производство [6];
- со дна поднимают, размещенные между грузовыми линиями, сетные полотна с элементами нерестилищ (например, известные нерестилища, разработанные в г. Бердянске и выполняемые из перфорированных пластиковых бутылок).

Подъем отдельных квадратных полотен сети, на которые разбито все сетное полотно между грузами осуществляют за четыре конца (в виде мешка), с целью его очистки от обрастателей, или смены элементов нерестилищ

В определенные сроки на донные сетные полотна сооружения (по разрешению органов рыбоохраны) устанавливают ловушки (имеется положительный опыт и чертежи конструкций) для облова и регулирования численности, концентрирующихся в большом количестве гидробионтов: брюхоногого моллюска – рапаны и придонных рыб (бычков, барабули) с получением, таким образом, дополнительной пищевой продукции.

Берегозащитные массивные линии, кроме активного гашения штормовых волн на глубине их обрушения, изменяют направления придонных течений, причем при этом генерируются определенные звуковые колебания, которые привлекают рыб. Отверстия и проходы создают зоны укрытия от хищников. Кроме того, массивные донные препятствия служат хорошими ориентирами при миграциях рыб.

Технологические регламенты обслуживания рифов могут быть следующие. Монтируют универсальные грузы-рифы на дне в море из отдельно собранных на берегу или на судне бетонных рам-столов. Для установки столов-рифов на дно моря, используют, наиболее доступные и дешевые, маломерные плавсредства. Столы собирают из бетонных шпал, изготавливаемых на заводе железобетонных изделий. Соединяют изделия с помощью болтовых соединений и отверстий в шпалах. Собранный стол с причала краном опускают на дно. В верхней части по четырем углам стола за имеющиеся металлические скобы привязывают канатом поплавки. Эти поплавки и канаты используют для крепления стола под днищем плавсредства, устанавливаемого у причала над столом. Подъем стола над грунтом и его фиксацию под днищем бота осуществляют с помощью веревок, домкрата, лебедки или крана. Стол в воде весит не более 300 кг и поднятый под днищем он на малой скорости, при хорошей погоде, транспортируется к месту установки на дно. В точке с определенными координатами стол без переворачивания опускают на дно (используют канаты и их одновременное стравливание в натяг, через неподвижные четыре барабана-диска, с навивкой на них, не менее 2 шлагов каната). Место установки отмечают указательным буйком, укрепленным за рым на углу стола, к которому будет приставляться следующий стол. Установку и крепление столов под водой осуществляют с помощью водолазов и веревочного или иного приспособления 25 (специальный талреп) (см. рис. 5). Соединяют столы 2 под водой, торец одного к боковине другого, используя рымы на шпалах. Стыковку производят зигзагообразно (см. рис. 3).

Стоимость линии из фигурных грузов (берегозащитного назначения) со стенкой пелагических и придонных коллекторов (см. рис. 3), в 3 - 4 раза превышает стоимость сооружения с «ажурными» грузами. Однако известно, что берегоукрепительные работы очень дорогостоящи, но жизненно необходимы. К тому же затраты оправданы из-за возникающих положительных экологи-

ческих эффектов и за счет их ожидается получать значительное увеличение биоразнообразия и количества гидробионтов в прибрежных акваториях.

Перед периодом оседания гидробионтов на субстрат, в верхние проемы столов с помощью водолазов вставляют объемные рамы с коллекторами. При определенном навыке и хорошем взаимодействии экипажа с водолазами (желательно одновременно двумя) операция вставления рам, даже при наличии течений не представляет особой сложности.

После некоторой экспозиции (достаточной по времени для выращивания моллюсков до крупных размеров) сооружений под водой, выполняют работы по замене субстрата с гидробионтами в толще воды и в придонных слоях. При использовании непрерывного коллектора он отсоединяется от грузов-риффов водолазом и последовательно поднимается с поплавками и моллюсками на палубу плавсредства. С ярусного сооружения, имеющего несущую горизонтальную хребтину, коллекторы с моллюсками поштучно отсоединяют под водой или на палубе судна (с подъемом хребтины на борт). Подъем объемных рам с гидробионтами осуществляют с помощью водолаза и судовой грузовой стрелы. После снятия коллекторов или садков с рамы, ее очищают, экипируют пустыми (чистыми) коллекторами или садками с молодью устриц и с помощью водолаза вновь вставляют в стол под водой. При этом судно удерживают двумя канатами, закрепленными в корме и на носу, за рымы грузов-риффов с учетом течения отжимающего плавсредство в сторону от грузов-риффов.

### Заключение

Морское многофункциональное рифовое гидробиотехническое сооружение совместно монтируют из известных ГБТС с новыми грузами-рифами. Сменяемый субстрат, простота монтажа, достаточная штормоустойчивость и приемлемые экономические показатели – основные достоинства предлагаемого к использованию морского рифа-сооружения. И главное, возможность смены субстрата обеспечивает долговременную биологическую (экологическую) и санитарную эффективность рифового сооружения.

При проведении начальных опытных работ с рифами и для выявления экологического эффекта предлагается рифами выгораживать замкнутый по периметру квадрат, например, на 1 га площади дна и проводить внутри его комплексные исследования воды, грунта и гидробионтов, а результаты сравнивать с анализами, взятыми с рядом расположенных акваторий (с четырех сторон) без рифов.

В результате совместных переговоров специалистов Украины (ЮгНИРО) и Болгарии (Технический университет, г. Варна), а также реализации предложений украинских специалистов был изготовлен и выставлен в море (в акватории зал. Вромос, у г. Черноморец) подобный опытный экологический риф и уже начаты его испытания. Имеются планы создания такого рифа у побережий Крыма и Кавказа.

Ожидается, что кроме научных исследований, риф можно использовать, как объект подводного экотуризма, а также место проведения любительского рыболовства.

### Литература

1. А.С. 895374 СССР, Кл. А01 К61/00. Устройство для выращивания моллюсков / Ю.В. Кузнецов, В.Г. Крючков. – Бюл. : Открытия. Изобретения. – 1982. – № 1.
2. Данилов В.М. Перспективы развития санитарной марикультуры в Черном море // Рыбное хозяйство. – 2010. – № 3. – С. 59 - 61.
3. Использование искусственных рифов в США в рыбохозяйственных целях : Справка. – М.: МРХ СССР, 1986. – 24 с.
4. Крючков В.Г. Гидробиотехнические сооружения для мидийных хозяйств Азово-Черноморского бассейна // Рыбное хозяйство : Серия : Марикультура : Обзорная информация ВНИЭРХ. – М., 1990. – 66 с.
5. Крючков В.Г., Елецкий Б.Д. Рифы и биомелиорация морской шельфовой зоны // Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона : материалы VI Международной конференции. г. Керчь, 6 октября 2010 г. – Керчь: ЮгНИРО, 2010. – С. 49 - 54.
6. Патент № 2023390. Коллектор-субстрат для сбора личинок и выращивания товарных мидий / В.Г. Крючков; Роспатент; заявка 1992; зарег. в Государственном реестре изобретений 30.11.94 г.

## РОСТ ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *ANADARA INAEQUIVALVIS* (BIVALVIA) В ЧЕРНОМ МОРЕ ПРИ САДКОВОМ ВЫРАЩИВАНИИ

А. В. Пиркова

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины (ИнБЮМ НАНУ)

*Изучали динамику линейного и весового роста анадары *Anadara inaequalvis* (Bruguière, 1789), выращиваемой течение трех лет в садках (бухта Карантинная), в зависимости от возраста и репродуктивного состояния. Описаны модели роста в длину, высоту и ширину раковины. Отмечена отрицательная корреляция между значениями отношений констант роста и значениями степенных коэффициентов в аллометрических уравнениях роста. Зависимости общего веса, веса раковины, мягких тканей и межстворчатой жидкости от линейных параметров анадары аппроксимируются уравнениями степенной функции. Среднее значение общего веса зависит от возраста и физиологического состояния моллюсков.*

Ключевые слова: анадара *Anadara inaequalvis*, линейный и весовой рост, модели роста, Черное море

### Введение

Анадара *Anadara inaequalvis* (Bruguière, 1789) – двустворчатый моллюск, вселенец в Черное [6, 7] и Азовское [12] моря. В настоящее время является важным компонентом экосистемы Азово-Черноморского бассейна [2, 8] и перспективным объектом для марикультуры, благодаря физиологическим особенностям [14, 16] и биохимическому составу мягких тканей [3].

Известны параметры роста поселений анадары на шельфе северо-восточной части Черного моря [15], северокавказского побережья [11], северо-западной части Черного моря [10, 13], и южной части Азовского моря [12]. Однако в литературе нет сведений о динамике линейного и весового роста анадары в зависимости от возраста и стадий репродуктивного цикла.

### Материал и методы

Моллюсков собрали в октябре 2004 г. в устричных садках, выставленных в августе того же года на мидийно-устричной ферме в бухте Карантинная. До 3-летнего возраста анадару доращивали в выростных садках на глубине 2 - 3 м. Длину, высоту и выпуклость (ширину) раковины измеряли при помощи штангенциркуля (до 0,01 мм); весовые характеристики: вес общий ( $W_{\text{общ.}}$ , г), суммарный вес раковины и мягких тканей, вес раковины ( $W_{\text{рак.}}$ , г) – на весах ВЛК-500 г - М с частотой 6 месяцев и 1 год, а также перед и после нереста моллюсков. Эмпирические данные линейного роста аппроксимировали по модели роста Бергаланфи – уравнению Форда-Уолфорда [4, 17]:

$$L_t = L_{\infty} \cdot (1 - e^{-kt}); \quad H_t = H_{\infty} \cdot (1 - e^{-kt}); \quad C_t = C_{\infty} \cdot (1 - e^{-kt}),$$

где  $L_t$ ,  $H_t$ ,  $C_t$ , мм – размер особи в возрасте  $t$ , годы;

$L_{\infty}$ ,  $H_{\infty}$ ,  $C_{\infty}$ , мм – теоретически максимальная длина, высота и ширина раковин анадары;

$k$  – константа роста, год<sup>-1</sup>;

$e$  – основание натурального логарифма (= 2,71828...).

Дополнительно вычисляли отношения констант роста:  $k_H/k_L$ ;  $k_C/k_H$ ;  $k_C/k_L$ .

Зависимость между линейными параметрами, линейными параметрами и общим весом моллюсков, весом раковин, весом мягких тканей и межстворчатой жидкости представлены степенными уравнениями:

$$H = a \cdot L^b; \quad C = a \cdot L^b; \quad C = a \cdot H^b; \quad W_{\text{общ.}} = a \cdot L^b; \quad W_{\text{общ.}} = a \cdot H^b; \quad W_{\text{общ.}} = a \cdot C^b; \quad W_{\text{рак.}} = a \cdot W_{\text{общ.}}^b;$$

$$W_{\text{м.тк.}} = a \cdot W_{\text{общ.}}^b; \quad W_{\text{м.жид.}} = a \cdot W_{\text{общ.}}^b,$$

где  $a$  – коэффициент пропорциональности;

$b$  – показатель степени;

$H$ ,  $L$  и  $C$  – длина, высота и выпуклость раковины, мм;

$W_{\text{общ.}}$  – общий сырой (живой) вес до вскрытия моллюска, г;

$W_{\text{рак.}}$ ;  $W_{\text{м.тк.}}$  и  $W_{\text{м.жид.}}$  – соответственно вес раковины, мягких тканей и межстворчатой жидкости, г.

Вес межстворчатой жидкости рассчитывали как разницу между общим весом и суммарным значением веса мягких тканей и раковины. Суммарное значение веса раковины и мягких тканей определяли взвешиванием после вскрытия моллюска и высушивания межстворчатой жидкости фильтровальной бумагой. Вес мягких тканей рассчитывали как разницу между суммарным весом мягких тканей и раковины и весом раковины.

Параметры степенных уравнений и коэффициенты детерминации  $R^2$  определяли по программе «Диаграмма» (Windows-2003); средние значения, доверительные интервалы и коэффициенты корреляции – по программе «Excel».

### Результаты и их обсуждение

В результате анализа размерно-частотных распределений, получены модальные размеры моллюсков в возрастных группах 1 - 3 года, значения которых были использованы для составления модели линейного роста. Отмечено, что модель работает при исследовании роста моллюсков только с годовыми интервалами [4]. Параметры данного уравнения находили графическим способом. Для построения графика на оси абсцисс откладывали средние значения длины раковин анадары в возрасте  $t$ , на оси ординат – в возрасте  $t+1$  (рис. 1; табл. 1).

Данные точки расположились на одной прямой. Место пересечения прямой с биссектрисой прямого угла определяет теоретически максимальный размер особи в поселении. На рис. 1 линия пересекает биссектрису на уровне 56,5 мм. Угол наклона ( $\alpha = 36,5^\circ$ ) позволяет оценить константу роста:

$$k = -\lg \cdot \operatorname{tg} \alpha / \lg e,$$

где  $\operatorname{tg} \alpha$  – тангенс угла наклона прямой, который равен 0,7403, тогда  $k = \lg 0,7403 / 0,43 = -0,304$ . Получаем зависимость:

$$L_t = 56,5 \cdot (1 - e^{-0,304 \cdot t}); (1 \leq t, \text{ год} \leq 3) \quad (1)$$

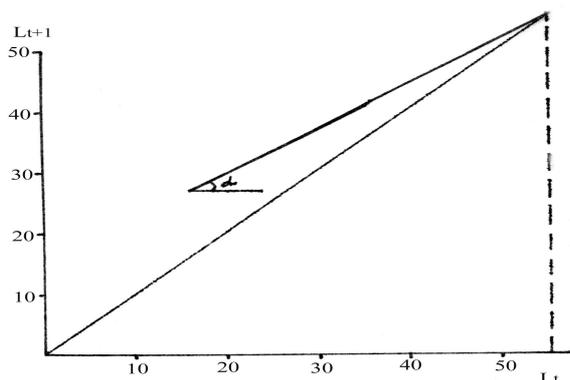


Рисунок 1 – Графическое определение параметров уравнения Бергаланфи

Различия между значениями средних размеров моллюсков, теоретически определенных по модели роста (1) и фактических, не выходят за пределы колебаний доверительных интервалов. Следовательно, полученная модель адекватно описывает линейный рост анадары при выращивании ее в течение 3 лет и позволяет определить средние значения длины раковины моллюсков для указанного возрастного интервала. Например, среднее значение длины раковины анадары в возрасте 1 год и 9 мес. возможно определить, подставляя в формулу (1) значения  $t = 1,75$ , тогда  $L = 23,3$  мм. Модель роста позволяет восстановить среднемесячный прирост моллюсков: в течение первого года он составил 1,33 мм/мес.; в возрасте от 2 до 3 лет – 0,67 мм/мес. Средние значения темпа роста анадары сопоставимы с таковыми для моллюсков из Азовского моря [12].

Соответствующие модели роста определены также для высоты ( $H_t$ , мм) и ширины ( $C_t$ , мм) раковины анадары:

$$H_t = 46,5 \cdot (1 - e^{-0,279 \cdot t}); (1 \leq t, \text{ год} \leq 3) \quad (2)$$

$$C_t = 42,5 \cdot (1 - e^{-0,242 \cdot t}); (1 \leq t, \text{ год} \leq 3) \quad (3)$$

В табл. 2 представлены параметры этих уравнений.

Между средними значениями линейных параметров и теоретическими значениями, определенными согласно уравнениям роста (1), (2) и (3), нет достоверной разницы.

Зависимость высоты ( $H$ , мм) от длины ( $L$ , мм) раковин анадары описывается уравнением степенной функции (рис. 2):

$$H = 0,6876 \cdot L^{1,0505}; R^2 = 0,9848; (6,7 \leq L_{\text{мм}} \leq 46,0); (n = 211 \text{ экз.}) \quad (4)$$

Связь ширины ( $C$ , мм) и длины ( $L$ , мм) раковин анадары представлена уравнением (5) (рис. 3):

$$C = 0,232 \cdot L^{1,3361}; R^2 = 0,9774; (6,7 \leq L_{\text{мм}} \leq 46,0) \quad (5)$$

Таблица 1 – Параметры уравнения роста анадары и теоретически ожидаемые модальные размеры моллюсков возраста от 1 до 3 лет

t, годы	kt	$e^{-kt}$	$1 - e^{-kt}$	L, мм (теоретич. ожид.)	$L \pm i$ , мм (фактич.)
1	0,304	0,738	0,262	14,4	$15,5 \pm 1,1$
1,5	0,456	0,634	0,366	20,7	$21,8 \pm 1,2$
2	0,608	0,544	0,456	25,8	$27,0 \pm 1,2$
2,5	0,760	0,468	0,532	29,5	-
3	0,912	0,402	0,598	33,8	$35,0 \pm 1,3$

Примечание:  $\pm i$  – доверительный интервал, мм.

Таблица 2 – Параметры уравнений роста в высоту (2) и ширину (3) раковин анадары и значения модальных размеров теоретически определенных и фактических

t, год	kt		$1 - e^{-kt}$		H, мм		C, мм	
	(2)	(3)	(2)	(3)	теор.	фактические	теор.	фактические
1,0	0,279	0,242	0,243	0,215	11,2	$12,0 \pm 1,0$	9,1	$10,4 \pm 1,4$
1,5	0,419	0,363	0,342	0,304	15,7	$17,4 \pm 1,7$	12,9	$13,9 \pm 1,1$
2,0	0,558	0,484	0,428	0,384	19,7	$19,8 \pm 0,5$	16,3	$17,1 \pm 0,9$
2,5	0,698	0,605	0,502	0,453	23,1	-	19,3	-
3,0	0,837	0,726	0,567	0,516	26,1	$26,1 \pm 1,1$	21,9	$21,5 \pm 0,8$

Примечание:  $\pm i$  – доверительный интервал, мм.

Зависимость ширины (C, мм) от высоты (H, мм) представлена уравнением аллометрии (6) (рис. 4):

$$C = 0,4266 \cdot H^{1,2183}; R^2 = 0,9749; (6,7 \leq L_{\text{мм}} \leq 46,0) \quad (6)$$

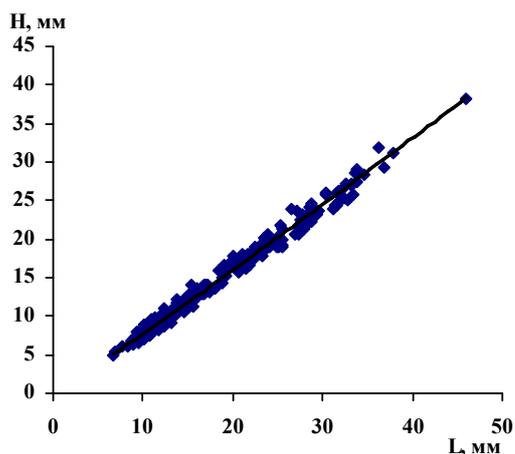


Рисунок 2 – Связь высоты и длины раковин анадары (возраст 0,5 - 3 года)

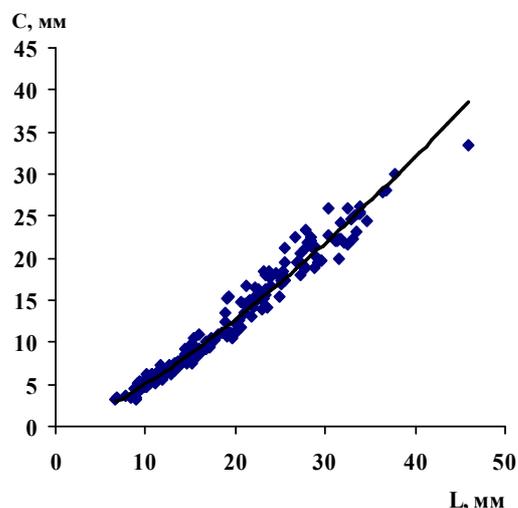


Рисунок 3 – Зависимость ширины от длины раковин анадары (возраст от 0,5 до 3 лет)

Коэффициент  $b$  уравнения аллометрии характеризуется соотношением скоростей роста соответствующих линейных показателей [1]. По величинам параметра  $b$  можно судить о степени отклонения соотносительного роста от изометрии. При  $b = 1$  – рост изометричен (значение индекса не меняется с возрастом); при  $b < 1$  наблюдается отрицательная аллометрия; при  $b > 1$  имеет место положительная аллометрия (значение индекса увеличивается) [9].

Установлена связь между значениями степенных коэффициентов  $b$  уравнений аллометрии (4), (5) и (6) и отношениями констант роста. Отношения констант роста высоты и длины ( $k_H/k_L$ ), ширины и длины ( $k_C/k_L$ ), ширины и высоты ( $k_C/k_H$ ) – описывают соотношение скоростей роста раковины в этих направлениях. Значение отношения констант высоты и длины ( $k_H/k_L = 0,918$ ) близко к единице, т. е. рост раковины в направлениях высоты и длины изометричен. На изометрию роста раковины в этих направлениях указывает также значение степенного коэффициента:  $b = 1,0505$  (уравнение (4)). Отношения констант роста выпуклости (ширины) и длины ( $k_C/k_L = 0,796$ ), ширины и высоты раковины ( $k_C/k_H = 0,867$ ) меньше единицы, что свидетельствует об анизометричности роста. Степенные коэффициенты  $b$  в уравнениях (5) и (6) соответственно равны 1,3361 и 1,2183. Между значениями отношений констант роста и значениями степенных коэффициентов установлена отрицательная корреляция ( $r = -0,98103$ ). На связь параметров уравнения линейного роста и параметров аллометрии было указано ранее для двустворчатых моллюсков перловиц [9].

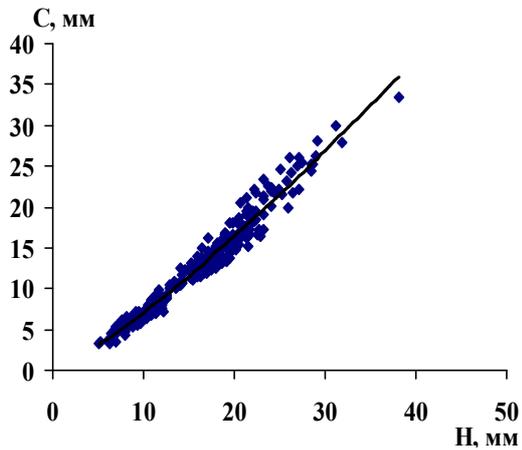


Рисунок 4 – Зависимость ширины от высоты раковин анадары (возраст 0,5 - 3 года)

Зависимость общего веса ( $W_{\text{общ.}}$ , г) анадары от линейных параметров раковины ( $L$ ,  $H$ ,  $C$ , мм) для моллюсков возраста от 3 месяцев до 3 лет выражается уравнением степенной функции:  $W_{\text{общ.}} = a \cdot X^b$ . Подставляя в уравнение конкретные значения длины, высоты или ширины раковины, можно определить ожидаемый общий вес моллюска (табл. 3).

Приведенные уравнения позволяют определить средние и крайние значения общего веса, но не вес конкретной особи, т. к. коэффициенты  $a$  и  $b$  в каждом уравнении рассчитаны с определенной степенью вероятности. На уровень точности указывает значение коэффициента детерминации  $R^2$ . Зависимость между  $W_{\text{общ.}}$  и линейными параметрами считается сильной, если  $R^2 > 0,75$ . В приведенной таблице коэффициенты  $R^2 > 0,9$ .

Величины коэффициентов  $a$  и  $b$  зависят от возрастного состава выборки и физиологического состояния моллюсков. Колебания веса мягких тканей анадары, следовательно, и общего веса, в значительной степени определяются изменением массы гонад в течение репродуктивного цикла. Как показано на примере одно- и двухлетних моллюсков, в июне, перед нерестом, общий вес был максимальным; в сентябре, после нереста, – минимальным (табл. 3). Для анадары с длиной раковины 20 мм, согласно приведенным уравнениям регрессии, разница между средним значением общего веса до и после нереста – 0,82 г, т. е. потери общего веса за нерестовый период составили 27 %.

Известно, что массовый нерест анадары начинался при температуре воды выше 20 °С [11]. В 2005 и 2006 гг. нерест анадары был отмечен в середине июля, а в 2007 г. – в конце июня. Вариаци-

Таблица 3 – Зависимость общего веса ( $W_{\text{общ.}}$ , г) анадары разного возраста от линейных параметров раковины

Возраст, месяцы, годы; Стадии зрелости гонад	n, экз.	Уравнения зависимости общего веса ( $W_{\text{общ.}}$ , г) от линейных параметров:		
		длины ( $L$ , мм)	высоты ( $H$ , мм)	ширины ( $C$ , мм)
3 мес.	28	$W = 8 \cdot 10^{-4} \cdot L^{3,1955}$ $4,1 \leq L \leq 10,1$ $R^2 = 0,9388$	$W = 6,6 \cdot 10^{-3} \cdot H^{2,475}$ $2,6 \leq H \leq 7,7$ $R^2 = 0,9037$	$W = 3 \cdot 10^{-3} \cdot C^{4,0514}$ $2,2 \leq C \leq 4,6$ $R^2 = 0,917$
6 мес.	79	$W = 2 \cdot 10^{-4} \cdot L^{3,0809}$ $6,7 \leq L \leq 15,2$ $R^2 = 0,9298$	$W = 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot H^{2,6356}$ $5,0 \leq H \leq 12,5$ $R^2 = 0,9102$	$W = 6,2 \cdot 10^{-3} \cdot C^{2,2323}$ $3,3 \leq C \leq 9,8$ $R^2 = 0,9347$
1 год; преднерестовая стадия	339	$W = 9 \cdot 10^{-5} \cdot L^{3,4658}$ $8,5 \leq L \leq 21,0$ $R^2 = 0,9902$	$W = 4 \cdot 10^{-4} \cdot H^{3,3141}$ $6,5 \leq H \leq 18,6$ $R^2 = 0,9811$	$W = 3,2 \cdot 10^{-3} \cdot C^{2,5865}$ $4,6 \leq C \leq 15,0$ $R^2 = 0,9492$
1 год; стадия посленер. перестр.	335	$W = 2 \cdot 10^{-5} \cdot L^{3,8623}$ $12,7 \leq L \leq 26,0$ $R^2 = 0,9733$	$W = 7 \cdot 10^{-3} \cdot H^{3,7056}$ $10,0 \leq H \leq 21,7$ $R^2 = 0,9509$	$W = 1,4 \cdot 10^{-3} \cdot C^{2,9696}$ $6,5 \leq C \leq 17,3$ $R^2 = 0,9898$
1,5 года	229	$W = 2 \cdot 10^{-5} \cdot L^{3,8439}$ $12,2 \leq L \leq 27,1$ $R^2 = 0,9832$	$W = 1 \cdot 10^{-4} \cdot H^{3,4752}$ $9,3 \leq H \leq 22,5$ $R^2 = 0,9739$	$W = 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot C^{2,6582}$ $5,6 \leq C \leq 19,5$ $R^2 = 0,9854$
2 года; преднерестовая стадия	551	$W = 7 \cdot 10^{-4} \cdot L^{2,8126}$ $17,5 \leq L \leq 28,6$ $R^2 = 0,9201$	$W = 1,7 \cdot 10^{-3} \cdot H^{2,6713}$ $14,0 \leq H \leq 23,2$ $R^2 = 0,8948$	$W = 3 \cdot 10^{-3} \cdot C^{2,6193}$ $12,4 \leq C \leq 21,7$ $R^2 = 0,9212$
2 года; стадия посленер. перестр.	228	$W = 6 \cdot 10^{-5} \cdot L^{3,5333}$ $17,3 \leq L \leq 26,8$ $R^2 = 0,9639$	$W = 1,4 \cdot 10^{-3} \cdot H^{2,7337}$ $12,8 \leq H \leq 22,8$ $R^2 = 0,9066$	$W = 3,4 \cdot 10^{-3} \cdot C^{2,6353}$ $10,4 \leq C \leq 18,5$ $R^2 = 0,857$
3 года	333	$W = 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot L^{2,666}$ $26,1 \leq L \leq 46,0$ $R^2 = 0,8082$	$W = 6,3 \cdot 10^{-3} \cdot H^{2,3204}$ $23,8 \leq H \leq 38,1$ $R^2 = 0,7299$	$W = 8,3 \cdot 10^{-3} \cdot C^{2,3036}$ $19,0 \leq C \leq 33,4$ $R^2 = 0,7017$

Примечание:  $R^2$  – коэффициент детерминации.

большую часть значений общего веса трехлетних моллюсков, объясняется разным репродуктивным состоянием особей, что отразилось на величине коэффициента детерминации  $R^2$  (табл. 3).

Подставляя в эмпирические уравнения значения длины раковины, находим ожидаемые средние значения общего веса, веса раковины, мягких тканей и межстворчатой жидкости (табл. 3 и табл. 4).

Таблица 4 – Зависимость веса раковины, мягких тканей и межстворчатой жидкости анадары от линейных параметров

Возраст, годы	п, экз.	Уравнения зависимости веса от линейных параметров:		
		длины раковины, L, мм	высоты раковины, H, мм	ширины раковины, C, мм
Вес раковины, $W_{\text{рак.}}$ , г				
1 - 2	72	$W = 2 \cdot 10^{-4} \cdot L^{2,9519}$ $15,9 \leq L \leq 29,5$ $R^2 = 0,9217$	$W = 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot H^{2,6441}$ $13,2 \leq H \leq 23,7$ $R^2 = 0,8515$	$W = 7 \cdot 10^{-4} \cdot C^{2,9218}$ $10,9 \leq C \leq 19,8$ $R^2 = 0,9569$
Вес мягких тканей, $W_{\text{м. тк.}}$ , г				
1	23	$W = 2 \cdot 10^{-4} \cdot L^{2,5617}$ $16,6 \leq L \leq 27,2$ $R^2 = 0,8695$	$W = 8 \cdot 10^{-4} \cdot H^{2,1371}$ $13,3 \leq H \leq 23,6$ $R^2 = 0,8386$	$W = 2,9 \cdot 10^{-3} \cdot C^{1,9163}$ $9,3 \leq C \leq 17,9$ $R^2 = 0,8378$
1,5	20	$W = 4 \cdot 10^{-5} \cdot L^{3,2319}$ $15,9 \leq L \leq 29,5$ $R^2 = 0,8793$	$W = 7 \cdot 10^{-5} \cdot H^{3,2623}$ $15,2 \leq H \leq 23,7$ $R^2 = 0,8869$	$W = 2 \cdot 10^{-4} \cdot C^{3,0338}$ $10,5 \leq C \leq 19,8$ $R^2 = 0,8622$
2	29	$W = 7 \cdot 10^{-5} \cdot L^{2,9367}$ $19,2 \leq L \leq 30,4$ $R^2 = 0,8457$	$W = 3 \cdot 10^{-4} \cdot L^{2,6749}$ $15,6 \leq L \leq 25,7$ $R^2 = 0,7516$	$W = 5 \cdot 10^{-4} \cdot C^{2,5896}$ $14,8 \leq C \leq 22,8$ $R^2 = 0,7126$
Вес межстворчатой жидкости, $W_{\text{м. жид.}}$ , г				
1	23	$W = 2 \cdot 10^{-6} \cdot L^{4,2094}$ $16,6 \leq L \leq 27,2$ $R^2 = 0,8122$	$W = 7 \cdot 10^{-5} \cdot H^{3,2663}$ $13,3 \leq H \leq 23,6$ $R^2 = 0,6764$	$W = 2 \cdot 10^{-4} \cdot C^{3,2769}$ $9,3 \leq C \leq 17,9$ $R^2 = 0,8475$
1,5	20	$W = 1 \cdot 10^{-4} \cdot L^{2,8361}$ $15,9 \leq L \leq 29,5$ $R^2 = 0,8618$	$W = 3 \cdot 10^{-4} \cdot H^{2,7439}$ $15,2 \leq H \leq 23,7$ $R^2 = 0,7985$	$W = 8 \cdot 10^{-4} \cdot C^{2,5879}$ $10,5 \leq C \leq 19,8$ $R^2 = 0,7684$
2	29	$W = 9 \cdot 10^{-4} \cdot L^{2,3497}$ $19,2 \leq L \leq 30,4$ $R^2 = 0,8236$	$W = 1,7 \cdot 10^{-3} \cdot L^{2,3303}$ $15,6 \leq L \leq 25,7$ $R^2 = 0,8259$	$W = 3 \cdot 10^{-3} \cdot C^{2,2009}$ $14,8 \leq C \leq 22,8$ $R^2 = 0,7454$

Доля веса раковины от общего веса составила 51 и 53 %, мягких тканей – 11 и 17 %, межстворчатой жидкости – 38 и 30 % соответственно для моллюсков возраста 1 и 2 года. Увеличение доли веса раковины и мягких тканей с возрастом моллюсков объясняется утолщением раковины и соматическим ростом мягких тканей.

Параметры уравнений зависимости веса раковины от общего веса моллюсков определяются возрастным составом выборки. Для годовиков данная связь характеризуется слабо отрицательной аллометрией роста раковины:

$$W_{\text{рак.}} = 0,5705 \cdot W_{\text{общ.}}^{0,9435}; R^2 = 0,9717; (1,21 \leq W_{\text{общ.}}, \text{ г} \leq 6,95) \quad (7)$$

Для 2 летних моллюсков - приближается к изометрии: коэффициент  $b$  близок к 1,0:

$$W_{\text{рак.}} = 0,5293 \cdot W_{\text{общ.}}^{0,999}; R^2 = 0,9198; (3,24 \leq W_{\text{общ.}}, \text{ г} \leq 10,23). \quad (8)$$

Степенной коэффициент уравнения зависимости веса раковины от общего веса моллюсков, определенный для объединенной выборки (возраст 1 - 2 года), составил 0,9631:

$$W_{\text{рак.}} = 0,5624 \cdot W_{\text{общ.}}^{0,9631}; R^2 = 0,9823; (1,21 \leq W_{\text{общ.}}, \text{ г} \leq 10,23). \quad (9)$$

Приведенные уравнения адекватно описывают зависимости:  $W_{\text{рак.}}$  от  $W_{\text{общ.}}$

Для других видов двустворчатых моллюсков ранее была установлена зависимость результатов расчета параметров регрессии от особенностей местообитания, величины и характера выборки и деталей методики измерения [5].

### Заключение

Темп линейного роста анадары *A. inaequalvis*, выращиваемой в садках, зависит от возраста: максимальный прирост отмечен в первый год; к трехлетнему возрасту среднемесячный прирост снизился в два раза. Модели роста моллюсков в длину, высоту и ширину раковины адекватно

описывают их фактический рост. Отмечена отрицательная корреляция между значениями отношений констант роста и значениями степенных коэффициентов. Зависимость общего веса, веса раковины, веса мягких тканей и веса межстворчатой жидкости анадары от линейных параметров раковины аппроксимируются уравнениями степенной функции. Среднее значение общего веса зависит от возраста и физиологического состояния моллюсков. У анадары с длиной раковины 20 мм за нерестовый период общий вес снизился на 27 %. Доля веса раковины от общего веса составила 51 и 53 %, мягких тканей – 11 и 17 %, межстворчатой жидкости – 38 и 30 % соответственно для 1 и 2-летних моллюсков. Связь веса раковины и общего живого веса описывается степенными уравнениями, где значения коэффициента  $b$  определяются возрастным составом выборки.

### Благодарность

Автор выражает благодарность М. А. Попову за помощь в отборе проб.

### Литература

1. Алимов А. Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. – Л.: Наука, 1981. – 248 с.
2. Анистратенко В.В., Халиман И.А. Двустворчатый моллюск *Anadara inaequalis* (Bivalvia, Arcidae) в северной части Азовского моря: завершение колонизации Азово-Черноморского бассейна // Вестник зоологии. – 2006. – Т. 40, № 6. – С. 505 - 511.
3. Бородина А.В., Нехорошев М.В., Солдатов А.А. Каротиноидный состав тканей двустворчатого моллюска *Anadara inaequalis* - вселенца в Черное море // Экология моря. – 2008. – Вып. 76. – С. 34 - 39.
4. Заика В.Е., Макарова Н.Б. Биологический смысл параметров уравнения роста Бергаланфи // Докл. АН СССР. – 1971. – Вып. 199, №1. – С. 242 - 244.
5. Заика В.Е. Аллометрия раковины двустворчатых моллюсков // Морской экологический журнал. – 2004. – Т. III, № 1. – С. 47 - 50.
6. Золотарев В.Н., Золотарев П.Н. Двустворчатый моллюск *Cunearca cornea* – новый элемент фауны Черного моря // Докл. АН СССР. – 1987. – Т. 297, № 2. – С. 501 - 503.
7. Киселева М.И. Сравнительная характеристика донных сообществ у побережья Кавказа // Многолетние изменения зообентоса Черного моря / Отв. ред. В.Е. Заика. – К.: Наукова думка, 1992. – С. 84 - 99.
8. Ревков Н.К., Болтачева Н.А., Николаенко Т.В. и др. Биоразнообразие зообентоса рыхлых грунтов Крымского побережья Черного моря // Океанология. – 2002. – Т. 42, № 4. – С. 561 - 571.
9. Рижинашвили А.Л. Предварительные материалы к проблеме встречаемости и таксономическому разнообразию двустворчатых моллюсков семейства Unionidae из некоторых водоемов Европейской части России // Научные записки Тернопольского национального педагогического университета им. В. Гнатюка : серия : биология. – 2005. – Т. 3, № 26. – С. 372 - 374.
10. Финогенова Н.Л., Данилова М.М. Пищевой спектр и масс- размерные соотношения двустворчатого моллюска *Anadara inaequalis* в Черном море // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь, 2009. – Вып. 20. – С. 279 - 284.
11. Чикина М.В., Колочкина Г.А., Кучерук Н.В. Аспекты биологии размножения *Scapharca inaequalis* (Bruguière) (Bivalvia, Arcidae) в Черном море // Экология моря. – 2003. – Вып. 64. – С. 72 - 77.
12. Чихачев А.С., Фроленко Л.Н., Реков Ю.И. Новый вселенец в Азовское море // Рыбное хозяйство. – 1994. – № 3. – С. 40.
13. Шурова Н.М., Золотарев В.Н. Структура популяций морских двустворчатых моллюсков в районе дельты Дуная // Экологическая безопасность прибрежных и шельфовых зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь, 2007. – Вып. 15. – С. 556 - 566.
14. Furuta H., One M., Kajita A. Structure of Hemoglobins from Erythrocytes of the Blood Clam, *Anadara* // J. Biochem. – 1977. – Vol. 82, № 6. – Pp. 1723 - 1730.
15. Sahin C.A. Study on the Population Structure and Gonadal Development of *Anadara cornea* (Reev., 1844) in the Eastern Black Sea // Ph.D. Thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Karadeniz Technical University – 1999. – Trabzon (Turkish), 1999. – P. 102.
16. Zenetos A., Gofas S., Russo G. et al. Ciesm Atlas of exotic species in the Mediterranean. – CIESM. Monaco, 2003. – 376 p.
17. Walford L.A. A new graphic method of describing growth of animals // Biol. Bull. – 1946. – Vol. 90, No 2. – Pp. 106 - 109.

## ГОДОВОЙ ЦИКЛ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ НА МИДИЙНО-УСТРИЧНОЙ ФЕРМЕ В РАЙОНЕ КАЦИВЕЛИ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

**О. А. Трощенко**

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины (ИнБЮМ НАНУ)

*В работе рассматривается распределение температуры в течение годового цикла наблюдений (март 2010 - март 2011 гг.) на мидийно-устричной ферме в районе п. Кацивели. Показывается важность действия температурного режима на жизнедеятельность выращиваемых гидробионтов. Отмечается, что 2010 г. был аномально теплым по сравнению со среднемноголетними данными. Эта аномалия проявилась во всей толще воды на ферме, хотя между поверхностными и придонными горизонтами есть определенные отличия. Предполагается, что максимальные значения положительной термической аномалии в летний сезон связаны с отсутствием в 2010 г. хорошо выраженных сгонных явлений.*

Ключевые слова: Черное море, мидийно-устричная ферма, температурный режим, верхний квази-однородный слой, сезонный термоклин, моллюски

Температурный режим на морских фермах по выращиванию двустворчатых моллюсков в Черном море, в первую очередь, мидий и устриц, во многом определяет жизненные циклы выращиваемых гидробионтов [1, 3]. Это время и длительность этапов размножения; скорость и плотность оседания личинок на коллекторах; этапы быстрого и замедленного роста моллюсков; в некоторых случаях темпы и объемы элиминации [5]. Поэтому изучение изменчивости температурных показателей в районах расположения морских ферм важно как с научной, так и с практической точек зрения.

Мидийно-устричная ферма, принадлежащая ООО «Яхонт ЛТД», расположена в районе Южного берега Крыма (ЮБК) на акватории 5 га на траверзе мыса Кикинейз, (акватория Голубого залива). Глубины в данном районе колеблются от 10 до 25 м (средняя 15 м). С марта 2010 г. на акватории фермы начались комплексные ежемесячные наблюдения сотрудниками ИнБЮМ НАНУ. Они включали в себя гидролого-гидрохимические показатели, структуру и динамику мезо- и фитопланктона, спектр питания моллюсков и их размерно-весовые характеристики. В данной работе рассматривается термический режим фермы за первый год наблюдений. Результаты по другим направлениям исследований представлены в других докладах конференции.

### Обсуждение результатов

Гидрофизические параметры от поверхности до дна определялись с помощью «СТД-зонда Катран-04». Съёмка проводилась на трех разрезах по нормали к берегу. Для анализа взята станция, находящаяся в центре мидийно-устричной фермы. Ее координаты: 44,391765° с.ш. и 33,976593° в.д. Полученные данные представлены в таблице.

В таблице также приведены среднемесячные значения температуры, полученные за 30 лет наблюдений с гидрологической платформы, которая находится в 200 м от фермы [2], разность между среднемноголетней и измеренной температурой, а также среднемесячные значения солености для района большой Ялты, взятые из [4].

Из таблицы и рис. 1 видно, что температура имеет четкий «классический» годовой ход с максимальными значениями в августе и минимальными в феврале. Это характерно как для среднемноголетних данных, так и измеренных величин в 2010 - 2011 гг. Хотя из опыта работ в прибрежных районах Крыма можно сказать, что в отдельные годы эти пики сдвигаются на 1 месяц.

Проведенный цикл измерений показал, что в 11 из 13 месяцев наблюдений температура была аномально высокой. Максимальное отклонение (рис. 2) наблюдалось в июне (5,8 °С) и в июле (4,2 °С). В остальные месяцы превышение температуры к средним значениям было около 2 °С. Такие значительные аномалии в летний сезон, на наш взгляд, это объясняются отсутствием в этот период сгонных явлений. Обычно летом их бывает 3 - 5 разной продолжительности и мощности [3]. В октябре и феврале наблюдалась обратная аномалия, когда температура была ниже среднемноголетних значений. Но эти отклонения были незначительны (-0,4 °С в октябре и -1 °С

## Термохалинные показатели в районе мидийно-устричной фермы

Месяц	Н, м	T <sub>ср.</sub> , °C	T <sub>измер.</sub> , °C	T <sub>ср.</sub> -T <sub>измер.</sub>	S <sub>ср.</sub> , ‰	S <sub>измер.</sub> , ‰
Март 2010	0	7,9	9,78	1,9	18,06	17,79
	5	7,9	9,78	1,9		17,79
	10	7,9	9,78	1,9		17,79
	15	7,9	9,76	1,9		17,79
Апрель	0	9,4	12,59	3,2	17,89	17,60
	5	9,3	12,25	3,0		17,59
	10	9,2	9,78	0,6		17,60
	15	9,1	9,76	0,7		17,58
Май	0	13,5	16,47	3,0	17,82	17,73
	5	13,1	15,91	2,7		17,71
	10	12,5	10,27	-2,2		17,93
	15	11,8	9,67	-2,1		18,03
Июнь	0	17,6	23,43	5,8	17,85	17,22
	5	16,7	22,34	5,6		17,23
	10	14,7	14,52	-0,2		17,53
	15	12,8	11,85	-1,0		17,73
Июль	0	22,3	26,51	4,2	17,88	17,19
	5	21,4	26,13	4,7		17,20
	10	20,1	26,11	6,0		17,21
	15	17,7	26,00	8,3		17,23
Август	0	24,3	26,67	2,4	17,92	17,65
	5	24,0	26,57	2,6		17,67
	10	23,6	26,36	2,8		17,73
	15	22,4	26,30	3,9		17,73
Сентябрь	0	20,8	22,55	1,4	17,99	17,37
	5	20,6	22,54	1,9		17,37
	10	20,1	22,53	2,4		17,39
	15	19,3	22,53	3,2		17,40
Октябрь	0	17,7	17,29	-0,4	18,08	17,58
	5	17,6	17,29	-0,3		
	10	17,4	17,29	-0,1		
	15	17,2	17,17	0		
Ноябрь	0	13,7	15,54	1,8	18,12	17,60
Декабрь	0	10,6	12,1	1,5	18,10	17,70
Январь 2011	0	8,5	11,0	2,5	18,11	17,70
Февраль	0	7,8	6,8	-1,0	18,13	18,06
Март	0	7,9	8,8	0,9	18,06	17,78

в феврале). Пространственное распределение температуры в пределах фермы было весьма однородным. На различных участках данной акватории колебания температуры не превышали 0,2 - 0,3 °C, за исключением мая, когда разница составила 0,6 °C. Все вышеперечисленные параметры характерны для поверхностного слоя.

Вертикальная термическая структура характеризовалась верхним квазиоднородным слоем (ВКС), который отмечался в каждом месяце, а также сезонным термоклином (СТ), формирование которого началось уже в апреле. Первоначально СТ был слабо выражен и занимал слой между 5 и 10 м при среднем градиенте 0,49 °C/м. Начиная с мая, в районе фермы СТ отмечался во всей толще воды, но его «ядро» также находилось в слое 5 - 10 м. Вертикальный градиент температуры составлял от 1,13 °C/м в мае до 1,56 °C/м в июне. В последующие месяцы произошел интенсивный прогрев воды, что привело к заглоблению ВКС до глубин 15 - 20 м. В сентябре - октябре начинается выхолаживание поверхностных вод и развитие вертикального конвективного перемешивания. Поэтому вся изучаемая толща вод (до 30 м) становится однородной вплоть до весеннего прогрева. Если учесть, что коллектора с мидиями и садки с устрицами занимают, в основном, слой от 0 до 10 м, следует, что по термическим условиям выращиваемые моллюски находятся в разных условиях только с апреля по июнь. При этом разность между поверхностным и нижним горизонтом фермы в апреле относительно невелика (2,8 °C), в мае – заметно больше (6,2 °C), а в июне составляет почти 9 °C. Соответственно, в эти три месяца условия жизнедеятельности моллюсков на разных горизонтах фермы будут существенно отличаться.

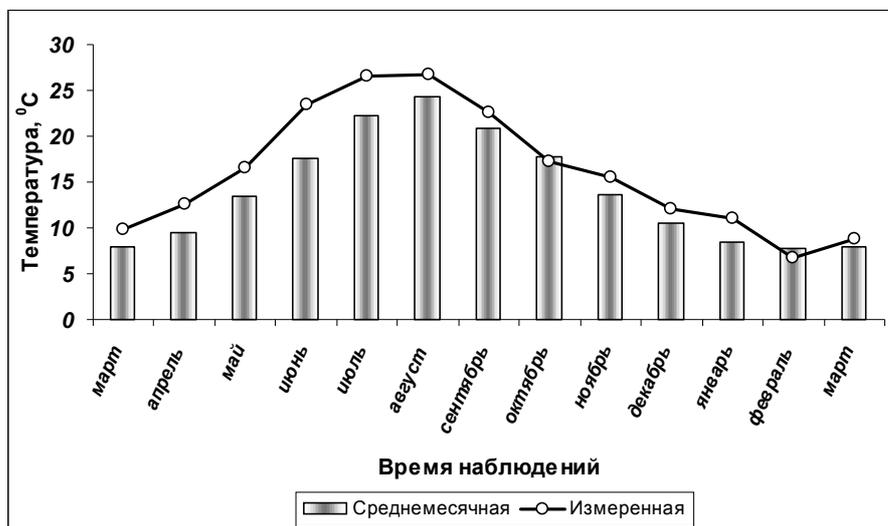


Рисунок 1 – Динамика температуры на мидийно-устричной ферме с марта 2010 по март 2011 гг.



Рисунок 2 – Разность между измеренной и среднемесячной температурой

Температура воды в придонном слое также заметно отличалась от среднемесячных значений, установленных ранее. Максимальное превышение отмечено в июле (более 8 °C). Такая большая разность явилась следствием того, что в июле всю толщу вод на ферме занял ВКС, а СТ, который в этот период обычно начинается с глубин 9 - 11 м отсутствовал. Однако, в мае и июне температура у дна была ниже среднемесячных значений на 2 °C и 1 °C, соответственно. Это объясняется подъемом ядра термоклина в подповерхностный слой.

Соленость в районе фермы не является столь информативной характеристикой как температура. С одной стороны, она является оптимальной для развития марикультуры двустворчатых моллюсков в Черном море

[3], с другой, сезонный диапазон ее колебаний невелик и составляет менее 1 ‰ (таблица). Отметим только, что в акватории исследуемой морской фермы соленость была ниже межгодовых среднемесячных показателей от 0,07 ‰ (февраль) до 0,69 ‰ (июль). Диапазон изменения солености в разных частях морской фермы не превышал 0,1 ‰. Пониженные значения солености также связаны с отсутствием сгонных явлений и соответствующего притока более соленых глубинных вод.

Интересно рассмотреть связь между термохалинными и некоторыми другими характеристиками. Поскольку годовой цикл наблюдений ограничивает возможности статистического анализа, мы назовем только явно выраженные зависимости как предварительный результат.

Обращает на себя внимание высокая связь между температурой и ростовыми параметрами устриц за годичный цикл. Хорошо выражена связь между температурой и содержанием кремния. С другими биогенными элементами связь не наблюдается. Также заметна связь между температурой и общим количеством меропланктона на ферме. На контрольной станции (мористее расположения фермы) эта связь несколько ниже.

Связь между соленостью и другими характеристиками менее значима чем у температуры, однако для меропланктона остается достаточно устойчивой. При этом, в отличие от температуры, связь сильнее на контрольной станции, а не на ферме.

## Выводы

Таким образом, термохалинная структура морской воды в акватории мидийно-устричной фермы (п. Качивели) является типичной для ЮБК. В большинстве случаев температура верхних слоев

морской воды была на 2 - 6 °С выше показателей, зафиксированных в предыдущие годы. В мае - июне вертикальная стратификация с наличием СТ отмечена на глубинах 5 - 10 м (градиент температуры составил 1,13 - 1,56 °С/м). Наличие СТ в пределах расположения коллекторов с мидией и садков с устрицами приводит к разным термическим условиям жизни моллюсков поверхностных и нижних горизонтов в течение 3 месяцев. С июля вся толща вод в районе фермы имела однородную термическую структуру с постепенным понижением температуры в сентябре - декабре. В течение периода исследований соленость поверхностных вод колебалась в пределах 17,19 - 18,06 ‰ и была ниже среднемесячных показателей на 0,07 - 0,69 ‰. Пространственное распределение термохалинных характеристик в границах фермы было однородным. На различных участках исследуемой акватории колебания температуры не превышали 0,2 - 0,3 °С, солености – 0,1 ‰. Отмечается хорошая корреляция между температурой и ростовыми характеристиками устриц, содержанием кремния и общим количеством меропланктона.

#### Литература

1. *Иванов В.Н., Холодов В.И., Сеничева М.И.* и др. Биология культивируемых мидий. – К.: Наукова думка, 1989. – 100 с.
2. *Куклин А.К., Куклина Н.Я., Шабалина О.А.* Исследование гидрометеорологических характеристик ЮБК с океанологической платформы в Качивели // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа : Сб. науч. тр. – Севастополь, 2003. – Вып. 2 (7). – С. 66 - 82.
3. *Марикультура мидий на Черном море* / под ред. Иванова В.Н. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007. – 312 с.
4. *Проект «Моря СССР»* : Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР : Черное море: Гидрометеорологические условия. – СПб.: Гидрометеоздат, 1991. – IV, вып. 1. – 430 с.
5. *Троценко О.А., Еремин И.Ю., Субботин А.А., Щуров С.В.* Термохалинная структура вод на взморье Севастополя и ее влияние на основные параметры продукции мидийной фермы // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа : Сб. науч. тр. – Севастополь, 2007. – Вып. 15 – С. 120 - 131.

## ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ПОЛИТРОФИЧЕСКОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ «МИДИИ – МАКРОФИТЫ»

Е. Ф. Васечкина

Морской гидрофизический институт НАН Украины (МГИ НАНУ)

*Рассматривается концептуальная модель информационной технологии управления морским хозяйством, занимающимся выращиванием интегрированной политрофической аквакультуры. Имитационная модель экосистемы такого хозяйства разрабатывается в рамках объектно-ориентированного подхода. Предложена структура классов модели, которая позволяет связать воедино основные модельные блоки: гидрофизический, гидрохимический и биологический. Определены в первом приближении все необходимые методы данных классов. Предложено и обосновано использование водорослей *Gracilaria spp.* в качестве компонента интегрированной поликультуры. Выписаны основные уравнения математической модели роста водорослей, которые могут быть использованы для формулировки методов соответствующего класса объектно-ориентированной модели.*

Ключевые слова: имитационное моделирование, интегрированная политрофическая аквакультура, информационная технология управления морским хозяйством

К началу XXI века интенсивность мирового рыболовства достигла максимума своего потенциала практически на всех акваториях традиционного промысла, однако спрос на рыбу и морепродукты продолжает расти. Индустрия морской аквакультуры развивается очень быстрыми темпами. По оценкам FAO, мировая продукция аквакультуры увеличивается почти вдвое за каждые 10 лет. Если на конец XX века она составляла примерно одну треть всей потребляемой в мире морской продукции, то к 2010 г. это отношение увеличилось до 45 % [12]. Дальнейшее устойчивое развитие аквакультуры зависит от эффективности решения проблемы минимизации вредных воздействий морских хозяйств на окружающую среду. По мнению большинства ученых, уже подтвержденному мировой практикой, принципиальное решение этого вопроса найдено и базируется на отказе от эксплуатации монокультур, которые заменяются интегрированной поликультурой. Таким образом, предпочтение отдается одновременному культивированию нескольких видов организмов, занимающих разные трофические уровни и связанных потоками веществ, например: рыбы, макрофиты, моллюски-фильтраторы, детритофаги. Культивируемые виды подбираются так, что продукты выделения одного вида усваиваются другим. При правильном подборе компонентов интегрированной поликультуры, их расположения и массы выращиваемых видов с учетом экологической емкости района размещения хозяйства система балансируется, в результате чего сводится к минимуму какое-либо влияние на окружающую среду. Фактически создается искусственная экосистема, которая функционирует внутри естественной, не причиняя ей вреда. Рис. 1 иллюстрирует концептуальную модель политрофической аквакультуры, выращивающей моллюсков и макроводоросли, которая могла бы лечь в основу развертывания марихозяйства в прибрежной зоне Крыма.

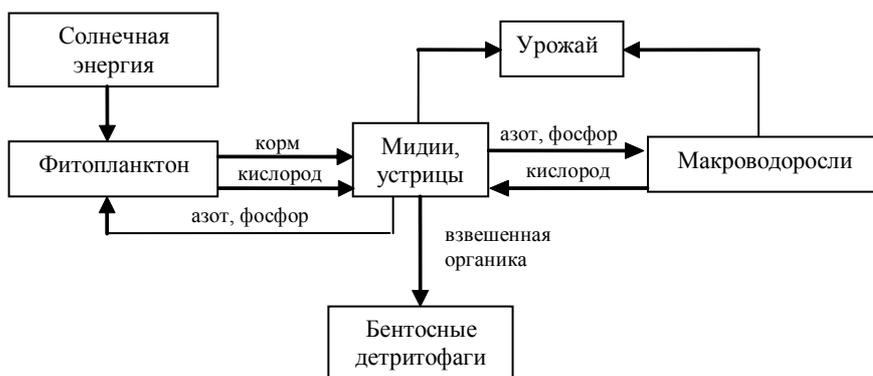


Рисунок 1 – Концептуальная модель поликультуры «моллюски – макрофиты»

Известно, что макроводоросли способны эффективно удалять из воды неорганические соединения азота и фосфора, выделяемые выращиваемыми животными, поэтому практически все существующие на настоящий момент интегрированные морские хозяйства включают в себя выращивание макрофитов. Выбор конкретных видов водорослей должен опи-

ратся на тщательные расчеты баланса потребления – выделения соединений азота и фосфора. При этом необходимо учитывать все факторы, влияющие на рост культур: гидродинамику региона, температуру, соленость и содержание растворенных газов в воде, сезонные вариации роста культур, освещенность и самозатемнение, эпифитные поселения, особенности дна и многое другое.

Рассмотрим более детально базовые понятия, связанные с биологической очисткой воды. Эффективность очистки воды определяют как среднее снижение концентрации нутриента в единицу времени (в процентах от начальной концентрации). С другой стороны, скорость изъятия биогенов (или скорость поглощения) определяется как количество вещества, усваиваемое водорослями в единицу времени либо в расчете на единицу площади [6]. Оба эти понятия весьма важны и зависят от множества факторов – глубины, освещенности, физиологических особенностей водорослей, плотности культивирования и пр. Высокие скорости поглощения достигаются при высоких удельных скоростях снабжения культуры биогенами, что способствует также большому урожаю и увеличивает содержание протеинов в водорослях. При этих условиях, однако, эффективность очистки воды низкая, и соответственно, большое количество нутриентов остается в воде. Для достижения высокой эффективности очистки культура водорослей должна «голодать», т. е. скорость поступления биогенов должна быть низкой, а это отражается на содержании протеинов в культуре и объеме урожая. В интегрированной политрофической культуре эти две разнонаправленные тенденции должны быть сбалансированы путем оптимизации удельной скорости поступления биогенов. В рециркуляционных системах возможно поддержание достаточно высокой концентрации аммония (в зависимости от толерантности культивируемых животных), и получение за счет этого высокого содержания протеинов в водорослях. В открытых системах этого делать нельзя из-за угрозы эвтрофикации окружающих вод. Оптимизация соотношения между эффективностью очистки и скоростью изъятия биогенов (содержанием протеинов в водорослях) может достигаться путем манипуляций с плотностью посадки, глубиной расположения водорослей, частотой и временем съема урожая и т. д. Ясно, что такие манипуляции лучше имитировать на модели, чем производить в реальности, подбирая оптимальный режим функционирования хозяйства. При этом модель должна содержать всю необходимую информацию для вычисления оценки производительности культуры водорослей в разных условиях функционирования хозяйства.

Для достижения приемлемых результатов функционирования марикультуры недостаточно расчета отдельных блоков – необходимо оптимизировать эффективность всего хозяйства с учетом экологического влияния на окружающую среду. Необходимо также учитывать экономическую ситуацию на рынке, т. е. в модели управления марикультурой должен присутствовать экономический блок. Имитационная модель требуется не только на этапе планирования нового морского хозяйства. Оперативное управление марикультурой также требует использования адекватной имитационной модели. Для получения высокой прибыли весьма важно уметь принять правильное решение в нужный момент, и в этом человеку может помочь информационная технология «поддержки принятия решений». В работе [8] процесс поддержки принятия решений при управлении морской фермой представлялся состоящим из пяти основных действий:

1. Выявление проблемы либо потенциальной возможности;
2. Идентификация альтернативных вариантов воздействия на систему;
3. Сбор информации и анализ каждого из альтернативных вариантов;
4. Принятие решения и производство воздействия;
5. Анализ последствий.

Вообще говоря, функции такой информационной системы должны быть шире. Например, она должна включать в себя способы слежения за процессом и контроля качества продукции, соотносясь с принятыми стандартами, либо ориентируясь на прошлый опыт. В последние десятилетия хозяйства марикультуры, использующие закрытые рециркуляционные сооружения, стали оснащаться компьютерными системами слежения и управления [13]. Такие системы позволяют контролировать условия окружающей среды и входные параметры системы (скорость подачи воды и нутриентов, содержание кислорода, температуру, плотность посадки и пр.), а также физиологические параметры культивируемой культуры и содержание метаболитов в воде. В основе конструирования таких систем лежат методы искусственного интеллекта. Использование подобных технологий позволяет оптимизировать функционирование морского хозяйства путем снижения расхода воды и энергии, уменьшения стрессовых нагрузок, контроля возникающих болезней и пр. Таким образом, снижаются трудовые и финансовые затраты. Однако в условиях открытого

ведения хозяйства нужны принципиально другие информационные технологии, включающие в себя помимо моделей культивируемых объектов еще и модели динамики окружающей среды, а также специальную систему мониторинга морфометрических характеристик культивируемых объектов и параметров окружающей морской среды. Кроме того, должна быть обеспечена возможность оперативного усвоения данных наблюдений с подгонкой эмпирических коэффициентов имитационной модели.

Информационная система должна уметь рассчитывать возможные сценарии развития ситуации в реальном времени, ориентируясь на имеющиеся данные наблюдений и прогнозы - как метеорологические, так и экономические. Концептуальная схема такой технологии представлена на рис. 2. Информационным ядром ее является имитационная модель роста культивируемых видов, сопряженная с гидродинамической и гидрохимической моделями региона, а также моделью экосистемы более низких трофических уровней. На схеме рис. 2 это три сгруппированных блока (слева), объединенных пунктирной линией. В настоящей работе будет рассматриваться только эта часть предлагаемой информационной технологии.



Рисунок 2 – Концептуальная модель информационной технологии управления морским хозяйством

Перейдем к обсуждению структуры имитационной модели. В соответствии с методологией объектно-ориентированного моделирования экосистем, разработанной в отделе системного анализа [1, 2], представим ее в виде иерархии классов объектов, экземпляры которых и будут составлять содержимое численной объектно-ориентированной модели (ООМ) (рис. 3). Рассмотрим классы ООМ и выпишем основные свойства и методы каждого из них. При этом в качестве первого приближения для записи методов классов «Гидрофизика», «Гидрохимия», «Пищевой ресурс» используем блоки модели, представленной в работе [1]. Данное приближение не обеспечивает географической привязки гидрофизической модели, однако позволяет оперировать всеми необходимыми свойствами данных классов.

«Область моделирования» – класс, содержащий координаты области и регулярную сетку для расчета неживых компонентов модели. Свойства класса: горизонтальный и вертикальный размеры области, шаг регулярной сетки, шаг по времени.

«Гидродинамика» – класс, содержащий в своих методах двухслойную гидродинамическую модель циркуляции вод на мелководье под воздействием ветра. Свойства: температура верхнего

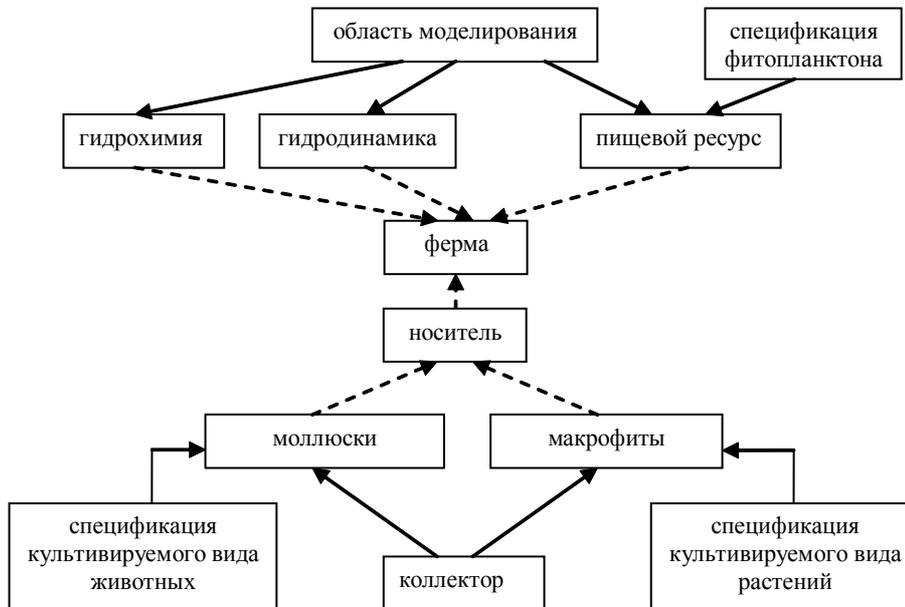


Рисунок 3 – Структура классов ООМ (сплошными стрелками показано наследование классов, пунктирными – включение объектов одних классов в объекты других)

и нижнего слоев, положение границы раздела между ними, коэффициенты параметризаций диссипации энергии и обмена кислородом с атмосферой, скорости течения, коэффициенты диффузии.

«Гидрохимия» – включает в себя модель, воспроизводящую преобразования органических и неорганических соединений азота, серы и фосфора в кислородных и бескислородных условиях. Свойства: массивы концентраций кислорода, соединений азота, фосфора и серы, коэффициенты использованных в модели параметризаций преобразования веществ.

«Спецификация фитопланктона» – класс, содержащий коэффициенты параметризаций физиологических функций конкретного вида фитопланктона.

«Пищевой ресурс» – объекты этого класса содержат пространственные распределения конкретных видов кормового фитопланктона. В методах класса описывается динамика полей в зависимости от течений, освещенности, концентрации нутриентов, выедания зоопланктоном и культивируемым видом фильтраторов.

«Коллектор» содержит координаты и геометрическое описание коллектора, а также интегральные характеристики: плотность заселения и общую массу культивируемого вида на коллекторе. Служит базовым классом для создания класса объектов культивируемых животных и водорослей.

«Спецификация культивируемого вида животных (растений)» – класс, объекты которого содержат коэффициенты параметризаций физиологических функций биологических объектов.

«Моллюски» – класс, множество объектов которого имитирует разнообразие моллюсков разных размеров, возрастов и физиологических параметров, базирующихся на одном и том же носителе. Массив объектов этого класса является одним из свойств объекта класса «Носитель». В методах данного класса записана имитационная модель роста и размножения культивируемого вида моллюсков, включающая в себя, в частности, функции поглощения и выделения веществ, т. е. обмен с окружающей средой.

«Макрофиты» – класс, аналогичный предыдущему, содержит в методах объектов имитационную модель роста макроводорослей культивируемого вида.

«Носитель» – класс, имитирующий гидробиотехническое сооружение, объекты этого класса включают в себя множество «животных» либо «растительных» объектов. Свойства: координаты, длина и глубина расположения, число коллекторов, расстояние между ними, интегральная биомасса культивируемого вида. В методах объектов данного класса записаны интегрирующие процедуры, позволяющие следить за состоянием живой биомассы на носителе.

«Ферма» – класс, объект которого включает в себя множество «носителей», содержащих объекты культивируемых видов, поля «пищевых ресурсов», объекты слежения за состоянием окружающей среды «гидродинамика» и «гидрохимия». Главный метод данного класса запускает всю иерархическую систему методов модели. Выполнение интегрирующих процедур через определенное количество шагов по времени обеспечивает непрерывный мониторинг всей системы.

После того, как определена структура модели и выписаны ее основные классы, следующей задачей является описание свойств данных классов, математическая формулировка необходимых методов, последовательный вызов и выполнение которых и будет составлять содержание имитационной модели на каждом шаге модельного времени. В работе [3] детально изложена математическая модель физиологической активности мидии с момента ее закрепления на носителе. Эта модель может быть использована в рассматриваемой технологии для записи методов класса «Моллюски», поэтому перейдем сразу ко второму блоку поликультуры – макроводорослям (класс «Макрофиты»). Первая проблема – выбор вида макрофитов для включения его в интегрированную поликультуру совместно с мидиями.

К важнейшим объектам культивирования морских водорослей относятся агарофиты (*Gracilaria*, *Gelidium*, *Pterocladia*). Известно, что гелидиум дает сырье более высокого качества, однако пока технология культивирования такова, что в промышленных масштабах его выращивание не выгодно. Есть всего несколько фирм, которые занимаются культивированием гелидиума, остальное сырье добывается на природных плантациях [10]. Производство агара базируется в основном на переработке сухой грацилярии, выход агара составляет 15 - 20 % [5].

Мировой объем культивирования грацилярии в настоящее время достигает 296,5 т в год, за последние десять лет он увеличился почти в пять раз [12]. В Черном море у берегов Крыма обитает два вида грацилярии: *Gracilaria gracilis* и *G. dura*, и уже есть положительный опыт ее экстенсивного культивирования. Фрагменты таллома фиксируются на субстрате, в качестве которого используют поводцы-веревки, расположенные горизонтально или вертикально в толще воды. Горизонтальные поводцы устанавливают в основном в защищенных участках мелководья, неоднократно срезая нарастающую на них биомассу. Максимальная удельная средняя скорость роста *G. verrucosa* составила 0,008 - 0,081 сут.<sup>-1</sup> в Черном море при культивировании ее на горизонтальных поводцах [5].

Выше мы говорили о том, что помимо экономического эффекта при выборе комплементарных видов интегрированной поликультуры необходимо рассматривать и функции биологической очистки воды. В работе [6] были выполнены исследования по оценке способности различных видов макроводорослей удалять аммоний и ортофосфаты из воды, загрязненной метаболитами мидий. Высокие показатели скорости поглощения обоих соединений и биофильтрации отмечены у *Undaria pinnatifida*, *Cystoseira crassipes* и *Gracilaria vermiculophylla*. Авторами сделан вывод о том, что грацилярия и ундария могут быть использованы для поликультуры с беспозвоночными с целью снижения негативного воздействия хозяйств марикультуры на морские экосистемы, связанного с поступлением избытка биогенов. Основными показателями поглощения ортофосфатов и аммония являлись скорость изъятия и эффективность очистки воды. Сравнились особенности поглощения биогенов в проточной воде и при отсутствии протока. Эффективность биофильтрации в стационарных условиях и в протоке существенно не различалась и варьировала от 43,3 до 93,5 % для аммония и от 15,4 до 79,5 % для ортофосфатов у разных видов водорослей. Грацилярия за сутки способна удалить 60 - 99 % аммония и 65 - 99 % ортофосфатов или 12 - 16 и 11 - 13 % в расчете на 1 г сырой массы водорослей, соответственно.

Помимо скорости поглощения биогенов и эффективности биофильтрации существенным показателем в выборе вида водоросли для поликультуры с животными должна являться способность растений нормально функционировать в этих условиях. Проведенные авторами [6] эксперименты показали, что физиологические характеристики всех исследованных водорослей, такие как скорости фотосинтеза, темнового дыхания и роста, в большинстве случаев не различались в контрольной посадке и у особей, выращиваемых в протоке воды от мидий. Метаболиты мидий не оказали значимого влияния на физиологические параметры водорослей по сравнению с контрольными. Это доказывает возможность совместного культивирования всех исследованных видов водорослей с мидиями.

Грацилярия успешно культивируется во многих странах. Разные виды этого рода эффективно используются в качестве компонентов интегрированной поликультуры [16]. Например, исследования, опубликованные в [9], показали, что продуктивность биомассы *Gracilaria chilensis* увеличивается на 30 % при совместном выращивании в поликультуре с лососевыми, кроме того, при этом улучшается качество агара. Следует принимать во внимание особенности физиологии грацилярии: период активного роста ее приходится на лето и начало осени, когда у большинства видов бурых водорослей замедляется рост и происходит разрушение пластин. Этот сезон года в шельфовой зоне Черного моря характеризуется стагнацией вод и высоким риском развития гипоксии, активный рост плантаций грацилярии мог бы противодействовать этим процессам на

акватории морского хозяйства. Применение этого вида в поликультуре позволит добиться как высокого качества очистки воды от избытка биогенов, так и получения урожая ценного агарофита.

Перейдем теперь к формулировке математической модели роста морской водоросли, которую затем используем для записи методов класса «макрофиты». Фитопланктон и макроводоросли являются первичными продуцентами, их рост лимитируется одними и теми факторами, главными из которых являются наличие в воде биогенов и достаточная освещенность. В связи с этим, уравнения динамики биомассы макроводорослей могут быть записаны по аналогии с уравнениями роста фитопланктона, хотя имеются и некоторые различия [1, 7, 11, 15]. Популяцию макрофитов можно представить разделенной на несколько групп в соответствии с возрастом растений или их размерами. Использование размерных групп имеет решающее значение при моделировании роста культивируемых видов, поскольку позволяет в любой момент времени знать долю промысловых и непромысловых объектов [11]. Представление модельной популяции в виде набора групп также удобно при оценке скорости восстановления популяции после сбора урожая. В контексте объектно-ориентированного подхода удобно рассматривать каждую группу как совокупность одинаковых по физиологическим параметрам объектов, различающихся своим расположением в пространстве и, соответственно, разными возможностями развития. Запишем для объектов группы  $m$  уравнение динамики биомассы в виде:

$$\frac{dB_m}{dt} = [C_m(1 - k_m^1) - k_m^2 - \mu_m - d_m]B_m - E_m, \quad (1)$$

где  $B_m$  – биомасса макроводорослей объекта;  $k_m^1$ ,  $k_m^2$  и  $\mu_m$  – удельные скорости дыхания; экскреции и отмирания;  $d_m$  – параметр, учитывающей разрушение и отрыв ветвей водорослей;  $C_m$  – удельная скорость роста,  $E_m$  – выедание водорослей морскими животными.

Скорость роста лимитирована температурой, освещенностью и наличием нутриентов в воде:

$$C_m = C_m^{\max} f(T) f(I) \min[f(N), f(P)] D^{-\beta}, \quad (2)$$

где  $C_m^{\max}$  – максимальная удельная скорость роста,  $D$  – плотность популяции водорослей в месте расположения объекта,  $\beta$  – параметр, учитывающей самоингибирование. Функции  $f(I)$ ,  $f(T)$ ,  $f(N)$ ,  $f(P)$  могут меняться от 0 до 1. Зависимость от температуры обычно имеет параболический вид, т. е. существует интервал температур, в котором скорость роста увеличивается с ростом температуры. После достижения уровня насыщения кривая постепенно снижается, что отражает факт угнетения роста водорослей при слишком высокой температуре воды. Похожая зависимость описывает и влияние освещенности. Есть некий оптимальный уровень интенсивности света, при котором наблюдается максимальная скорость фотосинтеза. При более высоком уровне происходит процесс фотоингибирования роста водоросли в соответствии с эмпирическим уравнением Платта [14]:

$$f(I) = \left(1 - e^{-aI_z/C_m^{\max}}\right) e^{-bI_z/C_m^{\max}}, \quad (3)$$

$$I_z = I_0 e^{-\zeta z}, \quad (4)$$

где  $I_0$  и  $I_z$  – освещенность на поверхности воды и на глубине  $z$  соответственно,  $\zeta$  – коэффициент экстинкции,  $a$  – начальный наклон кривой зависимости интенсивности фотосинтеза от освещенности,  $b$  – параметр фотоингибирования. Фотосинтетические параметры являются функциями температуры, определяются экспериментально и различаются для разных видов водорослей.

Поскольку водоросли произрастают на дне, либо, при культивировании на поводках, в толще воды, необходимо рассчитывать реальную интенсивность света, поступающего к растительным клеткам, т. е. затенение клетками фитопланктона и органической взвесью и самозатенение. В модели эти явления параметризуются с помощью уравнения (4), где коэффициент экстинкции складывается из 3-х составляющих:

$$\zeta = \zeta_p + \zeta_s + \zeta_m.$$

Индексы  $p$ ,  $s$ ,  $m$  относят соответствующие вклады в коэффициент экстинкции к фитопланктону, взвешенному органическому веществу и собственно макрофитам. Базируясь на данных наблюдений, зависимость  $\zeta_p$  от биомассы фитопланктона аппроксимируют степенной функцией вида  $ae^{-b}$  [4], в работе [7] предложена линейная зависимость коэффициента экстинкции от содержания органической взвеси в воде. Самозатенение макрофитов обусловлено, в основном, слоевищами водорослей (талломами). Величина вклада  $\zeta_m$  определяется морфологическими особенностями макроводорослей. Таким образом, при подборе параметризаций для описания ослабления света в морской воде нужно опираться на экспериментальные данные в данном регионе и учитывать особенности конкретного вида культивируемых водорослей.

Зависимости скорости роста от концентрации биогенов параметризуются с помощью соотношения Михаэлиса-Ментен:

$$f(N) = f([\text{NH}_4^+]) + f([\text{NO}_3^-], [\text{NO}_2^-]), \quad (5)$$

$$f([\text{NH}_4^+]) = \frac{[\text{NH}_4^+]}{([\text{NH}_4^+] + K_{\text{NH}_4})}, \quad f([\text{NO}_3^-], [\text{NO}_2^-]) = \frac{([\text{NO}_3^-] + [\text{NO}_2^-])}{([\text{NO}_3^-] + [\text{NO}_2^-] + K_{\text{NO}_3})}$$

$$f(P) = \frac{[\text{PO}_4^{3-}]}{K_{\text{PO}_4} + [\text{PO}_4^{3-}]} \quad (6)$$

где  $K_{\text{NH}_4}$ ,  $K_{\text{NO}_3}$ ,  $K_{\text{PO}_4}$  – константы полунасыщения по аммонии, нитратам и фосфатам соответственно. При учете двух необходимых нутриентов – азота и фосфора – лимитирующим фактором выступает тот из них, чья функция в данный момент минимальна. Уравнения (1 - 6) с правильно подобранными коэффициентами параметризаций служат математической основой для записи методов класса «Макрофиты».

Рассмотренная здесь схема является лишь первым приближением к построению объектно-ориентированной имитационной модели функционирования интегрированной политрофической аквакультуры. Отладка такой модели представляет собой сложную задачу, поэтому представляется целесообразным ее последовательное усложнение с обязательным тестированием на натуральных данных на каждом этапе.

#### Литература

1. Васечкина Е.Ф., Ярин В.Д. Моделирование возникновения и распространения гипоксии на мелководье // Морской экологический журнал. – 2006. – 5, № 3. – С. 57 - 69.
2. Васечкина Е.Ф., Ярин В.Д. Объектно-ориентированное моделирование морских экосистем прибрежной зоны // Морской гидрофизический журнал. – 2009. – № 4. – С. 81 - 106.
3. Васечкина Е.Ф. Математическое моделирование физиологических функций мидии // Морской экологический журнал. – 2012. – В печати.
4. Ведерников В.И. Вертикальные изменения потенциальной фотосинтетической активности морского фитопланктона // Экология морского фитопланктона. – М.: ИОАН СССР, 1981. – С. 117 - 125.
5. Миронова Н.В. Экстенсивное культивирование грацилярии (*Gracilaria*): обзор // Экология моря. – 2002. – Вып. 60. – С. 65 - 70.
6. Мирошникова Н. В., Скрипцова А.В. Оценка способности четырех видов макроводорослей к биочистке вод от избытка биогенов // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана : материалы Международной научно-технической конференции. – Владивосток: ДГТРУ, 2011.
7. Alvera-Azcarate A., Ferreira J.G., Nunes J.P. Modelling eutrophication in mesotidal and macrotidal estuaries. The role of intertidal seaweeds // Estuarine, Coastal and Shelf Science. – 2003. – 57. – Pp. 715 - 724.
8. Boehlje M.D., Eidmann V.R. Farm management. – New York: John Wiley and Sons. – 1984.
9. Buschmann A.H., Hernández-González M.C., Astudillo et al. Seaweed cultivation, product development and integrated aquaculture studies in Chile // World Aquaculture. - 2005. - V. 36. - Pp. 51 - 53.
10. Dennis J., McHugh D.J. Worldwide distribution of commercial resources of seaweeds including *Gelidium* // Hydrobiologia. – 1991. – 221. – Pp. 19 - 29.
11. Duarte P., Ferreira J.G. A model for the simulation of macroalgal population dynamics and productivity // Ecological Modelling. – 1997. – 98. – Pp. 199 - 214.
12. FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics. 2009 // Aquaculture Production. – FAO, 2011. – 231 p.
13. Lee P.G. Process control and artificial intelligence software for aquaculture // Aquacultural Engineering. – 2000. – 23. – Pp. 13 - 36.
14. Platt T., Gallegos C.L., Harrison W.G. Photoinhibition of photosynthesis in natural assemblages of marine phytoplankton // Journal of Marine Research. – 1980. – 38. – Pp. 687 - 701.
15. Trancoso A.R., Saraiva S., Fernandes L., Pina P. et al. Modelling macroalgae using a 3D hydrodynamic-ecological model in a shallow, temperate estuary // Ecological Modelling. – 2005. – 187. – Pp. 232 - 246.
16. Troell M., Halling C., Neori A., Chopin T. et al. Integrated mariculture: asking the right questions // Aquaculture. – 2003. – 226. – Pp. 69 - 90.

## ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА НА АКВАТОРИИ МИДИЙНО-УСТРИЧНОЙ ФЕРМЫ (ГОЛУБОЙ ЗАЛИВ, КРЫМ, ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Н. В. Поспелова

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины (ИнБИОМ НАНУ)

*Исследован годовой ход численности, биомассы и видового состава фитопланктона в акватории размещения мидийно-устричной фермы. Рассмотрена динамика развития основных групп фитопланктона как основной составляющей пищевого спектра культивируемых моллюсков. Отмечено влияние гидрологических и гидрохимических условий исследуемой акватории в 2011 г. на качественный состав и количественные показатели состояния фитопланктона. Анализ содержимого пищевого комка моллюсков показал, что доминирующими видами в спектре питания мидий и устриц фермы являются динофитовые и золотистые водоросли, а также мелкоклеточные диатомовые. Массового развития токсичных микроводорослей не отмечено. Показано, что за время исследования на ферме сложились благоприятные кормовые условия для культивируемых моллюсков.*

Ключевые слова: фитопланктон, кормовая база, мидия *Mytilus galloprovincialis*, устрица *Grassostrea gigas*, численность, биомасса, марикультура

Планктонные водоросли являются начальным звеном трофической цепи в Мировом океане. От качественных и количественных показателей сообщества микроводорослей зависит развитие организмов других трофических уровней, что особенно должно учитываться при создании морских ферм. Изменения в планктонных сообществах могут оказывать неблагоприятное воздействие на культивируемые организмы [2]. Кроме того, токсины, продуцируемые некоторыми видами микроводорослей, накапливаясь в тканях моллюсков-фильтраторов, представляют опасность для человека и теплокровных животных [3]. В связи с этим проводили исследование динамики численности, биомассы, видового состава фитопланктона, как основной составляющей пищевого спектра культивируемых мидий и устриц, в районе мидийно-устричной фермы в акватории Голубого залива (пос. Кацивели).

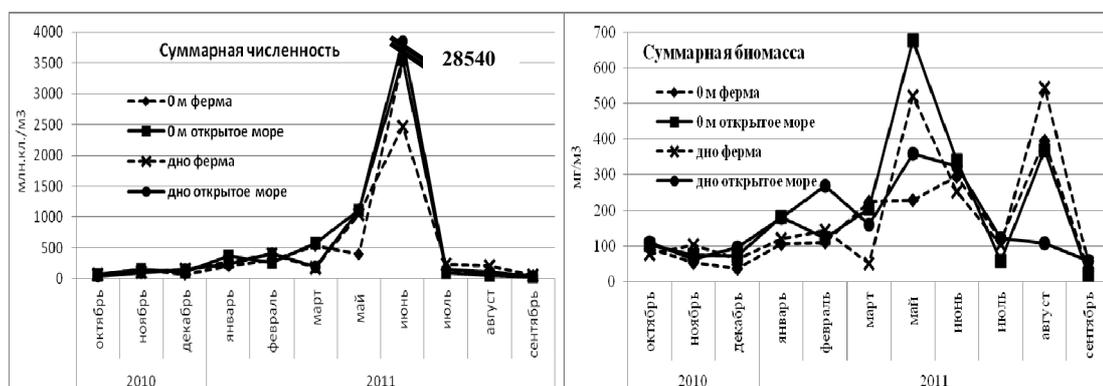
### Материал и методы

Исследования проводили с октября 2010 г. по сентябрь 2011 г. на 2-х станциях в акватории Голубого залива в районе пос. Кацивели: ферма по выращиванию мидий и устриц, контрольная станция (открытое море). Пробы отбирали с поверхности и в придонном слое в пластиковые емкости. Пробы фитопланктона сгущали методом обратной фильтрации через ядерные мембраны с диаметром пор 1 мкм, объем профильтрованной воды составлял 1 - 1,5 л. Пробы обрабатывали методом прямого счета в живой и сгущенной капле ( $V = 0,01$  мл), в камере ( $V = 1$  мл). Сгущенные пробы фиксировали раствором Люголя. Численность и биомассу фитопланктона рассчитывали с помощью компьютерной программы Plankton [1]. Для изучения питания моллюсков их вскрывали при помощи скальпеля, препарировали желудок, пипеткой отбирали и анализировали содержимое под микроскопом.

### Результаты и обсуждение

За период наблюдений обнаружено 121 вид и разновидность микроводорослей, относящихся к 6 отделам и 61 роду. Наибольшее количество видов составляли динофитовые (55 видов) и диатомовые (41 вид), значительно меньшим числом представлены золотистые (15 видов) водоросли. Зеленые водоросли представлены 4 видами, цианобактерии – 4, криптофитовые – 2. Наибольшим видовым разнообразием выделялись диатомовые рода *Chaetoceros* (11 видов), динофитовые рода *Prorocentrum* (9 видов), *Protoperidinium* (8 видов), *Gymnodinium* (7 видов), *Peridinium* и *Dinophysis* (по 6 видов).

С октября 2010 г. по сентябрь 2011 г. суммарная численность фитопланктона на ферме варьировала в пределах 47 - 3547 млн. кл. $\cdot$ м<sup>-3</sup>, биомасса – 30 - 676 мг $\cdot$ м<sup>-3</sup>. На контрольной станции (открытое море) численность изменялась от 20 до 28548 млн. кл. $\cdot$ м<sup>-3</sup>, биомасса – от 21 до 542 мг $\cdot$ м<sup>-3</sup> (рисунок). Рост суммарной численности фитопланктона отмечен с декабря по июнь. Максимальные значения количественных характеристик фитопланктона на поверхности фермы и открытого моря отмечены в июне 2011 г., и у дна обеих станций – в мае и июне 2011 г. По



Динамика суммарной численности и биомассы фитопланктона за период 2010 - 2011 гг.

биомассе зарегистрированы пики в январе - феврале, мае и августе, с максимальными ее значениями в придонном слое фермы – в мае и августе, на поверхности контрольной станции – в мае 2011 г.

С октября по декабрь 2010 г. численность фитопланктона на обеих станциях не превышала 150 млн. кл.·м<sup>-3</sup>. Биомасса при этом достигала 110 мг·м<sup>-3</sup>, т. к., в основном, преобладали мелко-клеточные виды водорослей, формирующие благоприятную кормовую базу для культивируемых моллюсков. С декабря 2010 г. по июнь 2011 г. в планктоне доминировали золотистые водоросли, а в июне – мелкие синезеленые водоросли (83 - 98 % суммарной численности), причем у дна контрольной станции их количество достигало 28 млрд. кл.·м<sup>-3</sup> (рисунок).

Численность диатомовых на протяжении года не достигала уровня «цветения» воды в море. В октябре - ноябре на поверхности отмечено значительное количество колониальной диатомовой водоросли-вселенца *Chaetoceros tortissimus*. В январе - марте основную численность диатомей составляла *Thalassionema nitzschioides*, с февраля ей сопутствовала *Skeletonema costatum*, а также виды рода *Chaetoceros*, характерные для поздне-весеннего периода, и в мае достигали максимальных значений. С мая по август наблюдали высокую численность *Pseudonitzschia pseudodelicatissima*, что связано с глубоким перемешиванием вод в результате сгонного процесса. По этой же причине в июне на поверхности отмечена значительная численность диатомей-обратстателей родов *Licmophora* и *Striatella*. С июля по сентябрь в планктоне вегетировала крупноклеточная диатомея *Pseudosolenia calcar-avis*, которая в августе достигала максимальной биомассы (30 - 86 % от суммарной).

Динофитовые водоросли в исследуемом районе отличались наибольшим видовым разнообразием (55 видов). По численности эти водоросли доминировали в октябре, в другие периоды отмечено преобладание их по биомассе. В июне, в связи со сгонными процессами, а также в августе - сентябре отмечено большое количество холодолюбивых видов родов *Ceratium* и *Dinophysis*. Динофитовые водоросли, доступные по размерам, являются ценным кормом для культивируемых моллюсков [4].

Особенностью акватории Голубого залива в районе пос. Кацивели является круглогодичное присутствие в планктоне значительного количества золотистой водоросли *Emiliania huxley*, доминирование которой отмечено с января по июнь. Это связано с особенностями гидрохимической структуры вод этого региона. Гидрохимические исследования показали (устное сообщение), что в этом районе в течение года не отмечается дефицита фосфатов, в отличие от взморья г. Севастополя, а этот вид нуждается в фосфатах и максимального развития достигает в начале лета, когда складываются наиболее благоприятные световые и температурные условия [5].

Цианобактерии встречались в планктоне круглый год, что может свидетельствовать о высоком содержании в воде растворенного органического вещества (РОВ), либо о внесении этих водорослей с пресными водами. В феврале на поверхности обеих станций, а в мае в придонном слое мористой станции обнаружена нитчатая цианобактерия *Lyngbya limnetica*, характерная для распресненных морских вод. В июне 2011 г. отмечена вспышка численности цианобактерий, которая была максимальной за период исследований и достигала 2 - 3 млрд. кл.·м<sup>-3</sup> на ферме и на поверхности вод контрольной станции, и 28 млрд. кл.·м<sup>-3</sup> – у дна на контроле (83 до 98 % от суммарной численности). Это связано со сгонно-нагонными процессами в этот период, а также с продолжительными осадками и, как следствие, поступлением в воду биогенных веществ и РОВ. О повышенных концентрациях РОВ в воде можно судить также и по наличию гетеротрофных

криптофитовых и зеленых водорослей, являющихся «санитарами» вод [2, 4]. Значительное количество их отмечено в октябре, июне и сентябре.

Для уточнения пищевого спектра культивируемых на ферме моллюсков параллельно с исследованием динамики фитопланктона нами проведен анализ содержимого их желудков. В целом на ферме за исследованный период сложились благоприятные пищевые условия для культивируемых моллюсков. Видовой состав микроводорослей в желудках соответствовал таксономическому составу фитопланктона в районе фермы. Более 80 % клеток в желудках мидий на протяжении годового цикла составляют динофитовые водоросли: *Prorocentrum micans*, *P. cordatum*, *P. compressum*, *Scropsiella trochoidea*. Следует отметить, что указанные виды обычно немногочисленны, а иногда и единичны в суммарном фитопланктоне. Постоянно в пищевом комке встречались золотистые и мелкоклеточные диатомовые водоросли. Наряду с клетками фитопланктона в желудках отмечены зоопланктонные организмы (размером до 200 мкм), личинки двустворчатых моллюсков. При наличии в планктоне крупноклеточной диатомовой *Pseudosolenia calcar-avis* в желудках моллюсков обнаружены фрагменты ее панцирей, но этот вид не является ценными кормовым объектом для мидий [2, 4].

Известно, что некоторые виды микроводорослей, входящих в пищевой рацион мидий и устриц, относятся к токсичным [3]. Так, потенциально ядовитые динофитовые водоросли рода *Dinophysis* встречались в желудках моллюсков круглогодично, но единично (не более 1 - 2 кл. на одного моллюска). Однако, в июне 2011 г. в пищевом комке желудков мидий было обнаружено большое количество клеток *Dinophysis acuminata* – 80 - 100 кл. на одного моллюска. Динофитовая *P. micans*, доминирующая по численности в желудках мидий и устриц, также является потенциально токсичной. Биотоксины указанных видов по пищевой цепи от моллюсков могут поступать человеку и представлять угрозу для здоровья. Однако, эти водоросли обнаружены живыми в фекалиях мидий, что говорит о том, что, возможно, они выводятся из организмов моллюсков неусвоенными. Контроль содержания биотоксинов в морепродуктах в Украине не проводится, поэтому наблюдения за численностью микроводорослей, продуцирующих токсические соединения, необходим для контроля качества продукции морских ферм.

### Выводы

В период с октября 2010 по сентябрь 2011 гг. в акватории мидийно-устричной фермы, расположенной в районе пос. Качивели (Голубой залив, Крым, Черное море) по численности и биомассе доминировали золотистые, динофитовые и мелкоклеточные диатомовые водоросли, доступные для питания культивируемых моллюсков и ценные в кормовом отношении. Летний период 2011 г. отличался частыми сгонными явлениями, что отразилось на видовом составе и количественных показателях фитопланктона. В желудках мидий и устриц по численности доминировали динофитовые водоросли, отдельные виды которых относят к токсичным. Для контроля качества продукции морских ферм необходимы наблюдения за численностью микроводорослей, продуцирующих токсические соединения.

### Литература

1. Лях А.М., Брянцева Ю.В. Компьютерная программа для расчета основных параметров фитопланктона // Экология моря. – 2001. – Вып. 58. – С. 36 - 37.
2. Марикультура мидий на Черном море / под ред. В.Н. Иванова. – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2007. – 312 с.
3. Рябушко Л.И. Потенциально опасные микроводоросли Азово-Черноморского бассейна. – ИнБЮМ НАН Украины. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – 288 с.
4. Сеничева М.И. Характеристика фитопланктона как объекта питания *Mytilus galloprovincialis* Lam. в районе марихозяйства бухты Ласпи // Экология моря. – 1990. – Вып. 36. – С. 7 - 15.
5. Стельмах Л. В., Сеничева М.И., Бабич И.И. Эколого-физиологические основы «цветения» воды, вызываемого *Emiliania huxleyi* в Севастопольской бухте // Экология моря. – 2009. – Вып. 77. – С. 28 - 32.

## МАКРОАЛЬГОФЛОРА ОБРАСТАНИЯ В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ КОНХИОКУЛЬТУРЫ

И. К. Евстигнеева, И. Н. Танковская, Б. Н. Беляев

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины (ИнБЮМ НАНУ)

*Дана характеристика сообщества перифитонных макроводорослей, развивающихся на искусственной субстрате морских ферм по выращиванию моллюсков. Описана сезонная динамика видовой структуры фитоперифитона, проведен ее экологический анализ. Подтверждено, что создание биогидротехнических комплексов является не только способом стабилизации биоразнообразия, но и повышения продуктивности в местах их размещения.*

Ключевые слова: Черное море, Крым, макрофитоперифитон, морская ферма, эколого-таксономическая структура, срок экспозиции

Природные возможности для развития марикультуры в прибрежье Крыма весьма значительны. Для освоения конхиокультуры, в частности, мидие- и устрицеводства на незащищенных от штормов акваториях создаются биотехнологические комплексы. Опыт выращивания моллюсков в Азово-Черноморском бассейне не столь велик, поэтому организация морских ферм возможна только на базе результатов широкого спектра исследований. Частью последних может стать изучение роли сопутствующей альгофлоры обрастания различных мидийно-устричных ферм. С 2009 г. в ИнБЮМ (г. Севастополь) проводятся гидробиологические исследования на морских фермах, базирующихся в черноморских бухтах Ласпи и Мартынова.

Целью работы стало изучение структурно-функциональных особенностей макрофитоперифитона (МФП) искусственных субстратов (ИС) морских ферм в сравнительно-динамическом аспекте.

### Материал и методы

Исследования альгофлоры обрастания ИС двух ферм проводили в 2009 (первый этап) и 2010 гг. (второй этап). На первом этапе срок экспозиции ИС составил 1 - 11 месяцев, на втором – 13 - 23. На втором этапе в бухте Ласпи по техническим причинам пробы были отобраны только в феврале, мае, июне, сентябре и октябре. Первая ферма находится в бухте Мартынова, расположенной за входным створом бухты Севастопольской. По гидролого-гидрохимическим показателям ее акватория признана оптимальной для нормального функционирования морских ферм [3]. Вторая ферма размещена в бухте Ласпи (Южный берег Крыма) и, в отличие от бухты Мартынова, является открытой, с хорошим водообменом. Она также обладает ресурсами, необходимыми для размещения мидийно-устричного хозяйства. Вместе с тем существующие экологические различия двух акваторий могут сказаться на составе и структуре комплексов водорослей, поселяющихся вместе с животными на ИС ферм. Поэтому при анализе полученных данных во внимание был взят не только срок экспозиции ИС, но и место размещения фермы.

Результаты первого этапа эксперимента изложены в статье [1], где описана методика сбора и обработки проб. Настоящая работа посвящена анализу данных второго этапа.

### Результаты и обсуждение

**Таксономический состав макроводорослей при обрастании ферм.** На втором этапе эксперимента в МФП обеих ферм присутствовали водоросли 25 видов из 18 родов, 13 семейств, 11 порядков отделов Chlorophyta (Ch), Phaeophyta (Ph) и Rhodophyta (Rh). Среди них лидировали Rh (56 % общего видового состава МФП ферм), другие отделы представлены меньшей долей. Соотношение числа порядков, семейств, родов и видов во флоре обеих ферм, а также отдельно у каждого отдела имело вид: 1 : 1 : 2 : 3, 1 : 1 : 1 : 2 (Ch), 1 : 1 : 1 : 1 (Ph) и 1 : 1 : 2 : 3 (Rh). Следовательно, у отделов пропорция порядков и семейств идентична, у Ch и Ph это касается всех надвидовых таксонов. Rh доминировал также и по количеству других таксонов, что объединяло МФП ферм с макрофитобентосом (МФБ) Черного моря. У Ch и Ph совпадали не только соотношение, но и количество надвидовых таксонов. Среди родов первое место занимали *Cladophora* и *Ceramium* (по 4 вида), второе – *Polysiphonia* (2 вида). Остальные роды (83 % разнообразия родов МФП ферм) были представлены одним видом. Из всех семейств только Ulvaceae, Ectocarpaceae, Acrochaetiaceae и особенно Ceramiaceae включали виды более одного рода. Вклад однородовых семейств в общую структуру достигал 31 %. По числу видов выделя-

**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ АКВАКУЛЬТУРЫ**

лись Rhodomelaceae, Cladophoraceae и Ceramiaceae. Видовое превосходство этих семейств характерно не только МФП ферм, но МФБ Черного моря. Среди порядков Ceramiales был представлен наибольшим числом соподчиненных таксонов. Второе место по числу видов занимал *Cladophorales*, а по числу родов – *Ulvales*, *Ectocarpales* и *Nemalionales*. Каждый порядок, кроме Ceramiales, в составе МФП обеих ферм включал одно семейство. Такие данные говорят о выраженной «пестроты» таксономической структуры МФП ферм, господстве в нем Rh и незначительности вклада Ph.

Рассмотрим динамику зарастания субстрата макроводорослями и их таксономического состава на каждой ферме в отдельности и в зависимости от срока экспозиции ИС.

В бухте Ласпи в начале второго этапа эксперимента на субстрате 13-месячной экспозиции среди обрастателей обнаружены гидроиды, двустворчатые моллюски и красная водоросль *Polysiphonia elongata*. В конце весны, когда срок экспозиции ИС достиг 16 месяцев, на нем появляются водоросли 12 видов, среди которых по общей массе выделялась *P. elongata* (170,0 г в пробе). За ней следовали *Ceramium diaphanum* и *Ectocarpus siliculosus*. В этот период поверхность субстрата обильно заселена мидией, молодь которой вместе с гидроидами даже перемещалась на слоевища полисифонии. В условиях такой зооэкспансии другой вид Rh *Callithamnion corymbosum* также был вынужден поселяться на *P. elongata*. В начале лета число видов альгообрастателей достигает пика (13 видов) для второго этапа. Среди них по-прежнему господствует *P. elongata*, много было *C. diaphanum* и *Ceramium rubrum*. Количественное преимущество полисифонии сохраняется и в течение осени. В сентябре основания ее хорошо развитых слоевищ заселяются мелкоразмерными ракообразными и митилиастером. Подсчет показывает, что доля зоообрастателей в это время может достигать 84 % суммарной массы полисифонии в пробе. В октябре число видов водорослей заметно сокращается, но *P. elongata* по массе по-прежнему занимает первую позицию. Ее слоевища обесцвечены и лишены боковых ветвей, а в популяции нет молодых особей. В ноябре экспансия животных нарастает и они вновь встречаются в обилии на слоевищах *P. elongata*.

На втором этапе эксперимента на ИС в бухте Ласпи обнаружены водоросли 20 видов, что на 4 вида меньше, чем было здесь же на первом этапе. Эти водоросли относятся к 15 родам, 11 семействам и 9 порядкам, на которые приходится от 80 до 85 % их разнообразия в обрастании обеих ферм. Вклад Rh в состав МФП на втором этапе составляет 60 %, два других отдела представлены равной между собой долей. Соотношение таксонов в порядке убывания ранга в МФП фермы совпадает с подобным у Ch (1 : 1 : 1 : 2). Эти же пропорции у Ph и Rh (1 : 1 : 1 : 1 и 1 : 1 : 2 : 3) свидетельствуют об «упрощенности» таксономической структуры первого отдела и «усложненности» – второго. Пропорции таксонов отделов совпадают на уровне порядков и семейств. У Ch, Ph и всего МФП фермы сходство касается как соотношения порядков и семейств, так и родов. Среди родов первое место занято *Ceramium* и *Cladophora*. Относительное содержание одновидовых родов высокое (73 % родового разнообразия). Среди семейств числом соподчиненных таксонов выделяется Ceramiaceae, среди порядков – Ceramiales.

В январе 2010 г. на ИС 12-месячной экспозиции в бухте Мартынова водоросли практически не развивались. Исключением стала *P. elongata*, с массой 0,3 г на пробу. В это время ИС фермы активно заселялся зоообрастателями. В феврале водоросли отсутствовали и только в следующем месяце на раковинах двустворчатых моллюсков и размочаленных концах фала появляются *P. elongata*, *C. corymbosum* и *C. rubrum*. В апреле наблюдается интенсивное обрастание ИС гидроидами и мидией, среди которых встречались единичные экземпляры *P. elongata* и небольшое количество *E. siliculosus* и *Spermothamnion strictum*. В мае в месте размещения фермы проводились подводные строительные работы, что привело к заилению ИС. Из водорослей можно было обнаружить поврежденные слоевища полисифонии, немногочисленные проростки *Ulva rigida* и *Cladophora vadorum*, а в поле зрения микроскопа – *S. strictum*. К июню число видов МФП фермы в бухте Мартынова увеличивается втрое и основная часть их биомассы приходится на *P. elongata* и *Cladophora liniformis*. В июле (срок экспозиции ИС 18 месяцев) были зарегистрированы отдельные экземпляры полисифонии, а на створках мидии – незначительный налет из *S. strictum* и *Erythrotrichia carnea*. Спустя месяц мидия достигает товарных размеров. К этому времени до того постоянно встречающийся в обрастании вид *P. elongata* исчезает и вместо него появляется зеленая *Cladophora laetevirens*, на слоевищах которой в незначительном количестве поселяется микроскопическая багрянка *E. carnea*. В сентябре водоросли (*S. strictum* и *P. elongata*) можно было встретить лишь на мидии, причем ранее доминировавшая полисифония по массе уступает спермогамниону. В ноябре видовое разнообразие Algae возрастает в 2,5 раза, однако многие виды можно было обнаружить только с помощью микроскопа. Через месяц

(22-месячная экспозиция) ИС был свободен от альгообрастания, за исключением единственного проростка *Ceramium secundatum*.

На втором этапе в составе МФП фермы в бухте Мартынова общее число видов и Rh, в частности, было ниже в 1,2 раза, а Ph – в 4 раза, чем в это же время в бухте Ласпи. По сравнению с МФП первого этапа видовой состав сократился на один вид. На втором этапе увеличивается вклад видов Ch, превысивший подобный показатель в бухте Ласпи в 1,5 раза. Доля видов Rh в МФП фермы в бухте Мартынова на втором этапе равноценен таковому в бухте Ласпи, тогда как у Ph он ниже, а у Ch выше в 3 и 2 раза, соответственно. Степень сходства видов Rh, а также всей альгофлоры обеих ферм на втором этапе чуть выше 50 %. У Ch этот показатель больше (67 %), а у Ph, в своем большинстве требовательных к среде обитания, он составляет только 25 %.

Пропорции флоры МФП в бухте Мартынова такие же, как в бухте Ласпи. Наряду с этим в бухте Мартынова в составе МФП число родов, семейств и порядков ниже на 4, 2 и 1 соответствующих таксона. Этот факт, а также то обстоятельство, что исследование в бухте Ласпи проводилось в более короткий промежуток времени, показывают, что ее МФП таксономически разнообразен.

Сравнительный анализ данных показал, что на втором этапе в обеих бухтах количественные соотношения таксонов в порядке снижения их ранга у флоры обрастания в целом, а также у Ph и Ch, в отдельности, очень близки и в некоторых случаях идентичны друг другу. У Rh выявлено совпадение лишь в пропорции порядков и семейств (1 : 1).

В бухте Мартынова первое ранговое место занимают те же роды, что и в бухте Ласпи, однако сразу за ними следует еще и *Polysiphonia*. Вклад одновидовых родов выше, чем в бухте Ласпи, а степень сходства родов в МФП обеих ферм ниже, чем у видов (44 %). Среди семейств, отличающихся высоким разнообразием видов, помимо ранее названного Ceramiaceae появляется Cladophoraceae, что не характерно для МФП бухты Ласпи. Ceramiaceae в обеих бухтах на втором этапе сохраняет статус таксона с самым высоким разнообразием родов. Уровень качественного сходства семейств в МФП обеих бухт выше, чем у родов и совпадает с таковым у порядков (54 %). Среди порядков обилием соподчиненных таксонов выделяется Ceramiales и в этом проявляется еще одно сходство МФП ферм, независимо от места их размещения.

В целом, несмотря на более низкое таксономическое разнообразие МФП в бухте Мартынова и существенное различие в видовом составе Ph, для флоры ИС обеих ферм характерно сходство в таксономических пропорциях, а также одноименность таксонов, занимающих ведущие позиции в общей структуре.

**Внутри- и межгодовая динамика видовой структуры МФП морских ферм.** На втором этапе (2010 г.), при сроке экспозиции ИС 13 - 23 месяца, в бухте Мартынова число видов МФП варьировало в широком диапазоне (1 - 10 видов) и в среднем составляло  $3,5 \pm 1,7$  (рис. 1).

Величина коэффициента вариации этого признака ( $C_v = 81$  %) свидетельствовала о «большой» степени изменчивости силой в 5 баллов по шкале Г. Н. Зайцева [2]. Минимум общего видового разнообразия был зафиксирован зимой, максимум – в начале лета.

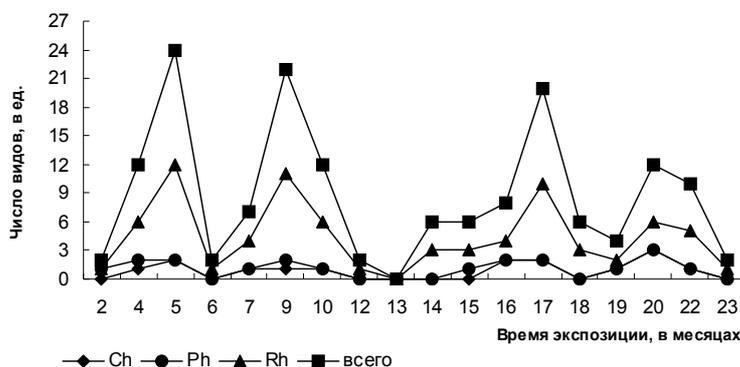


Рисунок 1 – Сезонные изменения общего числа видов в отделах МФП мидийной фермы в бухте Мартынова

Ch впервые появляются в мае, и на их долю приходится 50 % состава ценоза альгообрастания. К началу лета число видов Ch остается прежним, однако их относительное содержание снижается в 2,5 раза. Позже водоросли данного отдела на ИС встречаются в августе, сентябре (вклад по 50 %, с максимумом видового разнообразия в сентябре) и ноябре. В конце лета и осени число видов данного отдела снижается в несколько раз до минимума для всего этапа эксперимента. Среднее число видов Ch было примерно таким же, как на первом этапе ( $0,8 \pm 0,6$ ), а величина коэффициента помесечных вариаций признака свидетельствовала о его «аномально высокой» изменчивости. Значения коэффициента встречаемости видов Ch на втором этапе были невысокими (10 - 20 %).

Единственный представитель Ph (*E. siliculosus*) в составе обрастания фермы был зарегистрирован только в апреле. Rh же вегетировали на ИС фермы в январе и марте - декабре. Среди

Ch впервые появляются в мае, и на их долю приходится 50 % состава ценоза альгообрастания. К началу лета число видов Ch остается прежним, однако их относительное содержание снижается в 2,5 раза. Позже водоросли данного отдела на ИС встречаются в августе, сентябре (вклад по 50 %, с максимумом видового разнообразия в сентябре) и ноябре. В конце лета и осени число видов данного отдела снижается в несколько раз до минимума для всего этапа эксперимента. Среднее число видов Ch было примерно таким же,

них самые высокие значения показателя встречаемости были у *P. elongata*, *S. strictum* и *E. carnea*. Ранние исследования показали, что первый вид является обязательным компонентом фитообрастания мидийно-устричных ферм. Остальные виды отдела Rh встречались редко ( $R = 10 - 20 \%$ ). Размах помесечных изменений его видового состава, по сравнению с другими отделами, был более существенным (7 видов). Минимум видов отдела приходился на конец лета и зиму, максимум по времени проявления совпадал с таковым у общего состава (июнь). Следует отметить, что даже в период зимнего минимума Rh оставались единственным компонентом МФП фермы. Среднее число видов Rh на втором этапе было почти вдвое ниже, чем на первом ( $2,5 \pm 1,3$ ). Значение коэффициента  $C_v$  соответствовало изменчивости признака «очень большой» по характеру и с силой в 6 баллов. В целом, высокий уровень коэффициентов R у отдельных видов и  $C_v$  соответствуют значительным по степени внутрigoдовым преобразованиям и неустойчивому состоянию МФП фермы в бухте Мартынова. Группа случайных видов, у которых R меньше 25 %, среди альгообразателей преобладает (82 % общего числа видов МФП фермы). Подтверждением нестабильности сообщества альгообрастания является и низкое значение коэффициента видового сходства ( $K_j = 19 \%$ ). Наиболее заметно сходство видов проявляется в такие пары месяцев, как апрель и июль, июль и сентябрь ( $K_j = 50 \%$ ).

Несмотря на более сжатый промежуток времени наблюдения за состоянием МФП фермы в бухте Ласпи здесь было обнаружено не только большее число видов макроводорослей, но и более значительный размах его вариаций (11 видов), чем в бухте Мартынова. Большая часть этих видов вегетировала только в теплое время года (45 - 65 % видового состава МФП фермы) и меньшая - исключительно в холодное (5 %). Среднее число видов макроводорослей МФП в бухте Ласпи было выше не только по сравнению с первым этапом, но и с МФП бухты Мартынова ( $8,2 \pm 4,3$ ). Существенность изменений числа видов в бухте Ласпи (59 %) отчасти может быть предопределена неравномерностью во времени процесса отбора проб. Тем не менее, и в этом случае сила варьирования признака была все же ниже, чем в бухте Мартынова. Ch в составе МФП фермы были обнаружены в мае, июне, сентябре и октябре (рис. 2). При этом их видовое разнообразие ограничивалось одним видом и только в сентябре – двумя.

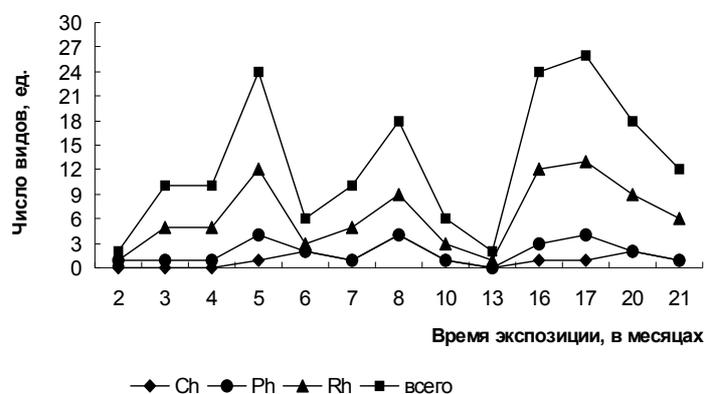


Рисунок 2 – Сезонные изменения общего числа видов в отделах на мидийной ферме в бухте Ласпи

Виды Ph в бухте Ласпи в составе МФП были зарегистрированы в мае и июне. Среди типичных обрастателей ИС *E. siliculosus* и *Feldmannia caespitula* появляются слоевища довольно крупных водорослей видов *Cystoseira crinita* и *Zanardinia prototypus*, относящихся к группе морских, ведущих, многолетних бентосных растений Черного моря. В выше указанные сроки вклад Ph в разнообразие МФП фермы был вдвое выше, чем у Ch, среднее же число их видов совпадало. Общее число видов Ph в бухте Ласпи было втрое выше, чем в бухте Мартынова. Их максимум был зарегистрирован в начале лета. Rh имели высокий уровень встречаемости, число их видов широко варьировало по месяцам (1 - 9) и в среднем достигало  $6,2 \pm 2,9$ , что в 2,5 раза превышало подобный показатель в другой бухте. Величина коэффициента  $C_v$  (54 %) указывала на значительную степень изменчивости показателя. Максимум числа видов Rh приходился на май и июнь (срок экспозиции субстрата – 16 и 17 месяцев), а минимум – на февраль (13 месяцев).

Ежемесячный вклад водорослей отдела в общую структуру был высоким (69 - 83 % общего числа видов МФП бухты Ласпи) и даже достигал абсолютного максимума (100 %). Качественное совпадение Rh обеих ферм было настолько большим, что в роли постоянных и типичных для

С учетом отсутствия Ch в феврале коэффициент  $C_v$  составил 71 %, что соответствовало «значительной» по характеру изменчивости числа видов отдела в исследованный отрезок времени.

Среди Ch наиболее часто можно было встретить *Cladophora albida*. Коэффициент видового сходства Ch на двух фермах в общем и отдельно в каждый исследованный месяц был чуть ниже 50 %. В каждой бухте в МФП наиболее полно был представлен только род *Cladophora*, виды которого среди Ch принимают основное участие в формировании альгофлоры обрастания ферм.

обрастания данных биотехнологических комплексов можно было назвать свыше половины видов багрянок. Несмотря на более краткий срок наблюдений можно сказать, что видовой состав Rh в бухте Ласпи, по сравнению с ним же в бухте Мартынова, был богаче на два вида. В целом, МФП в бухте Ласпи в разные месяцы проявляет большее сходство видовой структуры, чем в бухте Мартынова. Заметнее всего оно проявляется в мае и июне, мае и октябре. Свыше четверти видов Rh – общие для МФП обеих ферм.

Сопоставление таксономической структуры МФП морских ферм на двух этапах показало, что с увеличением времени пребывания ИС в море она претерпевает разнонаправленные изменения и лишь по некоторым немногочисленным показателям проявляет стабильность.

Для общего количества надродовых таксонов МФП характерна незначительная по силе прямая зависимость от срока экспозиции ИС. Чем больше время экспозиции, тем шире перечень базовых порядков и семейств, причем за счет Ch. Со временем меняется соотношение отделов по числу видов, представляющих их в МФП. Если в 2009 г. число видов Ph и Ch было меньше, чем у Rh в равной степени, то спустя год эти отделы уже уступали соответственно в 3 и 2 раза (рис. 3).

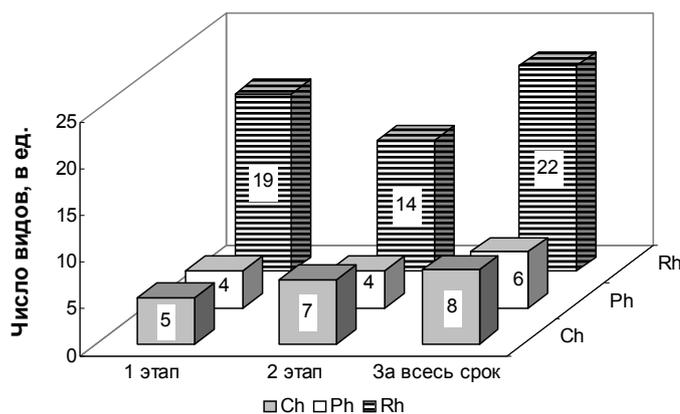


Рисунок 3 – Распределение видов МФП ферм по отделам на разных этапах эксперимента

На втором этапе происходит незначительное уменьшение числа видов и родов, а также таких количественных пропорций, как виды/порядки и виды/семейства. К стабильным характеристикам МФП ферм можно отнести стопроцентную встречаемость каждого из трех отделов, среди которых непременно господствует Rh. Вне зависимости от сроков экспозиции ИС остаются такие пропорции, как порядки/семейства/роды/виды (1 : 1 : 2 : 3). Среди базовых таксонов всегда наличествуют Ceramiales, Ceramiaceae, Rhodometaceae, Cladophora, Ceramim и Polysiphonia.

В бухте Ласпи фитокомпонента обрастания фермы с увеличением срока экспозиции в основном претерпевает изменения в сторону увеличения, в отдельных случаях демонстрирует константность состава и характера его помесечных вариаций. С увеличением срока экспозиции, прежде всего, возрастает видовое разнообразие каждого отдела и особенно Ph, а также среднемесячный уровень данного показателя. На втором этапе видовой состав в разные месяцы проявляет более выраженное сходство. Очевидно, чем выше срок экспозиции ИС, тем больше вероятность формирования однотипных во времени комплексов видов Algae.

На ИС, независимо от срока экспозиции, численно доминируют одни и те же таксоны, кроме рода *Polysiphonia*, видовой состав которого к 2010 г. сократился четверо. Отмеченное выше увеличение видового разнообразия Ch и Rh столь незначительно, что позволяет судить обо всех отделах, как о стабильных компонентах флористической структуры МФП бухты Ласпи. Исключая первый месяц экспозиции, флористические изменения альгообрастания на каждом из этапов носят сходный характер.

Помесячная изменчивость числа видов на каждом этапе велика по силе, хотя на субстрате длительной экспозиции она переходит из разряда «большой» ( $C_v = 66\%$ ) в 2009 г. в «значительную» ( $C_v = 59\%$ ) в 2010 г.

В бухте Мартынова изменения в структуре МФП не всегда соответствуют таковым в бухте Ласпи, а в отдельных случаях вовсе отсутствуют. Обогащение видового состава МФП в бухте Мартынова на втором этапе наблюдений происходит за счет Ch, тогда как число видов Rh снижается на три таксона. Эти трансформации почти не сказались на общем числе видов, по-прежнему низким оно осталось у Ph. Следовательно, в более экологически неблагоприятной для водорослей бухте Мартынова увеличивается доля эврибионтных видов Ch и, по крайней мере, отсутствуют вариации в составе Ph, в большинстве своем требовательных к качеству среды обитания. Среднемесячное число видов на ИС более длительной экспозиции существенно ниже ( $3,5 \pm 1,7$ ), чем в первой половине эксперимента ( $6,0 \pm 3,0$ ). В отличие от альгообрастания в бухте Ласпи в бухте Мартынова на каждом из этапов сохраняются характер и сила изменчивости чис-

ла видов по месяцам. Сопоставление этих же характеристик изменчивости МФП в разных бухтах, но на одном и том же втором этапе показало, что число видов каждого отдела по месяцам сильнее варьирует в условиях закрытой бухты Мартынова. Это подтверждает справедливость мнения о том, что открытые участки моря предоставляют гидробионтам более выровненные для обитания условия. В бухте Ласпи на втором этапе таксономическое разнообразие флоры перифитона выше и особенно у Rh и Ph. В данном случае наблюдается сочетание высокого разнообразия и его относительной стабильности в разные месяцы.

**Экологический состав МФП ферм.** Экологический анализ структуры МФП ферм на втором этапе эксперимента показал наличие представителей 12 из 13 экологических групп, известных для черноморского МФБ (рис. 4).

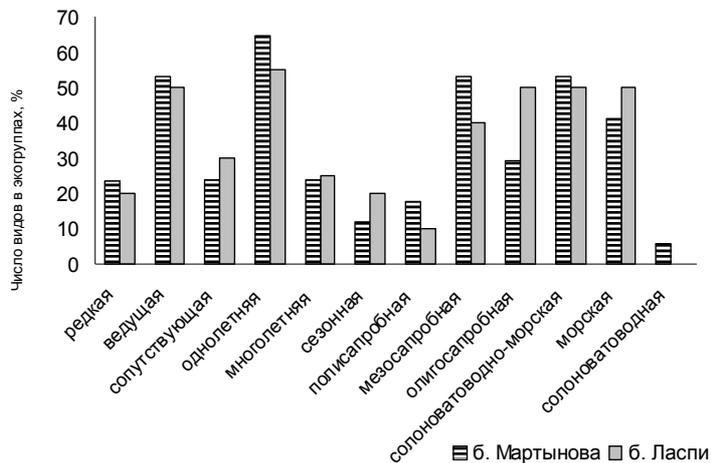


Рисунок 4 - Экологический состав МФП морских ферм в разных районах (б. Ласпи и б. Мартынова, 2 этап эксперимента)

Значения коэффициента встречаемости свидетельствуют о том, что большинство экогрупп являются постоянными элементами МФП ферм. Виды соленоватоводной группы обнаружены только в бухте Мартынова. В бухте Ласпи высоким числом видов представлены ведущая, однолетняя, олигосапробная, соленоватоводно-морская и морская группы. Этот факт, а также отсутствие соленоватоводных видов и незначительная представленность мезосапробионтов можно расценить как адекватное приспособление водорослей к условиям открытой части бухты Ласпи. В бухте Мартынова высокое развитие характерно для ведущих, однолетних, мезосапробных и соленоватоводно-морских видов водорослей, что тоже является адаптацией к факторам среды в этой бухте. МФП обеих ферм объединяет господство ведущих и однолетних видов.

Сравнение МФП ферм по относительному числу видов в каждой группе показало, что в бухте Мартынова выше вклад редких, однолетних, поли- и мезосапробных, а также соленоватоводно-морских водорослей. МФП бухты Ласпи отличается более высоким содержанием сопутствующих, сезонных, олигосапробных и морских видов, а преимущество многолетников незначительно.

Экологический состав каждого из отделов и в разных районах размещения ферм проявляет сходство и качественную специфичность. Ch в каждой бухте на 50 - 100 % состоит из редких, однолетних, поли- и мезосапробных, а также соленоватоводно-морских растений. В бухте Ласпи среди представителей этого отдела нет многолетних и морских видов, а в бухте Мартынова - сезонных и олигосапробных. Среди Rh обеих ферм в равной мере массовое развитие получают ведущие, однолетние, морские и олигосапробные водоросли (50 - 67 %). Взаимным отличием МФП исследованных ферм является наличие среди базовых групп в бухте Мартынова не только олигосапробионтов, как это было в бухте Ласпи, но и мезосапробионтов. Перифитонные виды Rh ферм одинаково характеризуются отсутствием среди них полисапробных и соленоватоводных представителей.

Экологический спектр Ph в разных бухтах большей частью неодинаков и если и проявляет сходство, то только в пределах одного водоема и с другими отделами. Так, Ph бухты Ласпи обладают высоким вкладом в общую структуру водорослей ведущей, морской, олигосапробной, многолетней и сезонной групп. Преимущественное положение первых трех групп объединяет спектр этого отдела со спектром Rh. Спектры Ph и Ch сходны за счет лидерства однолетников. В бухте Мартынова бурые водоросли представлены единственным видом, относящимся к со-

Среди отсутствующих – виды пресноводно-соленоватоводной группы. В МФП лидируют морские и соленоватоводно-морские, мезосапробные, ведущие и однолетние водоросли. Их доля в общем составе равна или чуть выше 50 %. Господство ведущей и однолетней групп сближает структуру МФП ферм с МФБ морского мелководья, тогда как лидерство мезосапробионтов и соленоватоводно-морских видов является специфической чертой альгообрастания обследованных моллюсковых ферм. Для обрастания такого типа биотехнологических комплексов мало характерны сезонные, полисапробные и особенно соленоватоводные виды.

путствующей, мезосапробной и солоноватоводно-морской группам. Принадлежность этого вида к сезонной группе напоминает спектр МФП в бухте Ласпи. Rh фермы в бухте Мартынова проявляет сходство с Ch за счет наличия в своем составе солоноватоводно-морских растений, с Ch и Rh – мезосапробных.

Выяснено, что МФП на разных этапах эксперимента сложен одними и теми же группами, среди которых обязательно лидируют ведущая, морская, мезосапробная и однолетняя. С увеличением времени нахождения ИС в море экологический состав становится более однородным в результате повышения доли видов некоторых отдельно взятых базовых групп. Вместе с тем в каждой бухте по-своему проявляется связь экологического состава со сроком экспозиции субстрата в море. В бухте Мартынова на двух этапах состав идентичен друг другу как по набору групп, так и по вкладу их в общую структуру. В бухте Ласпи несмотря на одинаково преимущественное положение ведущей, однолетней, олигосапробной и морской групп, на втором этапе из числа лидеров МФП исчезают мезосапробионты и в этом качестве появляются солоноватоводно-морские виды. На ИС поздних сроков экспозиции нет солоноватоводных видов.

### Заключение

В бухтах Ласпи и Мартынова на ИС морских ферм обнаружено 35 видов макроводорослей трех отделов. Особенности таксономической структуры МФП этих биотехнологических комплексов являются ее «пестрота», господство Rh и незначительность вклада Ph. Каждый четвертый вид МФП ферм относится к редким водорослям.

Количественное соотношение отделов и перечень базовых надродовых таксонов МФП не отличаются от МФБ прилегающих акваторий.

Таксономическая структура МФП ферм с увеличением времени пребывания ИС в море претерпевает разнонаправленные изменения и лишь по немногочисленным показателям проявляет стабильность. Для общего числа надродовых таксонов характерна прямая зависимость от срока экспозиции ИС. Чем больше время экспозиции, тем шире перечень базовых порядков и семейств, в основном за счет Ch. Со временем меняется видовое соотношение отделов в МФП.

По шкале Зайцева степень внутригодовых изменений видового состава МФП на каждом этапе и за весь эксперимент чаще является большой и иногда – аномальной.

МФП ферм в акваториях, различающихся по ряду факторов, проявляет специфичность на уровне таксономического разнообразия в целом и Rh, в частности, а также сходство пропорций таксонов и одноименности тех из них, которые занимают ведущие позиции.

В состав МФП ферм входят представители всех экологических групп, известных для МФБ Черного моря, за исключением пресноводно-солоноватоводной. Наибольшее развитие на каждом этапе эксперимента получают морская, солоноватоводно-морская, мезосапробная, однолетняя и ведущая группы. С увеличением времени нахождения ИС в море экологический состав становится однороднее за счет повышения доли видов некоторых базовых групп. Характер взаимосвязи состава МФП со сроком экспозиции ИС в разных бухтах неоднозначен, тем не менее, в каждой из них на разных по времени этапах эксперимента максимум видового разнообразия альгоценоза в целом и каждого из слагающих отделов приходится на летний сезон. Минимум анализируемой характеристики не имеет такой строгой приуроченности.

Доля участия водорослей в формировании обрастания ферм ниже, чем у зооперифитона, однако они большую часть времени являются обязательным компонентом МФП, проявляющим относительное постоянство видового состава и количественных соотношений таксонов разных рангов. Как правило, Algae являются пионерами заселения ИС и источником дополнительных поверхностей для зообрастателей.

Вклад водорослей в структуру МФП морских ферм во многом определяется их эколого-биологическими особенностями, а их таксономический состав подвержен сезонным преобразованиям, зависит от степени зооэкспансии и срока экспозиции ИС.

### Литература

1. *Евстигнеева И.К., Танковская И.Н.* Видовой состав и количественная характеристика флоры обрастателей искусственных носителей ферм по выращиванию моллюсков // Водні біоресурси та їх відтворення. – Рибне господарство України. – 2011. – № 3. – С. 14 - 16.
2. *Зайцев Г.Н.* Математика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1990. – 296 с.
3. *Куфтаркова Е.А., Губанов В.И., Ковригина Н.П., Родионова Н.Ю.* Диагноз качества вод Черного моря в Севастопольской бухте // Экологические проблемы Азово-Черноморского бассейна : матер. III междунар. конф. Керчь, 10 - 11 окт. 2007 г. – Керчь: ЮгНИРО, 2008. – С. 90 - 97.

## СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОСЕЛЕНИЙ МИТИЛИД В СООБЩЕСТВАХ ОБРАСТАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТОВ

Л. Б. Далекая

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины (ИнБИОМ НАНУ)

*Выявлена динамика численности и размерных характеристик митилид в сообществах многомесячного обрастания, начинающих свое развитие на искусственных субстратах в разные календарные месяцы. Определены особенности включения митилид в сообщества разного возраста в зависимости от его качественного состава.*

Ключевые слова: макрообрастание, митилиды, мидия, митилястер, динамика численности, размерный состав, начало развития сообществ

Прикладные аспекты проблемы обрастания, связанные с культивированием организмов, перспективных с позиций получения пищевого, кормового сырья и биологически активных веществ, требуют детального изучения биологических основ развития сообществ.

В различных регионах показано влияние локальных условий акватории, качества субстрата и начала развития обрастания на структурные характеристики сообществ [2, 7, 9 - 12]. В зависимости от начала формирования обрастания на искусственных субстратах в кутовой части Севастопольской бухты выделены два типа сообществ [4]. Заключительную стадию первичной сукцессии в них определяют мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck).

Вероятность включения видов в сообщества разного возраста определяется с одной стороны количеством личинок в планктоне в конкретный момент времени. С другой – лимитируется избирательностью их к физико-химическим свойствам субстрата, которым является в данном случае функционирующее сообщество [1, 6].

Выявление динамики численности и размерных характеристик моллюсков в сообществах важно с позиций культивирования поселений с определенной структурой в оптимальные сроки.

### Материалы и методы

Наблюдения за развитием сообществ обрастания проводили в кутовой части Севастопольской бухты (1985 - 1989 гг.). Субстратом служили попарно соединенные стеклянные пластины с активной поверхностью 40 см<sup>2</sup>. Укрепляли их с помощью резинового жгута на металлической раме и погружали в море на глубину 2 м. Серию пластин (2 - 4 шт. для каждой точки наблюдений) в начале каждого месяца погружали в море сроком на 1 - 12 месяцев. Анализировали сообщества каждые 30 суток, одновременно наблюдая за развитием обрастания 1 - 12-месячного возраста. Обработку проб проводили на живом материале в кюветах с морской водой. Учитывались митилиды (мидии и митилястер) размером более одного миллиметра.

### Результаты и обсуждение

Митилиды выявлены на субстратах 30-суточной экспозиции в течение года за исключением января. В летние месяцы оседает в основном митилястер *Mytilaster lineatus* (Gmelin) [8].

На субстратах многомесячной экспозиции, независимо от начального момента формирования сообществ, митилиды отмечены в мае - июле (рис. 1).

Количество оседающих особей на субстраты различной экспозиции и динамика их численности в сообществах с увеличением возраста существенно отличается. В мае - июне, как правило, наблюдается незначительное увеличение численности моллюсков, за исключением сообществ, развивающихся с апреля. Экспозиция субстратов при этом составляет от 3 до 10 месяцев. В ряде случаев происходит резкое увеличение численности митилид в сообществах в июле - августе. Это связано, вероятно, с переходными периодами доминирования в сообществах гидроида *Obelia loveni* (Allman) – оболочника *Botryllus schlosseri* (Pallas), как правило, в июне и оболочника – мидии в сентябре.

На экспериментальных пластинах, погруженных в море в январе - апреле, мидии обнаружены в мае. В сообществах, развивающихся в зимнее время, где до мая доминирует гидроид *O. loveni*, встречаются единичные экземпляры. В июле - августе происходит плавное или резкое увеличение численности моллюсков в сообществах, а сплошное мидиевое обрастание формиру-

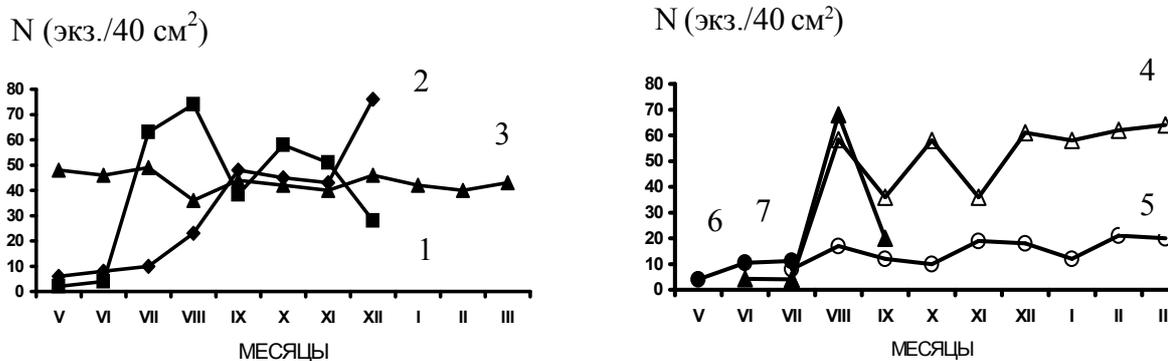


Рисунок 1 – Средняя многолетняя (1985 - 1989 гг.) динамика численности митилид при развитии сообществ с января, февраля, апреля, мая, июня, ноября, сентября (кривые 1 - 7 соответственно)

ется через 9 - 6 месяцев. В сообществах, начало развития которых происходит в *апреле*, в мае численность митилид достигает значительных величин и сохраняется весь период наблюдений.

В сообществах, развивающихся с *мая*, резкое увеличение численности митилид происходит в августе и сохраняется на этом уровне за исключением сентября и ноября. В сообществах, развивающихся с *июня*, двустворчатые моллюски появляются в незначительном количестве в июле и весь период наблюдений их численность не превышает 20 экз./40 см<sup>2</sup>. В последующие месяцы происходит исключительно накопление их биомассы без включения дополнительного количества особей в сообщество.

В сообществах, развивающихся с *сентября*, наблюдается незначительная численность моллюсков в июне - июле следующего года, массовое развитие в августе и резкое уменьшение их количества в сентябре. В сообществах, начало формирования которых происходит в *ноябре*, единичные экземпляры мидий включаются в ценоз через 6 месяцев развития, а сплошное мидиевое обрастание формируется через 12 месяцев.

Резкое увеличение численности мидий в течение месяца (июль, август) наблюдается в сообществах, развивающихся с *января*, *февраля*, *мая* и *сентября*. Это происходит на 7-, 6-, 4- и 12-м месяце экспонирования пластин. При этом наблюдается почти всегда оседание максимально возможного количества особей, а в дальнейшем происходит увеличение биомассы исключительно за счет роста моллюсков. Плавное и незначительное увеличение численности мидий происходит в сообществах с началом развития в *апреле*, *июне* и *ноябре*.

В сентябре в сообществах происходит снижение численности мидий. Аналогичное явление отмечено в северо-западной части Черного моря [14]. В этот период отмечаются значительные изменения биохимических показателей в сообществах [13], что, вероятно, обуславливает отрыв части моллюсков.

В зависимости от начала экспонирования субстратов, в сообществах варьирует не только динамика численности митилид, но и их размер (рис. 2).

В большинстве случаев в сообществах, формирующихся с различных нулевых точек, наблюдается увеличение среднего размера моллюсков, который может составлять менее 5 мм и более

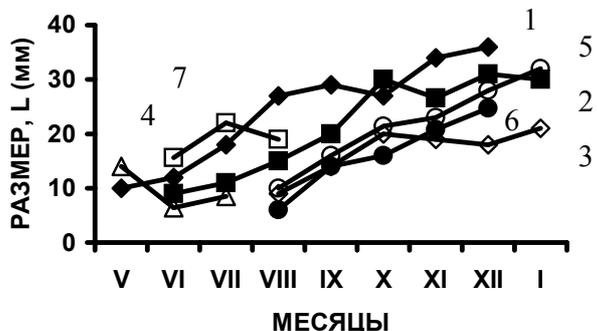


Рисунок 2 – Динамика среднего размера мидий в сообществах, формирующихся с января, февраля, апреля, сентября, мая, июня, июля (кривые 1 - 7 соответственно)

30 мм. Некоторое снижение средних размеров митилид в определенные периоды связано с массовым оседанием молоди и наблюдается через 8 - 10 месяцев экспонирования субстратов. Низкие значения среднего размера моллюсков (менее 22 мм) наблюдаются в сообществах, развивающихся с *июля*. Небольшое значение (12 мм) и резкое уменьшение среднего размера мидий до 5 мм наблюдается в сообществах, развивающихся с *сентября*.

На фоне флуктуации среднего размера моллюсков в обрастании отдельные экземпляры, функционирующие в сообществе длительное время, могут достигать максимальных размеров (таблица).

### Максимальный размер (мм) мидий в сообществах, формирующихся в различные сезоны

Начало развития	Экспозиция (месяцы)									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Январь	-	-	14	18	45	45	53	47	40	-
Февраль	-	-	15	18	25	30	30	40	48	38
Апрель	-	-	12	28	35	34	35	33	-	-
Сентябрь	-	-	-	-	-	-	-	15	22	35
Май	-	15	22	30	30	35	40	-	-	-
Июнь	22	24	30	40	40	35	37	40	-	-
Ноябрь	-	-	-	-	20	10	14	-	-	-

Так, на 9 месяце экспонирования субстратов, в сообществе, развивающемся с *января*, максимальный размер мидий составляет 53 мм, в то время как средний размер в этот период равен 26 мм (см. рис. 2).

В сообществах, развивающихся с *февраля*, максимальный размер моллюсков равен 48 мм на 11 месяце экспонирования субстратов в декабре, а в «апрельском» сообществе – в октябре, на 7 месяце развития ценоза.

Таким образом, средний и максимальный размер моллюсков существенно меняется в зависимости от начала экспонирования субстратов. Максимальных размеров мидии достигают на 6 - 12 месяце экспонирования образцов, а их величины могут составлять 20 - 53 мм.

Резкое или плавное включение митилид в сообщества разного возраста в течение месяца наблюдается на фоне доминирования различных видов (рис. 3).

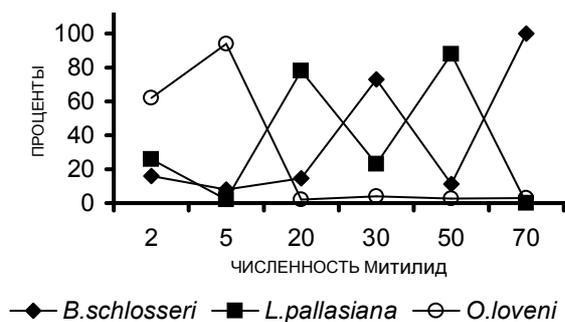


Рисунок 3 – Соотношение макрообитателей (%) в сообществах в период оседания митилид

На рис. 3 представлено увеличение количества митилид в сообществах в течение месяца в период максимального содержания личинок в планктоне (май - сентябрь) в зависимости от количественного соотношения макрообитателей на субстрате. Моменту резкого (15 - 67 экз. мес. · 40 см<sup>2</sup>) увеличения численности мидий в сообществах разного возраста соответствует функционирование на субстрате мшанки *Lepralia pallasiana* Moll и колониального оболочника *B. schlosseri*, составляющих в сумме от 51 до 97 % от общего числа макрообитателей. Количество их, при этом, находится в противофазе.

Постепенное (2 - 11 экз. мес. · 40 см<sup>2</sup>) включение митилид в сообщество происходит на фоне доминирования гидроида *O. loveni*, численность которого составляет от 50 до 99 % доли макрообитателей на пластинах. Суммарная численность ботриллюса *B. schlosseri* и мшанки *L. pallasiana* в этих случаях находится в пределах 0 - 45 % общего числа макрообитателей.

В других районах побережья Крыма (Каламитский залив, район мыса Тарханкут, бухта Ласпи в 1989 - 1993 гг.) выявлено иное развитие митилид [3]. Максимальное содержание их на коллекторах выявлено при установке носителей с *января* по *апрель*. Развитие сообществ с *мая* по *июль* обеспечивает доминирование на первых этапах сукцессии баянуса. Моллюски появляются в обрастании через 10 месяцев в период весеннего нереста. Гидроиды определяют первые этапы развития сообществ при установке субстратов в *августе* - *декабре*. Включение митилид происходит в эти сообщества через 2 - 6 месяцев.

Таким образом, в различных районах моря в зависимости от начальной точки развития сообществ существенно меняется динамика численности митилид, их размерные характеристики и время формирования доминирующих поселений, что следует учитывать при культивировании.

#### Литература

1. Далекая Л.Б. Влияние структуры предшествующих сообществ на оседание мидий // Научно-технические проблемы марикультуры в стране : мат. всесоюз. конф. 23 - 28 октября 1989 г. – Владивосток, 1989. – С. 80 - 81.
2. Далекая Л.Б. Особенности сукцессии сообществ обрастания на искусственных субстратах // Риб. гос-во України. – 2004. – № 7. – С. 182 - 188.

3. *Далекая Л.Б.* Развитие сообществ макрообрастания в Каламитском заливе // Современные технологии мониторинга и освоения природных ресурсов южных морей. – Ростов н/Д, 2005. – С. 53 - 56.
4. *Далекая Л.Б.* Особенности развития макрообрастания на искусственных субстратах в Севастопольской бухте // Риб. гос-во України. – 2005. – № 7. – С. 82 - 85.
5. *Далекая Л.Б.* Первичная сукцессия сообществ обрастания на искусственных субстратах в Севастопольской бухте // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту : сер. Біол. – 2010. – № 3 (44). – С. 69 - 71.
6. *Далекая Л.Б., Шадрина Л.А.* Роль качественной характеристики субстрата в оседании мидий // Сырьевые ресурсы и биологические основы рационального использования промысловых беспозвоночных : материалы всес. совещ. 22 - 24 ноября 1988 г. – Владивосток, 1988. – С. 64.
7. *Звягинцев А.Ю.* Морское обрастание в северо-западной части Тихого океана. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 431 с.
8. *Казанкова И.И., Щуров С.В.* Сезонная и годовая скорость оседания мидии, митилястера и анадары в прибрежных водах Юго-Западного Крыма // Системы контроля окружающей среды. Средства, информационные технологии и мониторинг. – Севастополь, 2009. – С. 398 - 400.
9. *Ошурков В.В.* Сукцессия и структура мелководных сообществ обрастания // Изучение процессов морского биообрастания и разработка методов борьбы с ним. – Л.: АН СССР, 1987. – С. 28 - 36.
10. *Протасов А.А.* Пресноводный перифитон. – К.: Наукова думка, 1994. – 307 с.
11. *Раилкин А.И.* Колонизация твердых тел бентосными организмами. – СПб.: СПб. ун-т, 2008. – 427 с.
12. *Раилкин А.И., Бабков А.И.* Стандартизация биологических испытаний. Различия в обрастании пластин на гидрокарусели, гидрофлюгере и неподвижном устройстве // Вестник ЛГУ : сер. 3. – 1990. – Вып. 3 (№ 17). – С. 19 - 28.
13. *Таможняя В.А.* Обмен метаболитами с окружающей средой в популяции *Mytilus galloprovincialis* // Биология моря. – 1991. – № 3. – С. 85 - 93.
14. *Шурова Н.М., Варигин А.М.* Изменение качественного состава и количественных характеристик гидробионтов мидиевых сообществ северо-западной части Черного моря // Экология моря. – 1986. – № 24. – С. 74 - 78.

## ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ POLYCHAETA В ОБРАСТАНИИ МИДИЙНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ (КРЫМ, ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Е. В. Лисицкая

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины (ИнБИОМ НАНУ)

*В результате круглогодичного мониторинга обрастания мидийных коллекторов из марихозийств, функционирующих у берегов Крыма, получены данные по видовому составу Polychaeta. Идентифицирован 21 вид многощетинковых червей, относящихся к 12 семействам. Доминировали виды Nereis zonata, Platynereis dumerilii (Nereididae) и Polyopthalmus pictus (Opheliidae). Обнаруженные на коллекторах полихеты Hydroides dianthus, Pomatoceros triqueter и Janua pagenstecheri при массовом развитии могут оказывать негативное влияние на культивируемых моллюсков и наносить ущерб марихозийствам.*

Ключевые слова: марихозийство, мидийный коллектор, обрастание, Polychaeta, Крым, Черное море

Одной из перспективных отраслей марикультуры является мидиеводство. Существуют разнообразные технологии и технические средства для выращивания моллюсков. В Черном море для сбора из планктона личинок мидий и их последующего подращивания применяют мидийные носители с закрепленными на них коллекторами [7]. На коллектора, кроме мидий, интенсивно оседают и личинки других обрастателей. Одним из постоянных компонентов обрастания мидийных коллекторов являются многощетинковые черви. Некоторые виды полихет могут оказывать негативное влияние на культивируемых моллюсков. Цель работы – изучить видовое разнообразие многощетинковых червей, обитающих в обрастании мидийных коллекторов марихозийств, функционирующих у берегов Крыма (Черное море).

### Материалы и методы

Исследования проведены в 2010 г., материалом послужили пробы обрастания, собранные к.б.н., с.н.с. отдела экологии бентоса ИнБИОМ НАН Украины В.А. Гринцовым с экспериментальных коллекторов, выставленных в море в марихозийствах, расположенных в бухтах Ласпи (Южный берег Крыма) и Мартыновой (район г. Севастополя, Юго-Западный Крым). Полихет отбирали ежемесячно с фрагментов коллекторов длиной 0,5 м, подвешенных на глубине 2,5 м. Обработка проб выполнена в лаборатории отдела аквакультуры и морской фармакологии ИнБИОМ НАН Украины.

### Результаты и обсуждение

В период исследований идентифицирован 21 вид многощетинковых червей, относящихся к 12 семействам. По четыре вида отмечено для семейств Nereididae и Syllidae, остальные семейства были представлены 1 - 2 видами (таблица).

В обрастании мидийных коллекторов на марифермах постоянно встречались и доминировали по численности многощетинковые черви *Nereis zonata*, *Platynereis dumerilii* (Nereididae) и *Polyopthalmus pictus* (Opheliidae). Максимальные значения численности были отмечены для *P. dumerilii* (420 экз./м коллектора) и *N. zonata* (248 экз./м коллектора) в декабре 2010 г. Численность других видов Nereididae не превышало 16 экз./м коллектора. Численность *P. pictus* изменялось в течение года и увеличивалась в июне до 68 экз./м коллектора. У берегов Крыма указанные виды преобладают в обрастании естественных и искусственных субстратов [2 - 4]. На коллекторах модульного мидийного хозяйства «Магри», расположенного в восточной части Черного моря в районе г. Сочи Краснодарского края было обнаружено 6 видов полихет, доминировали те же представители Nereididae [8].

К видам, обитающим среди водорослей на искусственных и скальных субстратах, относятся черви семейств Polynoidae и Pholoidae [2, 4]. В обрастании мидийных коллекторов *Harmothoe reticulata* и *H. imbricata* встречались в незначительном количестве (1 - 4 экз./м коллектора), численность *Pholoe inornata* была выше – до 34 экз./м коллектора.

Многощетинковые черви семейства Syllidae, встречаются преимущественно среди зарослей макрофитов на прибрежных камнях и скалах [2, 4]. В обрастании бетонного мола в районе Севастополя они были отмечены единично [3]. При исследовании обрастания гидротехнических сооружений в Одесском порту представители этого семейства обнаружены не были [6]. Подвижные

## Таксономический состав Polychaeta в обрастании мидийных коллекторов марихозийств

Таксон	Бухта Мартынова	Бухта Ласпи
Polynoidae		
<i>Harmothoe imbricata</i> Linnaeus, 1767	+	
<i>Harmothoe reticulata</i> (Claparède, 1870)	+	+
Pholoidae		
<i>Pholoe inornata</i> Johnston, 1839	+	+
Phyllodocidae		
<i>Eulalia viridis</i> (Linnaeus, 1767)		+
<i>Phyllodoce</i> sp.	+	
Syllidae		
<i>Syllis hyalina</i> (Grube, 1863)	+	+
<i>Syllis prolifera</i> Krohn, 1852	+	+
<i>Trypanosyllis zebra</i> (Grube, 1860)	+	
<i>Salvatoria clavata</i> (Claparède, 1863)		+
Nereididae		
<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847)	+	+
<i>Nereis zonata</i> Malmgren, 1867	+	+
<i>Perinereis cultrifera</i> (Grube, 1840)	+	+
<i>Platynereis dumerilii</i> (Aud. et M.-Edwards, 1834)	+	+
Eunicidae		
<i>Lysidice ninetta</i> Audouin et M.-Edwards, 1833	+	+
Dorvilleidae		
<i>Dorvillea rubrovittata</i> (Grube, 1855)		+
Spionidae		
<i>Polydora cornuta</i> Bosc, 1802	+	
Opheliidae		
<i>Polyopthalmus pictus</i> (Dujardin, 1839)	+	+
Sabellidae		
<i>Fabricia sabella</i> (Ehrenberg, 1836)		+
Serpulidae		
<i>Hydroides dianthus</i> (Verrill, 1873)	+	
<i>Pomatoceros triqueter</i> (L., 1767)	+	+
Spirorbidae		
<i>Janua pagenstecheri</i> (Quatrefages, 1865)	+	

мидийные коллектора, вероятно, не являются постоянной средой обитания этих видов. В период исследований численность *Syllis hyalina* и *S. prolifera* не превышала 4 экз./м коллектора, *Trypanosyllis zebra* обнаружены только на ферме в б. Мартыновой, а *Salvatoria clavata* – в б. Ласпи.

Единично отмечены и представители семейств Phyllodocidae (*Eulalia viridis*, *Phyllodoce* sp.), Dorvilleidae (*Dorvillea rubrovittata*) и Sabellidae (*Fabricia sabella*). Перечисленные виды широко распространены в Черном море [2, 4].

Большинство полихет обрастания мидийных коллекторов по типу питания полифаги, они добывают пищу с поверхности субстрата и не являются конкурентами видам-сестонофагам, в том числе и выращиваемым моллюскам. Однако некоторые виды многощетинковых червей могут оказывать негативное влияние на культивируемых мидий. Указанные для фауны Черного моря полихеты рода *Polydora* *P. ciliata* и *P. websteri* способны перфорировать твердые известковые субстраты и створки моллюсков [2, 4, 5]. В период исследований на коллекторах мидийных ферм эти виды обнаружены не были. В бухте Мартыновой нами отмечены многощетинковые черви другого вида этого рода – *P. cornuta*, они обитают в илстых трубках и не поражают раковины мидий. По данным К.А. Виноградова, способностью перфорировать обладает и *Lysidice ninetta* (Eunicidae) [2]. На мидийных коллекторах эти черви встречались постоянно, но их количество не превышало 8 экз./м коллектора.

Многощетинковые черви семейств Serpulidae (*Pomatoceros triqueter*) и Spirorbidae (*Janua pagenstecheri*) строят известковые трубки на поверхности камней и различных твердых субстратов, в том числе и на раковинах моллюсков [2, 4]. На пластинках коллекторов и створках мидий они отмечены единично. Новый для фауны Черного моря вид *Hydroides dianthus* (Serpulidae) был обнаружен нами на ферме в бухте Мартыновой [1]. В 2009 г. его численность достигала 30 экз. на

створку мидии, а в 2010 г. на коллекторах встречались мидии, покрытые сплошной коркой из трубок *H. dianthus*. Необходимо отметить, что этот вид был обнаружен и на устрицах *Crassostrea gigas*, выращиваемых в экспериментальном хозяйстве «Государственный океанариум» в бухте Казачья [1]. Увеличение численности *H. dianthus* может привести к обильному обрастанию домиками полихет створок культивируемых моллюсков, а также гидротехнических конструкций ферм. По типу питания полихеты указанных семейств являются фильтраторами и при массовом развитии могут конкурировать с мидиями за пищу.

### Заключение

В период исследований в обрастании мидийных коллекторов марихозяйств, функционирующих у берегов Крыма (Черное море) идентифицирован 21 вид многощетинковых червей, относящихся к 12 семействам. В течение года по численности преобладали *N. zonata*, *P. dumerilii* (Nereidae) и *P. pictus* (Opheliidae). Обнаруженные виды *L. ninetta*, *H. dianthus*, *P. triqueter* и *J. pagenstecheri* при массовом развитии могут оказывать негативное влияние на культивируемых моллюсков и наносить ущерб марихозяйствам.

### Литература

1. Болтачева Н.А., Лисицкая Е.В., Лебедовская М.В. Новый для Черного моря вид полихет *Hydroides dianthus* (Verrill, 1873) (Polychaeta: Serpulidae) из прибрежных вод Крыма // Мор. экол. журн. – 2011. – Т. 10, № 2. – С. 34 - 38.
2. Виноградов К.А. К фауне кольчатых червей (Polychaeta) Черного моря // Тр. Карадаг. биол. ст. – 1949. – Вып. 8. – С. 3 - 84.
3. Гринцов В.А., Мурина В.В. Некоторые вопросы экологии полихет – обитателей искусственного рифа прибрежного района Севастополя // Экология моря. – 2002. – Вып. 61. – С. 45 - 48.
4. Киселева М.И. Многощетинковые черви (Polychaeta) Черного и Азовского морей. – Апатиты, 2004. – 409 с.
5. Лисицкая Е.В., Болтачева Н.А., Лебедовская М.В. Новый для фауны Украины вид *Polydora websteri* Hartman, 1943 (Polychaeta: Spionidae) из прибрежных вод Крыма (Черное море) // Мор. экол. журн. – 2010. – Т. IX, № 2. – С. 74 - 80.
6. Лосовская Г.В., Синегуб И.А., Рыбалко А.А. Сравнение видового состава и количественного развития полихет обрастания и бентоса на примере Одесского порта // Мор. экол. журн. – 2004. – Т. 3, № 1. – С. 51 - 58.
7. Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В. Выращивание мидий и устриц в Черном море // Образовательная научно-техническая серия для морских фермеров : Практическое руководство / под ред. В.Н. Еремеева; НАН Украины, ИнБЮМ им. А.О. Ковалевского. – Севастополь: [DigitPrint], 2010. – Вып. 2. – 424 с.
8. Яхонтова И.В. Сообщество обрастания мидийных коллекторов в восточной части Черного моря : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.18/ВНИРО. – М., 2008. – 25 с.

УДК 639.42(262.5)

## ОБРАСТАНИЕ РАКОВИНЫ ГИГАНТСКОЙ УСТРИЦЫ *CRASSOSTREA GIGAS* (THUNBERG, 1793), ВЫРАЩИВАЕМОЙ В БУХТЕ КАЗАЧЬЯ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

М. В. Лебедовская<sup>1, 2</sup>, Л. Б. Далекая<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский центр Вооруженных Сил Украины «Государственный океанариум»

<sup>2</sup>Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины (ИнБЮМ НАНУ)

*Проведены исследования видового состава сообщества обрастания, формируемого на раковинах гигантской устрицы, выращиваемой в бухте Казачья (Черное море). Было выявлено, что видовой состав обрастания зависит от продолжительности развития сообществ. Увеличение продолжительности экспонирования в море способствует расширению видового разнообразия обрастателей и росту их численности. Определены 6 родов прикрепленных инфузории и 26 видов макробрастателей, относящихся к 8-ми крупным таксонам.*

Ключевые слова: гигантская устрица, прикрепленные инфузории, макроорганизмы обрастания, культивирование, Черное море

### Введение

С 1980 года в Украине ведутся работы по усовершенствованию технологии культивирования гигантской, или как ее еще называют, тихоокеанской или же японской, устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), завезенной в Черное море для замены исчезающей черноморской устрицы *Ostrea edulis* L. [3, 4, 9, 10].

При вселении нового вида гидробионта решающее значение для его дальнейшего распространения имеет наличие конкурентов среди местной фауны [2].

Наши исследования выполнялись на базе экспериментального устричного хозяйства Научно-исследовательского центра Вооруженных Сил Украины «Государственный океанариум» в бухте Казачья, расположенной на юго-западной оконечности Крымского п-ова в 15 км от центра г. Севастополя. Максимальные глубины отмечаются на выходе из бухты (23 м), средняя часть имеет глубины 10...15 м, вершинная (кутовая) часть бухты наиболее мелководная, для нее характерны глубины от 0,6 до 2,5 м. Из всех бухт в районе г. Севастополя бухта Казачья наименее подвержена антропогенному влиянию, хорошо защищена от штормов и имеет относительно небольшие глубины, что делает ее одной из самых перспективных бухт для развития марикультуры.

Культивирование гигантской устрицы в Научно-исследовательском центре Вооруженных Сил Украины «Государственный океанариум» в бухте Казачья проводится с 2002 г., за это время разработана технология получения личинок и спата устриц в лабораторных условиях, технология подращивания молоди устриц в естественных условиях на носителе [5 - 7]. До настоящего времени изучению сообщества организмов обрастания в марикультуре уделялось мало внимания. Однако, известно, что сообщество обрастания может вступать в биологическое взаимодействие с культивируемыми моллюсками и влиять на темпы их роста и кондиционные показатели.

В этой связи, задачей нашей работы было определить видовой состав, численность и их сезонные изменения в поселениях гидробионтов, участвующих в формировании сообщества обрастания гигантской устрицы.

### Основная часть

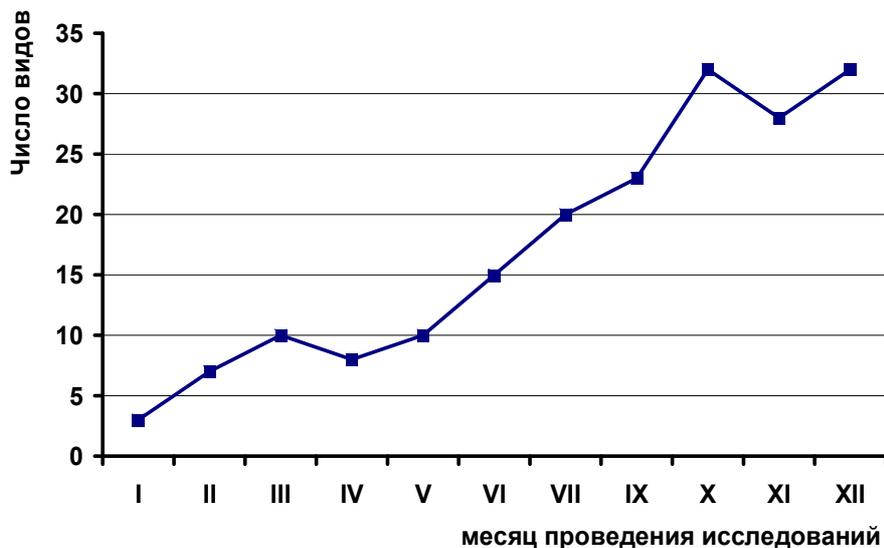
Нами исследована динамика оседания организмов-обрастателей на створках гигантской устрицы, выращиваемой в бухте Казачья, в течение 2009 г. Двухгодовалые моллюски в декабре 2008 г. были предварительно с помощью щеток очищены от обрастания и размещены в садках, обшитых хамсеросом, на носителе в центральной части бухты Казачья на расстоянии 80 м от берега. Расстояние от садков до дна составляло 4 - 5 м, от садков до поверхности – 2 - 3 м. Дно в районе установки носителя каменисто-песчаное. Для исследования сообщества макрообрастателей ежемесячно обследовали по 10 устриц, всего обследовано 120 моллюсков. Видовой состав и численность обрастателей определяли на живом материале в кюветах с морской водой. Исследование проводили под микроскопом МБС-10 в 5 полях зрения, затем рассчитывали среднее значение и пересчитывали количество обрастателей на 10 см<sup>2</sup> площади поверхности раковины устрицы.

**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ АКВАКУЛЬТУРЫ**

Для последующего уточнения видовой принадлежности некоторых обрастателей помещали в 70 %-ный спирт. Для колониальной мшанки *Lepralia pallasiana* рассчитывали относительную площадь обрастания в процентах от общей площади поверхности раковины устрицы.

В результате проведенных исследований на поверхности раковин устриц было выявлено сообщество обрастателей, представленное 6 родами прикрепленных инфузорий и 26 видами макрообрастания, относящихся к следующим таксонам: гидроидные полипы – 4, актинии – 1, усонogie раки – 1, полихеты – 7, мшанки – 3, двустворчатые моллюски – 2, оболочники – 2, водоросли: красные – 2, бурые – 1 и зеленые – 3.

Было выявлено, что видовой состав обрастания зависит от продолжительности развития сообществ. Увеличение продолжительности экспонирования в море способствует расширению видового разнообразия обрастателей и росту их численности. Если через два месяца после выставления устриц на носитель в море на поверхности их раковин обнаружено лишь 7 видов обрастателей: прикрепленные инфузории, мшанки, оседающие ботриллюсы и проростки макрофитов-энтероморфы, церамиума и падины, то через 12 месяцев видовое разнообразие обрастателей увеличивается до 32 видов, а численность некоторых видов возрастает в несколько раз (рисунок).



**Колебания числа видов в сообществе обрастания на раковинах гигантской устрицы, выращиваемой в бухте Казачья**

связано с видовыми особенностями развития. Вместе с тем, отмечено уменьшение численности прикрепленных инфузорий с увеличением продолжительности формирования сообщества обрастания. Прикрепленные инфузории, образуя небольшую биомассу, не оказывают существенного влияния на выращиваемых устриц.

Макроорганизмы обрастания представлены гидроидами (*Bougainvillia megas*, *Obelia loveni*, *O. longissima*, *Aglaophenia pluma*); оболочниками (*Molgula euprocta*, *Botryllus schlosseri*); усоногим раком (*Balanus improvisus*); мшанками (*Bowerbankia imbricate*, *Conopeum seurati*, *Lepralia pallasiana*); актинией (*Actinia eguina*); многощетинковыми червями (*Spirorbis pusilla*, *Fabricia sabella*, *Sabellaria taurica*, *Pomatoceros triqueter*, *Ficopomatus enigmatica*, *Janua pagenstecheri*, *Hydroides dianthus*) [8]; двустворчатыми моллюсками (*Mytilus galloprovincialis*, *Mytilaster lineatus*) и водорослями: красными (*Collithamnion corimbozum*, *Ceramium rubrum*), бурыми (*Padina pavonica*), зелеными (*Cladophora albida*, *Enteromorpha intestinalis*, *Ulva rigida*).

Колонии оболочника *B. schlosseri* выявлены в сообществах обрастателей устриц через два месяца после их выставления в море, они состояли из 15 - 30 зооидов. Через год количество зооидов в скоплении ботриллюса достигало 400 экземпляров, они располагались в общей тунике эллипсоидными группами по 10 экземпляров в группе. Часть устриц была полностью покрыта колониями ботриллюса, толщина скоплений оболочника достигала 2 мм. При обследовании садков с молодью устриц, было обнаружено несколько погибших годовиков, полностью покрытых колониями *B. schlosseri*, вероятно, массовое развитие колониальных асцидий может представлять угрозу для спата и молоди устриц.

Отдельные виды обрастателей присутствуют постоянно, во все сезоны, другие встречаются эпизодически и существуют непродолжительное время.

Постоянно в обрастании створок устриц присутствуют различные виды прикрепленных инфузорий родов: *Zootamnium*, *Ephelota*, *Folliculina*, *Vorticella*, *Dendrosoma* и *Acineta*. Процентное соотношение различных видов инфузорий варьирует в зависимости от времени года и

### Заключение

Таким образом, культивирование устриц на носителях обеспечивает новые экологические ниши для поселения гидробионтов, способствуя сохранению и увеличению видового разнообразия и росту их численности. Однако, учитывая то, что некоторые виды являются пищевыми конкурентами выращиваемых устриц, необходимо продолжить изучение взаимоотношений гигантской устрицы с организмами-обрастателями.

### Литература

1. *Золотницкий А.П.* Биологические основы культивирования промысловых двустворчатых моллюсков (*Bivalvia*, *Mytiliformes*) в Черном море : автореф. дис. ... докт. биол. наук : спец. 03.00.17 «Гидробиология». – К., 2004. – 35 с.
2. *Ладыгина Л.В.* Микроводоросли как кормовые объекты личинок мидий и устриц : автореф. дис. ... канд. биол. наук : спец. 03.00.17 «Гидробиология». – Севастополь, 2007. – 24 с.
3. *Орленко А.Н., Золотницкий А.П.* Опыт получения спата японской устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg), акклиматизируемой в Черном море // Международный симпозиум по современным проблемам марикультуры в соц. странах : тезисы докладов. 25 сентября - 1 октября 1989 г., Анапа. – М., 1989. – С. 68 - 69.
4. *Пиркова А.В., Ладыгина Л.В.* Определение оптимальных условий роста и выживаемости личинок устрицы *Crassostrea gigas* на разных стадиях развития // Морские технологии: проблемы и решения - 2004 : Спецвыпуск, подготовленный по материалам научно-практической конференции. – Рыбное хозяйство Украины. – 2004. – № 7. – С. 173 - 177.
5. *Зевина Г.Б.* Обрастания в морях СССР. – М: МГУ, 1972. – 219 с.
6. *Лебедовская М.В.* Особенности роста спата тихоокеанской устрицы (*Crassostrea gigas*) в контролируемых условиях // Морские технологии: проблемы и решения - 2005 : Спецвыпуск подготовленный по Материалам IV международной научно-практической конференции. – Рыбное хозяйство Украины – 2005. – № 7. – С. 100 - 102.
7. *Лебедовская М.В.* Микробиологические аспекты культивирования личинок гигантской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) в марихозияствах (предварительное сообщение) // Экология моря. – 2008. – Вып. 75. – С. 77 - 81.
8. *Лебедовская М.В., Андреева Н.А.* Исследования микрофлоры устриц *Ostrea edulis* и *Crassostrea gigas* при совместном содержании в марихозиястве в бухте Казачья // Екологічні проблеми Чорного моря : мат. міжнарод. науково-практичн. конференції. Одеса, 31 травня - 1 червня 2007 р. – Одесса, 2007. – С. 198 - 201.
9. *Лебедовская М.В., Болтачева Н.А.* Фауна Polychaeta, ассоциированная с устрицей *Crassostrea gigas*, культивируемой в Черном море // Биоразнообразие и устойчивое развитие : тезисы докладов Международной научно-практической конференции. Симферополь, 19 - 22 мая 2010 г. – Симферополь, 2010. – С. 74 - 76.

## ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РОСТА И МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM С РАЗЛИЧНОЙ ОКРАСКОЙ РАКОВИНЫ

Н. С. Челядина

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины (ИнБИОМ НАНУ)

*Установлено, что темпы роста исследованных цветовых морф и размерных групп культивируемых мидий отличались высокой индивидуальной вариабельностью ( $CV = 41 - 93 \%$ ). Темпы роста мидий с черной окраской раковины достоверно превосходят темпы роста мидий с коричневой окраской. Толщина раковины мидий является наиболее изменчивой характеристикой, которая у мидий из б. Мартынова имела максимальный  $CV = 37,2 \%$ , что может указывать на неблагоприятные условия для роста моллюсков в этой акватории.*

Ключевые слова: мидия, индивидуальная изменчивость, фенотип, рост, морфометрия

### Введение

Скорость роста животных является важнейшим интегральным показателем степени благоприятности факторов среды для данного вида в конкретном биотопе [19].

Прирост длины раковины мидий из месяца в месяц подвержен значительному колебанию в пределах от 0 до 14,5 мм и зависит от месяца оседания личинок. С увеличением возраста, а, следовательно, и их размеров, прирост раковины в длину уменьшается [15].

Скорость роста мидии *M. galloprovincialis* определяется экологическими факторами среды, генетическими механизмами регуляции и фенотипическими особенностями организма моллюска [19]. Имеются многочисленные исследования о влиянии экологических факторов среды на рост мидий [8 - 10, 17]. К наиболее важным факторам относится влияние температуры морской воды [11]. Совокупное действие факторов среды определяется не только характеристиками роста раковины мидии в длину, но и ее увеличением в двух других основных измерениях – в ширину и высоту. Изменения соотношений между ними могут служить показателем влияния конкретных условий обитания на морфологические особенности животного. Существующее разнообразие форм мидий лишь доказывает роль индивидуальной изменчивости в формировании раковины черноморских мидий под влиянием факторов среды.

Морфометрические параметры мидий имеют адаптивное значение, поэтому являются удобными маркерными признаками, учитывая которые можно судить о состоянии окружающей водной среды в условиях техногенного пресса. Показательными в этом отношении признаками являются аномалии роста и вариации формы раковин моллюсков. Известны данные об угнетении линейного роста мидий, увеличении частоты деформаций их раковин при повышенном содержании тяжелых металлов и нефтепродуктов в среде обитания [4].

При изучении изменчивости раковин мидий выделено два механизма адаптации к техногенному прессингу: увеличение выпуклости (D/L), относительной высоты (H/L) и толщины раковин [5].

Различия в скорости роста черноморских мидий с черной и коричневой окраской раковины отмечали ряд авторов [11, 20]. Однако эти данные о росте мидий в естественных 18 или коллекторных поселениях, имеют усредненный характер [11]. При анализе усредненных данных роста моллюсков нивелируются закономерности, свойственные динамике роста каждого исследуемого моллюска, которые необходимо учитывать в последующих теоретических обобщениях. В результате такого усреднения возникает несоответствие между индивидуальными характеристиками роста и обычно получаемыми популяционными показателями [7].

В связи с этим было интересно определить индивидуальные темпы роста коллекторных разноразмерных мидий с черной и коричневой окраской раковины, оценить роль экологических факторов среды в индивидуальной изменчивости морфометрических параметров.

### Материалы и методы

Сбор материала проводили с веревочных коллекторов (на глубине 3 - 4 м) экспериментальных мидийных ферм внешнего рейда, в бухтах Мартынова и Ласпи, созданных с участием ИнБИОМ, в 2004 - 2010 гг. Исследовали коллекторные мидии *M. galloprovincialis* с длиной створки  $30,20 \pm 0,02$  мм и  $50,30 \pm 0,04$  мм. Данный выбор позволил ограничить вариабельность моллюсков по длине раковины.

Окраску раковины моллюска определяли по методике, предложенной Драголи [6]. Длину, высоту и ширину раковины измеряли при помощи штангенциркуля с точностью до 0,1 мм. Для определения индивидуального роста моллюска использовали маркировку, которую наносили тонкой

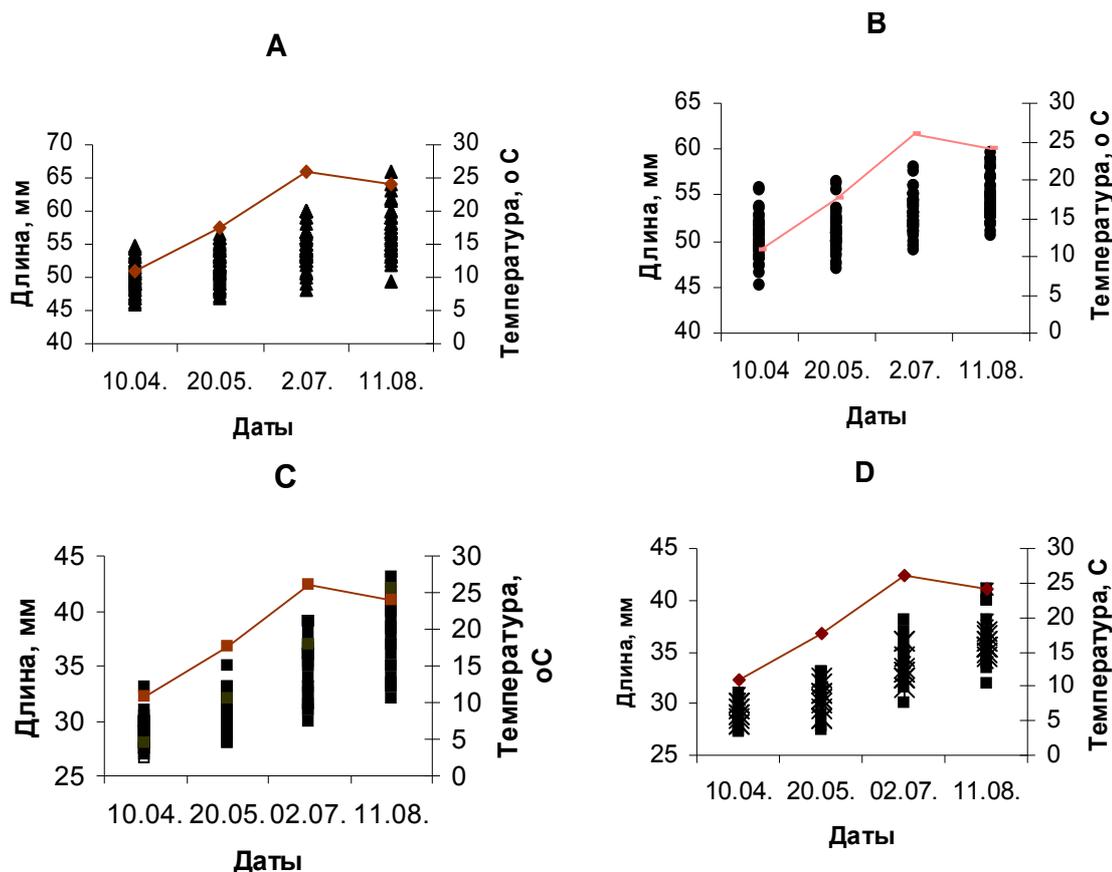
иглой на каждую створку мидии. Мидий рассаживали по пять штук в отдельные фрагменты сетки и через каждый месяц рассчитывали прирост.

Для описания и идентификации раковин мидий проводили измерения следующих параметров: L – длина, H – высота, D – ширина, согласно терминологии [3]. Толщину створки раковины на единицу ее поверхности рассчитывали по формуле, предложенной Косса с соавторами [21]. Полученные результаты обработаны статистически [16].

### Результаты и обсуждение

Мы оценивали индивидуальную вариабельность роста коллекторных разноразмерных черноморских мидий с черной и коричневой окраской створки. Изучение длины створки моллюсков в течение весенне - летнего сезона 2009 г. из бухты Мартынова показало высокую вариабельность этого признака у моллюсков в обеих размерных группах с различной окраской раковины (рисунк).

Индивидуальные темпы прироста разноразмерных мидий с черной и коричневой окраской раковины из б. Мартынова показаны в табл. 1.



Индивидуальная изменчивость длины раковины мидий в зависимости от окраски и температуры воды (А – 50 мм черная окраска, n = 100; В – 50 мм коричневая окраска, n = 100; С – 30 мм черная окраска, n = 100; D – 30 мм коричневая окраска, n = 105)

Таблица 1 – Прирост раковин мидий *M. galloprovincialis*

Размер	Прирост, мм сут. <sup>-1</sup>							
	30 мм (n = 200)				50 мм (n = 205)			
Интервал	Черные	CV %	Коричневые	CV %	Черные	CV %	Коричневые	CV %
10.04-20.05	0,050 (0,010-0,100)	53	0,039 (0,005-0,100)	76	0,040 (0,003-0,100)	63	0,020 (0,010-0,086)	93
20.05-2.07	0,096 (0,018-0,233)	48	0,073 (0,012-0,128)	53	0,066 (0,011-0,140)	45	0,045 (0,006-0,110)	51
2.07-11.08	0,072 (0,011-0,125)	41	0,055 (0,010-0,125)	51	0,050 (0,013-0,125)	65	0,043 (0,005-0,100)	68
Общий прирост	0,073 ± 0,04		0,056 ± 0,03		0,054 ± 0,03		0,036 ± 0,025	

Мидии с длиной раковины 30 мм достоверно превосходят по темпам роста мидий 50 мм размера обеих цветовых морф (различия между средними размерами статистически достоверны для уровня значимости  $P = 0,05$  и числа степеней свободы  $k = 162 - 30$  мм мидии,  $t_{\phi} - 6,14 > t_{st} - 2,59$ ;  $k = 315 - 50$  мм мидии). Мидии с черной окраской раковины обеих размерных групп достоверно превосходили по темпу роста мидий с коричневой окраской раковины, независимо от размера моллюсков ( $t_{\phi} - 3,0 > t_{st} - 2,6$  для уровня значимости  $p = 0,05$  и числа степеней свободы  $k = 84 - 30$  мм мидии черного фенотипа,  $k = 78 - 30$  мм мидии коричневого фенотипа;  $t_{\phi} - 5,76 > t_{st} - 1,97$  для уровня значимости  $p = 0,05$  и числа степеней свободы  $k = 162 - 50$  мм мидии черного фенотипа,  $k = 153 - 50$  мм миди коричневого фенотипа).

В течение исследуемого периода. прирост мидий изучаемых размерных групп и фенотипов был низким и неравномерным. С апреля по июль отмечали более высокий темп роста (табл. 2). С июля по август замедление темпов роста. Это было связано с недоступностью пищевого фитопланктона (фитопланктон содержал крупные колониальные виды, а также виды водорослей, не представляющие пищевой ценности для моллюсков). В июле - августе было отмечено снижение суммарной численности фитопланктона (в т. ч. кормового), в связи с аномально высокой температурой в этот год [14]. Сравнение полученных данных скорости прироста мидий аналогичного размера для б. Мартынова с результатами более ранних исследований из б. Ласпи показало, уменьшение скорости прироста мидий из б. Мартынова практически в 2 раза [11]. Это можно объяснить тем, что сравнивались мидии, снятые с ферм, расположенных в акваториях с различной гидрохимической структурой вод, кормовой базой, а также с ухудшением экологической обстановки за последние годы.

При изучении индивидуальной вариабельности роста моллюсков более информативным показателем является оценка индивидуальной вариабельности морфометрических показателей. Морфометрическая структура поселений *M. galloprovincialis* определяется не только их генетическими особенностями, но и зависимостями их морфологических характеристик от условий среды. При изучении черноморских мидий естественных поселений из различных биотопов, авторы отмечали вариабельность морфологических и морфометрических характеристик [1, 2, 13]. Однако целью этих работ было в основном идентификация черноморских мидий, как вида *M. galloprovincialis*.

Расчитанные значения коэффициенты вариации морфометрических параметров приведены в табл. 2.

Каждому признаку свойственна определенная величина индивидуальной изменчивости, причем разные признаки одного генотипа варьируют под действием факторов среды неоднозначно, т.е. для каждого признака характерны свои пределы его варьирования. Расчет коэффициента вариации CV, удобен для сравнительной оценки различных выборочных совокупностей [12].

Следует отметить вариабельность такого морфометрического показателя, как толщина створки во всех размерных группах и фенах. Коэффициент вариации толщины створки изменялся в зависимости от места обитания мидий. Мидии из б. Мартынова имели самый высокий CV, равный 30,3 - 37,1 %. Наибольшую вариабельность этого показателя проявила группа мидий с размером раковин 30 мм с черной окраской створок. Изменчивость по длине, ширине и высоте также была выше в размерной группе мидий 30 мм, которые были взяты из различных ферм, и не зависела от

Таблица 2 – Вариабельность морфометрических характеристик культивируемых мидий с черной и коричневой окраской раковины

Ферма/ год	CV, %											
	30 мм											
	Коричневые						Черные					
	L	H	D	тол- щина	H/L	D/L	L	H	D	тол- щина	H/L	D/L
Внешний рейд, 2004 г.	16,8	14,9	17,8	<b>17,3</b>	6,6	8,3	16,1	18,9	17,8	<b>20,1</b>	15,3	8,7
б. Мартынова, 2007, 2008 гг.	13,1	15,6	16,3	<b>30,3</b>	13,8	8,6	12,7	17,4	19,2	<b>37,2</b>	14,8	14,9
б. Ласпи, 2010 г.	12,9	15,3	14,5	<b>20,1</b>	11,0	7,0	8,5	7,2	11,9	<b>23,4</b>	5,5	8,5
	50 мм											
Внешний рейд, 2004 г.	5,1	7,1	6,4	<b>16,3</b>	8,8	6,5	4,6	6,7	7,6	<b>18,1</b>	5,9	6,2
б. Мартынова, 2007, 2008 гг.	11,3	11,8	15,4	<b>19,3</b>	5,6	11,5	7,9	9,7	12,0	<b>22,3</b>	7,5	9,1
б. Ласпи, 2010 г.	7,0	8,6	16,0	<b>17,2</b>	8,6	15,7	5,9	7,9	13,3	<b>19,5</b>	6,2	13,0

окраски раковины моллюска. Как известно, показатель выпуклости раковины (D/L) является наиболее изменчивым признаком в определенных условиях техногенного загрязнения [5]. По результатам наших исследований на изучаемых фермах вариабельность этого показателя была низкой и не зависела от окраски раковины и размера мидии (разная степень техногенного загрязнения на фермах).

Проведенные исследования позволяют сделать следующие заключение:

1. Мидии с черной окраской створки, особенно длиной 30 мм, превосходят по темпам роста мидий с коричневой окраской створки.
2. Установлена высокая индивидуальная вариабельность ( $CV = 41 - 93 \%$ ) скорости роста мидий исследованных размерных групп, как с черной, так и с коричневой окраской раковины.
3. Толщина створки является наиболее изменчивым морфометрическим параметром, которая в первую очередь реагирует на меняющиеся условия среды, что особенно выражено у мидии с длиной раковины 30 мм с черной окраской, которые оказались особенно чувствительны по этому параметру.

#### Литература

1. Алтеева И.Г. Структура природных популяций мидий (*Mytilus galloprovincialis* Lam) восточной части Черного моря, выявляемая методами системного морфометрического анализа : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.32. – Краснодар, 2003. – 19 с.
2. Виноградова З.А. Материалы по биологии моллюсков Черного моря // Труды Карадагской биол. станции. – 1950. – Вып. 9. – С. 100 - 159.
3. Дехта В.А. Содержание химических элементов в раковинах и изменчивость их формы у мидий *Mytilus galloprovincialis* прибрежной зоны Черного моря // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна : сб. науч. тр. – Ростов н/Д: АзНИИРХ, 1998. – С. 312 - 319.
4. Дехта В.А., Каталевский Н.Н. Содержание химических элементов в раковинах и изменчивость их формы у мидий *Mytilus galloprovincialis* прибрежной зоны Черного моря // Геоэкол. исслед. и охрана недр. – 2000. – № 3. – С. 26 - 33.
5. Дехта В.А. Анализ консерватичной изменчивости средиземноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* – надежный метод индикации качества среды прибрежья Черного моря // Современные проблемы физиологии и экологии морских животных (рыбы, птицы, млекопитающие) : мат. междунар. семинара. 11 - 13 сент., 2002 г. – Ростов н/Д, 2002. – С. 58 - 61.
6. Драголи Л.В. К вопросу о взаимосвязи между вариациями Черноморской мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) // Распределение бентоса и биология донных животных в южных морях. – К.: Наукова думка, 1966. – С. 3 - 15.
7. Золоторев В.Н., Стадниченко С.В., Шурова Н.М. Рост и продукция моллюсков // Северо-западная часть Черного моря : биология и экология. – К.: Наукова думка, 2006. – С. 288 - 304.
8. Иванов А.И. Рост черноморских мидий на Одесской банке // Гидробиол. журн. – 1967. – Т. 3, № 2. – С. 20 - 25.
9. Иванов А.И., Решетникова В.Н., Крук Л.Г. Оседание и рост мидий на коллекторах у западных берегов Крыма // Эколого-физиологические основы аквакультуры на Черном море. – М., 1981. – С. 100 - 105.
10. Иванов А.И. Мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) Черного моря и перспективы их промысла : автореф. дисс. канд-та. – Одесса, 1986. – 28 с.
11. Иванов В.Н., Холодов В.И., Сеничева М.И. Биология культивируемых мидий. – К.: Наукова думка, 1989. – 100 с.
12. Кокорина Н.В., Татаринцев П.Б. Методические вопросы выбора тест-объектов биоиндикации с использованием алгоритма сравнения коэффициентов вариации // Вестник Томского гос. универ. – Биология. – 2010. – № 3 (11). – С. 141 - 151.
13. Сальский В.А. Моллюски північно-західної частини Чорного моря. – К.: АН УРСР, 1958. – 50 с.
14. Сеничева М.И. Необычное цветение в прибрежных водах города Севастополя. // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту : серия: Биология. – Житомир, 2010. – № 3 (44). – С. 227 - 229.
15. Славина О.Я. Рост мидий в Севастопольской бухте. – К.: Наукова думка, 1965. – С. 24 - 29.
16. Урбах В.Ю. Биометрические методы. – М.: Наука, 1964. – 416 с.
17. Шульмана Г.Е., Финенко Г.А. Биоэнергетика гидробионтов. – К.: Наукова думка, 1990. – 248 с.
18. Шурова Н.М., Золоторев В.Н. Влияние плотности поселений мидий северо-западной части Черного моря на темпы их роста // Мат. IV всес. конф. по пром. беспозв. Севастополь, 1986. – М., 1986. – Ч. 2. – С. 320.
19. Шурова Н.М. Структурно-функциональная организация популяции мидий *Mytilus galloprovincialis* Черного моря : автореф. дис. ... доктора биол. наук : 03. 00. 17. – Севастополь, 2009. – 40 с.
20. Щербань С.А. Особенности соматического и генеративного роста у некоторых цветковых морф мидии *Mytilus galloprovincialis* // Экология моря. – 2000. – Вып. 53. – С. 77 - 81.
21. Cossa D., Bourget D. Pouliot etc. Geographical and seasonal variations in the relationship between trace metal content and body weight in *Mytilus edulis* // Mar. Biol. – 1980. – V. 58. – Pp. 7 - 14.

## ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В ПРОМЫШЛЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ С ЦЕЛЬЮ МЕЛИОРАЦИИ ВОДНОЙ СРЕДЫ И ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

С. Ю. Горбунова<sup>1</sup>, Я. Д. Жондарева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины (ИнБИОМ НАНУ)

<sup>2</sup>Керченский государственный морской технологический университет (КГМТУ)

*На основании аналитического обзора литературных данных и собственных экспериментальных исследований обоснована эффективность использования микроводорослей в промышленной биотехнологии. Отмечен положительный результат практического применения микроводорослей в пищевой, фармацевтической промышленности, медицине и различных отраслях сельского хозяйства. Дана оценка способности водорослей ассимилировать загрязняющие вещества и участвовать в процессах. Отмечена высокая эффективность использования микроводорослей в биологической очистке сточных вод и утилизации отходов различных сельскохозяйственных производств с целью мелиорации водной среды.*

Ключевые слова: микроводоросли, биотехнология, биологически активные вещества, кормовые добавки, биологическая очистка сточных вод, биологическая мелиорация, альголизация

В настоящее время одноклеточные и некоторые другие микроскопические фотоавтотрофные водоросли, широко изучаются не только в странах бывшего СНГ, но и в США, Японии, ФРГ, Франции, Италии, Швеции, Бельгии, Чехословакии, Болгарии и других странах [5, 12, 14, 25, 39, 44, 47, 48].

Широкий спектр применимости микроводорослей складывается из нескольких основных направлений: использование самой биомассы, использование биомассы как сырья для получения каких-либо ценных веществ, а также применение ассимиляционных свойств микроводорослей для мелиорации водной среды. Эффективность развития этих направлений определяется оптимизацией процессов управляемого культивирования клеток водорослей и соответственно, обеспечением их потенциально высоких продукционных свойств. Большое значение имеет научно обоснованная возможность корректировки химического состава питательных сред, что позволяет управлять процессами биосинтеза в клетках микроводорослей, сдвигать их в сторону накопления либо белков, либо углеводов, а также активировать образование тех или иных витаминов.

Целью настоящих исследований является обобщение литературных данных и анализ результатов собственных биотехнологических исследований по эффективности использования микроводорослей различных систематических групп в промышленной биотехнологии, с целью мелиорации загрязненных вод и получения кормов для различных отраслей сельского хозяйства.

Микроводоросли являются богатейшим источником простейших белков (около 50 %), минералов, витаминов, аминокислот, антиоксидантов и онкопротекторов, обладают сахаропонижающим эффектом, что объясняет их широкое применение в различных сферах человеческой деятельности: медицине, косметике, спорте, животноводстве, пчеловодстве, рыбоводстве, птицеводстве, ветеринарии и пр. [48, 49].

Присутствие микроводорослей (напр. *Arthrospira (Spirulina) platensis*, *Chlorella*) в рационе человека в качестве пищевой добавки помогает естественным путем (без применения химически синтезированных лекарственных препаратов) нормализовать обмен веществ в организме. Особое место занимает использование биомассы спирулины в качестве источника микроэлементов (йод, селен и пр.) крайне необходимых для полноценной жизнедеятельности человека и животных [18, 20, 43].

Не менее важным направлением является получение из биомассы микроводорослей каких-либо ценных веществ: аминокислот, протеинов, разнообразных углеводов, липидов и т. д. [17, 29, 39, 45]. В настоящее время существенно возрос интерес к пигментам микроводорослей, в частности *Porphyridium purpureum* является источником разнообразных биологически ценных веществ (фикобилипротеинов, внеклеточных сульфополисахаридов, ненасыщенных жирных кислот), что объясняется их высокой антиоксидантной активностью [11, 30, 40]. Пигмент В-фикоэритрин, относящийся к классу фикобилипротеинов, имеет широкие перспективы использования в пищевой, косметической и медицинской промышленности. Это обусловлено его белковой при-

родой, нетоксичностью, а также редко встречающимся оттенком красного цвета и ярко выраженной флуоресценцией [15, 36].

Гидролизаты белка зеленой водоросли рода *Scenedesmus* используются в медицине и косметической промышленности, т.к. он содержит почти все незаменимые аминокислоты, представляет собой порошок желтовато-зеленого цвета с приятным запахом и вкусом. Используется этот продукт для быстрого восстановления организма, а также как компонент косметических средств [27, 36, 41].

Зеленая микроводоросль *Dunaliella salina*, способна синтезировать в-каротин, который является мощным антиоксидантом. Он обладает антимуtagenными, радиопротекторными и противоопухолевыми свойствами, то есть замедляет старение организма, применяется в качестве биологически активной добавки к пище как общеукрепляющее и профилактическое средство. В пищевой промышленности в-каротин используется как краситель [46]. Кроме того, морские галобные микроводоросли являются источником целого ряда биологически ценных веществ (например, жирных кислот высокой степени ненасыщенности, которые не синтезируются пресноводными видами) [6, 16].

Использование микроводорослей позволяет решить еще одну не менее важную биотехнологическую проблему несбалансированности рационов кормления животных. Чтобы достичь требуемого уровня содержания в рационах с/х животных и птиц питательных и биологически активных веществ, многим хозяйствам приходится использовать все возможные кормовые добавки. Исходя из результатов многолетних экспериментальных исследований ученых всего мира, воздействие отдельных видов микроводорослей (хлорелла, сценедесмус, дуналиелла, спирулина и др.) на с/х животных и птиц впечатляющее [21, 27, 38].

К настоящему времени многими авторами накоплено достаточно большое количество материалов, свидетельствующих о высокой биологической эффективности спирулины и препаратов из нее. По данным [12] с введением спирулины в рацион цыплят-бройлеров увеличиваются темпы роста, привесы за счет более полного усваивания кормов, возрастает устойчивость к заболеваниям, плодовитость и удоимость. В результате мы можем употреблять натуральное мясо и молоко, при производстве которых не используются искусственные стимуляторы роста и антибиотики. Обращает на себя внимание увеличение процента яйценоскости кур, средней массы полученных яиц, и, что немаловажно для промышленного производства товарных и инкубационных яиц, увеличение массы скорлупы и улучшение ее качества.

Использование суспензии хлореллы позволяет снизить применение лекарственных препаратов, в том числе антибиотиков, для лечения животных. Это позволит получать животноводческую продукцию более высокого качества [32, 33].

Таким образом, многочисленными исследованиями доказано, что альголизация комбикормов или спаивание суспензии микроводорослей, животным, птицам, пчелам способствует:

- наращиванию дополнительных привесов;
- повышению молочной продуктивности;
- увеличению жирности молока;
- улучшению репродуктивной способности;
- сохранности поголовья;
- жизнестойкости и жизнеспособности молодняка;
- повышению яйценоскости;
- улучшению качества инкубационных свойств яйца;
- улучшению состояния внутренних органов и товарного качества цыплят-бройлеров;
- увеличению кормовой базы рыбоводных прудов и повышению рыбопродуктивности;
- увеличению массы кокона и жизнеспособности гусениц тутового шелкопряда;
- увеличению продуктивности и сохранности пчелосемей от болезней.

Кроме того, сокращаются затраты кормовых единиц [3 - 5, 34]. Однако выращивание микроводорослей только для использования их в качестве пищевой добавки с/х животным и птицам является не рентабельным. Что свидетельствует о необходимости снижения себестоимости производства микроводорослей.

Для этого, во-первых, предлагается использовать биомассу микроводоросли, которая остается после выделения из нее биологически активных веществ и фактического достижения основной цели культивирования.

Во-вторых, предлагается повторно использовать биомассу отработанные питательные среды, имеющиеся в огромном количестве после культивирования на них микроводорослей, т. е.

культуральная среда, которая прошла свой технологический цикл, может быть использована как питательная основа в повторной технологии выращивания микроводорослей.

Кроме того, многими исследователями отмечается возможность выращивания микроводорослей не только на химических питательных средах и минеральных водах, но и с использованием в качестве дополнительных источников минеральных компонентов отходов различных сельскохозяйственных производств, стоков птицефабрик и вод городских очистных сооружений [1, 13, 21, 31]. Исследование и решение этой биотехнологической задачи представляет для нас наибольший интерес.

В экспериментальных работах по культивированию микроводорослей [7] автор использовал перепревший овечий навоз. По его мнению, вытяжка из овечьего навоза является хорошей средой для выращивания хлореллы и сценедесмуса. Ряд исследователей [21, 31] рекомендуют добавлять органические вещества в стандартные питательные среды для микроводорослей и использовать вытяжки из куриного помета. В работе [24] установлено, что содержание углеводов в хлорелле при ее культивировании на среде с вытяжкой из куриного помета намного выше, чем на стандартной питательной среде. В предварительных исследованиях нами также была доказана принципиальная возможность культивирования *Arthrospira platensis* на питательной среде, приготовленной с использованием куриного помета, как источника биогенных элементов. Такой подход позволяет решать немаловажную проблему утилизации отходов птицефабрик, а также проблемы экологического, энергетического, агрохимического характера и служит основой для создания в сельскохозяйственном производстве безотходных экологически чистых технологий. Внедрив куриный помет в технологию культивирования микроводорослей, мы получим питательную среду, обогащенную азотом и другими необходимыми для роста микроводорослей макро- и микроэлементами.

Микроводоросли, как наиболее важные компоненты в системах биологической доочистки, способны достаточно полно утилизировать сложные соединения, входящие также в состав стоков предприятий пищевой, текстильной, химической, угольной и металлургической промышленности, о чем свидетельствуют многочисленные результаты современных исследований [2, 7, 9, 13, 23, 26, 28, 35, 42]. Кроме того, они обогащают водную среду кислородом, способствуя тем самым ускорению окислительных процессов и минерализации органических примесей в сточных водах [9]. При массовом развитии микроводорослей вода загрязненных водоемов достигает высоких показателей чистоты как в химическом, так и в бактериологическом отношении [10, 13].

Проведенные нами экспериментальные исследования [8] наглядно показывают возможность использования микроводорослей *Arthrospira platensis*, *Acutodesmus obliquus*, *Dunaliella salina* в очистке сточных вод. Кроме того, мы можем дать рекомендации по выбору того или иного вида для очистки вод с разной степенью и типом загрязнения. Способность *A. platensis* ассимилировать биогенные элементы позволяет снижать уровень их концентрации в сточных водах до ПДК или же другой заданной величины. Кроме того, установлено, что необходимым условием для эффективной доочистки сточных вод является поддержание их высокой щелочности, например, за счет внесения дополнительного источника углерода в виде соды. Кроме того, *A. platensis* рекомендуется использовать в случае необходимости очистки заведомо щелочных сточных вод [8].

Перспективным объектом для доочистки бытовых сточных вод является *A. obliquus*, поскольку для интенсивного роста данного вида микроводорослей нет необходимости искусственно повышать щелочность культуральной среды, т. е. дополнительно вносить источник углерода в виде соды, при этом эффективность доочистки составляет 100 %. В случае необходимости очистки загрязненных вод или стоков промышленных предприятий с повышенной соленостью перспективным объектом для их доочистки, с нашей точки зрения, является *D. salina*, поскольку для роста этой микроводоросли необходима высокая соленость среды.

С целью оптимизации технологического процесса доочистки сточных вод, на основе рассчитанных кинетических характеристик роста некоторых видов микроводорослей, нами разработана математическая модель данного процесса [8]. Данная модель позволяет численно определить количество биогенного элемента лимитирующего рост микроводорослей и необходимого им для доочистки сточных вод от загрязняющего элемента до ПДК, а также среднюю скорость его подачи. Кроме того, по результатам сравнительного лабораторного анализа стоков, зная их объем, потребности микроводорослей в биогенных элементах, их первоначальную биомассу, модель позволяет рассчитать суточный, недельный и т.д. показатель очистки. Отметим, что предложенная модель позволяет при необходимости находить пропорции, в которых можно смешивать и

разводить сточные воды различного типа и степени загрязненности, т.е. осуществлять корректировку их химического состава. Данный метод позволяет оптимизировать потребление биогенных элементов водорослями и исключить необходимость дополнительного внесения биогенных элементов в сточные воды для их эффективной доочистки до требуемого уровня. Модель создана с целью нахождения оптимальной внешней нагрузки на водоем, и может применяться для различных систем, использующих мелиоративные свойства водных фототрофов [8].

После прохождения этапа биологической доочистки сточных вод с помощью микроводорослей, вода соответствует требованиям, предъявляемым для сброса стоков в водные объекты. Кроме того, ее можно использовать для орошения кормовых культур, в техническом водоснабжении животноводческих предприятий. Имеющиеся литературные данные свидетельствуют о том, что наилучший водоохраный и сельскохозяйственный эффект достигается при направлении доочищенных стоков на поля орошения, так как при этом происходит улучшение почвенно-мелиоративных показателей орошаемых земель и увеличение урожая сельскохозяйственных культур [19].

Метод биологической мелиорации, заключающийся в орошении почв удобрительной суспензией живых культур микроводорослей (альголизация), способствует интенсификации процесса повышения плодородия почв, особенно в условиях поливного земледелия. Водорослевая биомасса обогащает почву фосфором, калием, йодом и значительным количеством микроэлементов, пополняет также ее бактериальную микрофлору. Использование зеленых микроводорослей: хлорелла (*Chlorella*), сценедесмус (*Scenedesmus*) и синезеленых – носток (*Nostoc*) способствует накоплению органических и минеральных форм азота в почве, выделению биологически активных веществ, ускоряющих рост корней и стимуляции жизнедеятельности многих других полезных микроорганизмов почвы. При этом в почве водоросли разлагаются быстрее, чем навозные удобрения, и не засоряют ее семенами сорняков, личинками вредных насекомых, спорами фитопатогенных грибов, оказывая значительную помощь в повышении плодородия почв, их рекультивации, пополнении запасов органических веществ и повышении урожайности сельскохозяйственных культур. Прирост биомассы культивируемых сельскохозяйственных растений в результате биологической мелиорации увеличивается на 17 - 60 % [22]. Таким образом, применение микроводорослей в качестве биоудобрения является экономически выгодным и более безопасным для окружающей среды по сравнению с химическими удобрениями.

### Выводы

1. Управляемое культивирование является основой для реализации потенциально высоких продукционных свойств микроводорослей, для получения из их биомассы ценных биологически активных веществ, а также для мелиорации водной среды.
2. Используя мелиоративные свойства водных фототрофов, можно повысить эффективность очистки сточных вод и получить дешевую фитомассу богатую белками, витаминами и другими веществами биологической природы.
3. Увеличение эффективности и скорости технологического процесса биологической очистки сточных вод с помощью культур микроводорослей позволяет сократить сроки пребывания стоков на очистных сооружениях и соответственно увеличить их нагрузку.
4. Наиболее экономически эффективны комплексные биотехнологические подходы, основанные на создании безотходных производств и не нарушающих экологического равновесия. Их развитие позволит решить проблему массового выращивания микроводорослей, получения высокоценных кормовых добавок (для людей, животных, птиц и рыб), повышения продуктивных показателей животных и птиц, а также решить проблему биологической очистки сельскохозяйственных и бытовых сточных вод. Орошение почв удобрительной суспензией живых культур микроводорослей (альголизация) позволит повысить их плодородие.

### Литература

1. Баранов С.А. и др. Опыт культивирования микроводорослей на выделениях некоторых животных и человека в условиях накопительных культур // Управляемое культивирование микроводорослей. – М.: Наука, 1964. – С. 86 - 97.
2. Богданов Н.И., Мелихов В.В., Кружилин И.П. Биологическая мелиорация водоемов Волгоградской области // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды : мат. III Международной научн. конференции. – Минск-Нарочь, 2007. – С. 85 - 86.
3. Богданов Н.И. Концепция очистки сточных вод // Окружающая природная среда и медицинская экология : сборник материалов. – Пенза, 2001. – С. 109 - 110.

4. Богданов Н.И. Суспензия хлореллы в рационе сельскохозяйственных животных : 2-е изд. перераб. и доп. – Пенза, 2007. – 48 с.
5. Богданов Н.И. Патент Рос. Федерации № 2192459 : Штамм микроводоросли *Chlorella vulgaris* BIN для получения биомассы и очистки сточных вод / Н.И. Богданов; Бюл. № 31. – 2002.
6. Боровков А.Б. Зеленая микроводоросль *Dunaliella salina* Teod. (обзор) // Экология моря. – 2005. – Т. 67. – С. 5 - 17.
7. Васигов Т.А., Хужакмедов Т.А., Юсупов И.И. О роли микроводорослей и высших водных растений в биологических прудах в физиолого-биохимическом аспекте // Физиолого-биохимические аспекты культивирования водорослей и высших водных растений в Узбекистане. – Ташкент: ФАН, 1976. – С. 24 - 27.
8. Горбунова С.Ю. Мелиоративные свойства некоторых водных фототрофов : Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.12 / Ин-т Биологии Южных морей НАН Украины. – Севастополь, 2010. – 24 с.
9. Денисов А.А., Жуйков В.Ю. Очистка сточных вод в открытых водоемах от органических и минеральных загрязнений с помощью водорослей // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 12. – С. 54 - 56.
10. Догадина Т.В. Альгофлора водоемов очистных сооружений и ее роль в очистке стоков : Дис. канд. ... биол. наук. – Харьков, 1969. – 326 с.
11. Ефимов А.А. Обоснование технологии получения фикоцианина из сине-зеленых водорослей как пищевой добавки // Фундаментальные исследования : Научный журнал. – 2007. – № 11. – С. 80.
12. Зарипов Э. Физиологические особенности и культивирование сине-зеленой водоросли *Spirulina platensis* Geitl. в связи с возможностью ее практического использования в Узбекистане : Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.07 / Ленинский государственный университет им. Жданова. – Л., 1982. – 16 с.
13. Ленова Л.И., Ступина В.В. Водоросли в доочистке сточных вод. – К.: Наукова думка, 1990. – 184 с.
14. Левич А.П., Максимов В.Н., Булгаков Н.Г. Теоретическая и экспериментальная экология планктонных водорослей: управление структурой и функциями сообществ. – М.: НИЛ, 1997. – 184 с.
15. Лось С.И. Биохимические основы получения фикоэритрина из морских водорослей // Альгология. – 2008. – Т. 18, № 4. – С. 375 - 385.
16. Масюк Н.П. Морфология, систематика, экология, географическое распространение рода *Dunaliella* Teod. – К.: Наукова думка, 1973. – 487 с.
17. Минюк Г.С., Дробецкая И.В., Чубчикова И.Н., Терентьева Н.В. Одноклеточные водоросли как возобновляемый биологический ресурс: обзор // Морской экол. журнал. – 2008. – Т. VII, № 2. – С. 5 - 23.
18. Минюк Г.С., Тренкешу Р.П. Спирулина Крымская – источник йода // Прикладная альгология. – 1999. – № 1 - 3. – С. 25 - 28.
19. Михалева Т.А., Михеев В.А. Применение естественно-биологических методов для очистки пометных стоков // Агрэкологические проблемы использования органических удобрений на основе отходов промышленного животноводства : материалы Международной научно-практической конференции. – М., 2006. – С. 56.
20. Мосулишвили Л.М., Киркесали Е.И., Белокобыльский А.И., Хизанишвили А.И. Исследование возможности создания йодированных лечебно-профилактических препаратов на основе матрицы микроводоросли *Spirulina platensis* с использованием ядерно-физических методов анализа // Particles and Nuclei, Letters. – 2001. – № 4. – С. 101 - 117.
21. Музафаров А.М., Таубаев Т.Т. Культивирование и применение микроводорослей. – Ташкент: ФАН, 1984. – 136 с.
22. Нагалецкий Э.Ю. Экономико-географические аспекты развития сельскохозяйственных систем мелиораций в разных типах ландшафтов Краснодарского края : дис. канд-та. геогр. наук. – Краснодар, 2004. – 213 с.
23. Патин С.А. Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. – М.: Пищ. пром-ть, 1979. – 304 с.
24. Рахимов А.В., Якубов Х.Ф. О некоторых биохимических свойствах штаммов хлореллы и сценедесмуса, выращенных в различных условиях питания. – Ташкент: ФАН, 1971. – С. 47 - 51.
25. Саут Р., Уиттик А. Основы альгологии : пер. с англ. К.Л. Тарасов. – М.: Мир, 1990. – 597 с.
26. Сафонова Е.Ф. Биодegradация компонентов нефтяного загрязнения с участием микроводорослей и цианобактерий : автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 2004. – 17 с.
27. Селяметов Р.А., Якубов Х.Ф. К изучению витаминного состава хлореллы и сценедесмуса // Культивирование водорослей и высших водных растений в Узбекистане. – Ташкент: ФАН, 1971, – С. 59 - 60.
28. Синицына Н.Н., Субботин А.А., Савоськин В.М. Влияние загрязняющих стоков на морские экологические системы Черного моря и поиск методов их расчета и контроля // Диагноз состояния экосистемы Черного моря и зоны сопряжения суши и моря. – Севастополь: МГИ НАНУ, 1997. – С. 81 - 83.
29. Сиренко Л.А., Козицкая В.Н. Биологически активные вещества водорослей и качество воды. – К.: Наукова думка, 1972. – 203 с.
30. Стадничук И.Н. Фикобилипротеины // Биологическая химия. – М.: Мир, 1990. – 196 с.

31. Таубаев Т.Т., Буриев С. Система биологической очистки сточных вод при помощи протококковых водорослей, ряски, и других гидробионтов // Культивирование и применение микроводорослей в народном хозяйстве : мат. республ. конференции. – Ташкент: ФАН, 1980. – С. 113 - 115.
32. Уфимцев Д.К. Использование суспензии микроводоросли штамма ИФР № С-111 в рационах молодняка свиней : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.02.02 / Орловский государственный аграрный университет. – М., 2009. – 24 с.
33. Черванев В.А., Симонов Е.И., Богданов Н.И., Лухтанов В.Т. Роль хлореллы в повышении резистентности животных и птицы // Актуальные проблемы диагностики, терапии и профилактики болезней домашних животных : материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж, 2006. – С. 307 - 309.
34. Шацких Е.В., Гафаров Ш.С., Бояринцева Г.Г., Сафронов С.Л. Использование кормовых добавок в животноводстве : Учебное пособие – Екатеринбург: УрГСХА, 2006. – 102 с.
35. Янкевич, М.И. Формирование ремедиационных биоценозов для снижения антропогенной нагрузки на водные и почвенные экосистемы : автореф. дис. д-ра биол. наук. – Щелково, 2002. – 47 с.
36. Adamsson M. Potential use of human urine by greenhouse culturing of microalgae (*Scenedesmus acuminatus*), zooplankton (*Daphnia magna*) and tomatoes (*Lycopersicon*) // Journal of Ecology. – 2000. – Vol. 16. – Pp. 243 - 254.
37. Arad S., Yaron A. Natural pigments from red microalgae for use in foods and cosmetics // Trends Food Sci. Technol. – 1992. – 3. – Pp. 92 - 97.
38. Becker E. W. Microalgae in human and animal nutrition // Handbook of microalgal culture. – Oxford: Blackwell, 2004. – Pp. 312 - 351.
39. Borowitzka M.A., Borowitzka L.J. Vitamins and fine chemicals from microalgae // Microalgal biotechnology, – 1988. – Pp. 153 - 196.
40. Fabregas J., Garcia D., Morales E. et al. Renewal rate of semicontinuous cultures of the microalga *Porphyridium purpureum* modifies phycoerythrin, exopolysaccharide and fatty acid productivity // Bioeng. – 1998. – Vol. 86, № 5. – Pp. 447 - 481.
41. Kaya V.M. A comparative study of four systems for tertiary wastewater treatment by *Scenedesmus bicellularis*: New technology for immobilization // Journal of Applied Phycology. – 1995. – Vol. 7. – Pp. 85 - 95.
42. Larsson K. Wastewater treatment with microalgae – a literature review // VATTEN. – 2006. – Vol. 62. – Pp. 31 - 38.
43. Mosulishvili L.M. et al. Epithermal Neutron Activation Analysis of Blue-Green Algae *Spirulina platensis* as a Matrix for Selenium-Containing Pharmaceuticals. JINR Preprint E14-2000-225. – Dubna. – 2000.
44. Muller-Feuga A. The role of microalgae in aquaculture: situation and trends // J. Appl. Phycol. – 2000. – 12. – Pp. 527 - 534.
45. Pulz O., Gross W. Valuable products from biotechnology of microalgae // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2004. – 65. – Pp. 635 - 648.
46. Raja R., Hemaiswarya S., Rengasamy R. Exploitation of *Dunaliella* for  $\beta$ -carotene production // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2007. – 74, № 3. – Pp. 517 - 523.
47. Richmond A. Microalgal biotechnology at the turn of the millennium: A personal view // J. Appl. Hycology. – 2000. – 12. – Pp. 441 - 451.
48. Spolaore P., Joannis-Cassan C., Duran E. et al. Commercial applications of microalgae (Review) // J. Biosci. Bioeng. – 2006. – 101, № 2. – Pp. 87 - 96.
49. Yamaguchi K. Recent advances in microalgal bioscience in Japan, with special reference to utilization of biomass and metabolites: a review // J. Appl. Phycol. – 1997. – 8. – Pp. 487 - 502.

**ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ  
ДЛЯ НАКОПЛЕНИЯ R-ФИКОЭРИТРИНА, СУММАРНЫХ КАРОТИНОИДОВ  
И ХЛОРОФИЛЛА *a* В ТАЛЛОМАХ ГЕЛИДИУМА *GELIDIUM LATIFOLIUM*  
(GREV.) BORN. ET THUR. (RHODOPHYTA)**

**Б. Н. Беляев, Н. М. Береговая**

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины (ИнБИОМ НАНУ)

*Приведены результаты исследований влияния микродобавок хелатированного железа (хлорного - в диапазоне концентраций от 0,35 до 1,04 мг/л и сернокислого - от 0,46 до 1,39 мг/л) в питательную среду, представляющую собой фильтрованную морскую прибрежную воду, насыщенную азотом и фосфором до концентраций 4,8 и 0,8 мг/л, на рост и накопление R-фикоэритрина, а также хлорофилла *a* и суммарных каротиноидов черноморской красной водорослью *Gelidium latifolium* (Grev.) Born. et Thur. (Rhodophyta). Выявлено, что в предлагаемых условиях возможно удвоение биомассы за 12 - 10 суток ( $\mu = 0,058 - 0,069$ ). Тогда при работе всего 300 дней в году береговой системы культиваторов глубиной 0,5 м и общей площадью зеркальной поверхности 1 га с начальной плотностью посадки 2 кг на 1 м<sup>2</sup> (4 кг/м<sup>3</sup>) можно рассчитывать на урожай 50 - 60 т сухой массы гелидиума, из которой при среднем содержании 0,7 - 0,8 % можно выработать 350 - 480 кг фикоэритрина.*

Ключевые слова: *Gelidium latifolium*, фикобилипротеины, режим культивирования, продуктивность

Красная черноморская водоросль, определяемая нами как перспективный объект интенсивного культивирования, – гелидиум латифолиум (широколистный). Во всем мире он представляет большой интерес в связи с высоким содержанием (от 25 до 50 % сухого вещества) и качеством добываемого из него агара [8, 9]. Большой интерес представляет собой гелидиум и как сырьевой источник фикобилипротеина – R-фикоэритрина – мощного антиоксиданта и естественного красителя, а также суммарных каротиноидов и хлорофилла. Максимальные запасы гелидиума, обнаруженные в Черном море, достигают всего лишь 3 т [4]. Поэтому был сделан вывод о целесообразности проведения исследований по культивированию этой водоросли.

В эксперименте в качестве исходного материала использовали *Gelidium latifolium* (GREV.) Born. et Thur. (Rhodophyta), собранный в октябре на глубине до 1 м с тетраподов берегоукрепительных сооружений правого берега бухты Карантинная (Черное море, Севастополь), который в течение 112 суток содержали в 250-литровом аквариуме, наполненном фильтрованной морской водой, разделенном на отсеки, барботируемые сжатым воздухом. Воду в аквариуме меняли один раз в месяц, освещенность в дневное время не превышала 0,3 кЛк. Эксперимент выполняли на лабораторной установке с 8-ю 1,5-литровыми рабочими объемами со скошенным дном [1], на поверхности воды в которых поддерживали освещенность на уровне 20 кЛк. Температуру не регулировали, и в установке она колебалась в пределах 16 - 19 °С, а в аквариуме всегда была на 2 - 3 °С ниже.

В качестве питательной среды использовали фильтрованную прибрежную черноморскую воду соленостью 17 - 18 ‰, с добавлением азота из расчета 4,8 мг/л в виде NaNO<sub>3</sub> и фосфора – 0,8 мг/л в виде KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, которую меняли ежедневно.

В качестве стимуляторов роста в питательную среду добавляли 2 формы хелатированного железа – хлорного (FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>ЭДТА) в концентрации 0,35, 0,70, 1,04 мг/л (объемы 2, 3 и 4) или сернокислого (FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>ЭДТА) в концентрации 0,46, 0,93, 1,39 мг на 1 литр (объемы 6,7 и 8). А в качестве выходных параметров использовали прирост биомассы, среднюю удельную скорость весового роста  $\mu$  и содержание пигментов: R-фикоэритрина, хлорофилла *a* и суммарных каротиноидов в мкг на 1 г АСВ.

Средняя удельная скорость весового роста биомассы вычислялась по формуле:

$$\mu = (\ln W_T - \ln W_0) \cdot T^{-1},$$

где  $W_0$  – начальная масса (г),  $W_T$  – конечная масса (г),  $T$  – время между измерениями (сутки) [2]. Суммарные каротиноиды и хлорофилл *a* экстрагировали из одной навески хлороформ-этанольной смесью (2:1) и определяли по методике, разработанной в ИнБИОМ [5]. Выделение R-фикоэритрина осуществляли водной экстракцией [6].

Результаты измерений биомассы и содержания в ней пигментов, а также вычисления  $\mu$ , представлены в табл. 1.

Результаты, приведенные в табл. 1, свидетельствуют о том, что гелидиум, «отдыхавший» в аквариуме с 5 октября по 25 января (112 суток), в объемах без добавок железа (№ 1 и № 5) практически не прибавлял в весе в первую неделю культивирования. Максимальные величины « $\mu$ », зафиксированные за первые две недели (0,010 - 0,011), в три с лишним раза меньше величин « $\mu$ », характеризующих рост биомассы в объемах с добавлением железа. На последних двух циклах это различие увеличилось до 5 - 6 раз. В результате прирост биомассы в объемах 1 и 5 за 33 суток составил всего 1,22 и 1,44 г, а в объемах 6 и 2 - 7,8 г и 8,42 г. Таким образом, факт положительного результата использования микродобавок железа в качестве стимулятора роста является неоспоримым.

Если по данным табл. 1 построить кривые зависимости стимулирующего эффекта от концентрации железа в питательной среде, то в пределах выбранного диапазона они будут аналогичны для обеих форм железа: максимумы будут находиться в точках минимальных концентраций и очевидной будет тенденция уменьшения значения  $\mu$  с увеличением концентрации железа.

Зависимость содержания хлорофилла *a* от концентрации хлорного железа сохранит практически стопроцентное подобие кривой зависимости  $\mu$ . Зависимость концентрации хлорофилла от концентрации сернокислого железа также будет иметь одновершинный характер, но максимум придется на среднее значение в выбранном диапазоне. Таким образом, для накопления хлорофилла и ускорения темпов роста наиболее приемлемой представляется концентрация хлорного железа в питательной среде около 0,35 мг железа на 1 литр. Но дополнительные исследования в окрестностях этой точки, например, в диапазоне 0,18 - 0,42 мг/л, могут либо подтвердить этот вывод, либо дать более точный результат.

Интересен тот факт, что кривые зависимости содержания общих каротиноидов от концентрации железа в обоих вариантах в точности повторяют характер изменения содержания хлорофилла. Возможно, что это непосредственный эффект влияния микродобавок железа, поскольку в других исследованиях, где таких добавок не было, динамика концентрации суммарных каротиноидов либо была синхронна изменениям содержания хлорофилла только в 50 % случаев [2], либо была в обратной зависимости [3]. Изучение механизма этого влияния может быть предметом отдельных исследований.

Еще более сложный характер с точки зрения интерпретации результатов имеет зависимость накопления фикоэритрина. В вариантах без микродобавок (нулевой уровень, объемы 1 и 5) его содержание определено в пределах 0,72 - 0,91 % АСВ. В эксперименте количество железа и его форма в исходной воде не определялись. Но согласно литературным данным [7] общее количество железа в поверхностных водах Черного моря не может превышать 0,01 - 0,02 мг/л, и такое его количество при прочих заданных условиях эксперимента обеспечивало довольно высокий уровень содержания фикоэритрина в талломах гелидиума (в среднем - 0,815 %).

Увеличение концентрации хлорного железа до 0,35 - 0,70 мг/л привело к снижению содержания фикоэритрина в два раза, а дальнейшее увеличение до 1,05 мг/л - к некоторому его повышению, достигнутому всего лишь уровня, не превышающего 70 % исходного. Менее контрастно выглядит картина зависимости содержания фикоэритрина от концентрации сернокислого железа. На первом уровне насыщения питательной среды (0,46 мг железа на 1 л) содержание фикоэритрина снизилось всего лишь на 30 % от исходного среднего, а на третьем уровне (1,39 мг/л) - повысилось до 95 % от исходного.

Таким образом, для цели получения из гелидиума фикоэритрина в качестве конечного продукта, напрашивается вывод о необходимости поиска оптимальных концентраций именно сернокислого железа. Но вопрос, при какой форме железа обобщенный параметр оптимизации - корень квадратный из произведения величины  $\mu$  (или прироста биомассы) на процент содержания фикоэритрина - окажется максимальным, также требует дополнительных исследований.

С 01.10 по 09.12.09 г. был проведен эксперимент с гелидиумом, собранным 17.08.09 г. с тетраподов берегоукрепительных сооружений правого берега бухты Карантинная с целью уточнения нижних границ концентраций биогенов и железа с позиций обобщенного параметра оптимизации. В объемы, в каждый из которых заложили по 3 г гелидиума, задавали два уровня биогенов. Первый (2,4 мг N в виде  $\text{KNO}_3$  и 0,4 мг P в виде  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  на литр среды) - в объемы 1 - 4, второй (4,8 и 0,8, соответственно) - в объемы 5 - 8. Железо варьировали на четырех уровнях: 0,4 мг/л (объемы 1 и 5), 0,8 мг/л (объемы 2 и 6), 1,2 мг/л (объемы 3 и 7) и 1,6 мг/л (объемы 4 и 8). Измерения биомассы и вычисления средней удельной скорости весового роста приведены в табл. 2.

Таблица 1 – Влияние микродобавок железа на рост гелидидума и накопление в нем пигментов (25.01 –  $W_0 = 5$  г)

№ объема	Уровни железа			1.02.07					27.02.07				
	SO <sub>4</sub>	Cl <sub>3</sub>	W <sub>t</sub> (г)	μ <sub>7</sub> · 10 <sup>2</sup>	W <sub>t</sub> (г)	μ <sub>7</sub> · 10 <sup>2</sup>	+W <sub>33</sub> (г)	μ <sub>33</sub> · 10 <sup>2</sup>	Φ-эп, % ACB	Cl-а, % ACB	Кр, мкг·г <sup>-1</sup>		
1	0	0	5,02	0,06	6,22	0,6	1,22	0,7	0,91 ± 0,10	0,04 ± 0,006	173 ± 20		
2	0	1	5,49	1,30	13,42	3,2	8,42	3,0	0,43 ± 0,08	0,12 ± 0,005	545 ± 06		
3	0	2	5,30	0,80	12,10	3,1	7,10	2,7	0,40 ± 0,07	0,10 ± 0,005	489 ± 40		
4	0	3	5,22	0,60	12,57	2,7	7,57	2,8	0,56 ± 0,09	0,10 ± 0,010	419 ± 46		
5	0	0	5,05	0,14	6,44	0,5	1,44	0,8	0,72 ± 0,03	0,045 ± 0,005	170 ± 03		
6	1	0	5,27	0,76	12,80	3,4	7,80	2,8	0,57 ± 0,04	0,09 ± 0,008	438 ± 32		
7	2	0	5,30	0,80	11,84	2,7	6,84	2,6	0,68 ± 0,01	0,10 ± 0,000	471 ± 10		
8	3	0	5,15	0,40	11,13	2,6	6,13	2,4	0,77 ± 0,09	0,09 ± 0,005	431 ± 30		

Таблица 2 – Определение минимальных концентраций биогенов и железа, дающих положительный эффект (1.10.09 г. -  $W_0 = 3$  г)

№ объема	Уровни		9.10.09 г.*		16.10		28.10		4.11		11.11		18.11.09 г.**		25.11		2.12		9.12	
	C <sub>NP</sub>	Fe	W (г)	μ <sub>8</sub>	μ <sub>7</sub>	μ <sub>19</sub>	μ <sub>26</sub>	μ <sub>33</sub>	W (г)	μ <sub>40</sub>	μ <sub>7</sub>	μ <sub>14</sub>	μ <sub>21</sub>							
1	1	1	3,84	0,031	0,055	0,042	0,035	0,032	9,12	0,028	0,028	0,021	0,018							
5	2	1	4,12	0,040	0,051	0,045	0,039	0,034	10,00	0,030	0,021	0,030	0,026							
2	1	2	3,80	0,030	0,047	0,044	0,030	0,024	6,65	0,020	0,014	0,012	0,019							
6	2	2	3,64	0,024	0,050	0,050	0,042	0,038	11,29	0,033	0,033	0,039	0,033							
3	1	3	3,94	0,034	0,045	0,038	0,030	0,027	8,35	0,026	0,003	0,009	0,008							
7	2	3	3,83	0,030	0,042	0,044	0,033	0,033	9,55	0,029	0,013	0,028	0,029							
4	1	4	3,81	0,030	0,036	0,035	0,029	0,027	8,10	0,025	0,012	0,006	0,015							
8	2	4	3,90	0,033	0,044	0,39	0,032	0,031	9,80	0,030	0,026	0,029	0,021							

\* – биомасса приведена к начальной  $W_0 = 3$  г;

\*\* – биомасса приведена к  $W_0 = 5$  г.

Просуммировав поэтапно по отдельности в объемах 1 - 4 и 5 - 8 величины биомасс, убедимся, что на первых этапах (9.10 и 16.10.09 г.) концентрация биогенов в выбранном диапазоне практически не влияла на темпы роста: суммарные биомассы из объемов 5 - 8 лишь на 0,65 % (9.10.09 г.) и 0,6 % (16.10.09 г.) превышают таковые из объемов 1 - 4. Однако на 48-е сутки это превышение составило 26 %, а к концу эксперимента (61 сутки) оно составило 34 %.

Если по данным табл. 2 построить семейство кривых зависимости « $\mu$ » от концентрации железа для каждого этапа, очевидным станет, что поэтапное снижение величины « $\mu$ » происходит при обоих уровнях концентрации биогенов и всех четырех уровнях концентрации железа. При этом, начиная с третьего этапа (28.10.09 г.) убывание « $\mu$ » для объемов 1 - 4 идет более быстрыми темпами, чем и объясняется возрастание разницы в биомассе гелидиума, выращенного при разных концентрациях биогенов.

Кроме того, для объемов с первым уровнем концентрации биогенов, начиная со второго этапа и до конца эксперимента, четко просматривается убывание величины « $\mu$ » с возрастанием концентрации железа в питательной среде. В то же время для объемов со вторым уровнем (4,8 мг N и 0,8 мг P на литр) на всех этапах, начиная с третьего, при концентрации железа 0,8 мг/л наблюдаются максимумы темпов роста.

Т. е. наиболее приемлемым сочетанием этих двух факторов среды, обеспечивающим при культивировании устойчивые темпы роста гелидиума, является концентрация железа в пределах 0,6 - 0,8 мг/л при концентрации биогенов не менее 4,8 мг азота и 0,8 мг фосфора на литр среды.

Таким образом, с учетом результатов предыдущих опытов, технология культивирования черноморского гелидиума с целью получения максимального количества фикоэритрина должна представлять циклический процесс, чередующий циклы интенсивного культивирования продолжительностью 5 - 10 суток и отдыха в специальных аквариумах с фильтрованной черноморской водой, оборудованных барботерами, при пониженной температуре (10 - 13 °C) и дневной освещенности не более 0,3 клк.

В основе питательной среды при интенсивном культивировании следует использовать фильтрованную черноморскую воду, соленость которой доводят до 26 ‰ добавлением морской соли, насыщенную биогенами в количестве 4,8 - 7,2 мг азота и 0,8 - 1,2 мг фосфора на литр, а также хелатированным железом в количестве 0,6 - 0,8 мг/л. Среду либо насыщают углекислым газом для поддержания pH на уровне 8,0 - 8,2 и перемещивают механически вместе с талломами водорослей для их равномерного освещения, либо барботируют сжатым воздухом. Температура в культиваторах может меняться в соответствии с сезоном от 18 до 26 °C, а освещенность на поверхности воды – от 16 до 25 клк.

При увеличении биомассы гелидиума в 1,5 - 2 раза водоросли перемещают в аквариумы на 5 - 10 суток для «отдыха» с целью повышения в них содержания фикоэритрина, после чего извлекают из аквариума, промывают струей воды, перебирают, отобрав для дальнейшего культивирования наиболее чистые и здоровые талломы в количестве, обеспечивающем исходную начальную плотность 4 - 5 г/л (2 - 2,5 кг/м<sup>2</sup>), а прирост направив на переработку.

Исходя из полученных результатов, удвоение биомассы за 12 - 10 суток ( $\mu = 0,058 - 0,069$ ) является вполне реальным. Тогда при работе береговой системы культиваторов глубиной 0,5 м и общей площадью зеркальной поверхности 1 га всего 300 дней в году, начальной плотности посадки 2 кг на 1 м<sup>2</sup> (4 кг/м<sup>3</sup>) можно рассчитывать на урожай 500 - 600 т сырой или 50 - 60 т сухой массы гелидиума, из которой при среднем содержании 0,7 - 0,8 % можно выработать 350 - 480 кг фикоэритрина. Однако, чтобы прийти к окончательным выводам и выработке технико-экономического обоснования, необходимо провести круглогодичное опытно-промышленное выращивание гелидиума на пилотной установке площадью зеркальной поверхности 1 - 2 м<sup>2</sup>.

#### Литература

1. Беляев Б.Н. Техническое обеспечение культивирования макрофитов // Рыбное хозяйство Украины. – 2001. – № 5. – С. 21 - 24.
2. Беляев Б.Н., Береговая Н.М., Далекая Л.Б. Биохимический состав красной черноморской водоросли *Gelidium latifolium* (Grev.) Born. et Thur (Rhodophyta) // Рыбное хозяйство Украины. – 2008. – № 5. – С. 13 - 14.
3. Гудвилевич И.Н., Береговая Н.М., Боровков А.Б. Динамика суммарных каротиноидов и хлорофилла-а в клетках *Dunaliella salina* в квазинепрерывной культуре // Экология моря. – 2005. – Вып. 6. – С. 52 - 55.
4. Калугина А.А., Грюнер В.С., Соколова Н.Н. Агар из черноморской водоросли гелидиум // Рыбное хозяйство. – М., 1964. – № 4. – С. 68 - 70.

5. *Копытов Ю.П.* и др. Схема комплексного биохимического анализа гидробионтов // Рациональное использование ресурсов моря – важный вклад в реализ. прод. прогр. : мат. конф. – Деп. ВИНТИ № 556 - 850. – 1985. – С. 227 - 231.
6. *Красновский А.А.* и др. Выделение фикоэритрина из красных водоростей, его спектральные и фотохимические свойства // Докл. Акад. наук СССР. – 1952. – Т. LXXXII, № 6. – С. 947 - 950.
7. *Скопинцев Б.А.* Химический состав вод Черного моря. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 336 с.
8. *Kaliaperumal N., Rao M.U.* Studies on the standing crop and phycocolloid of *Gelidium pusillum* and *Pterocladia heteroplatos*. // Indian J. Bot. – 1981. – 4, 2. – Pp. 91 - 95.
9. *Huang L.* Preliminary observations on the growth of *Gelidium amansii* Lamx. in the sporelings stage. // Acta oceanol. Sin. – 1982. – 4, 2. – Pp. 223 - 230.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В СМЕШАННЫХ КУЛЬТУРАХ

Л. В. Ладыгина

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины (ИнБЮМ НАНУ)

*Исследовано взаимодействие микроводорослей при смешанном накопительном культивировании. На основании сравнения скорости роста и величины накопленной биомассы в моно и дикультурах сделаны выводы о конкурентной способности микроводорослей. Из тестированных смешанных культур на совместимость, в двух происходило подавление роста одного из партнеров, а в одной наблюдалась взаимная стимуляция роста.*

Ключевые слова: микроводоросли, смешанное культивирование, моно- и дикультуры, конкурентный эффект

### Введение

Основным звеном в создании первичного органического вещества в водных экосистемах является сообщество микроводорослей – фитопланктон. На видовую структуру и продуктивность фитопланктона помимо абиотических факторов существенное влияние оказывают биотические взаимодействия между различными популяциями водорослей, в частности конкуренция за лимитирующий ресурс и метаболические взаимодействия [12, 13]. Одним из подходов к оценке биотического взаимодействия планктонных водорослей является анализ динамики популяций в смешанных накопительных культурах.

Рост микроводорослей в монокультурах подчиняется определенной закономерности, которая нарушается при выращивании видов в смешанных культурах. Известны факты различного влияния видов микроводорослей друг на друга в дикультурах: от взаимного угнетения до взаимной стимуляции роста. Причина этого заключается в своеобразных взаимовлияниях микроводорослей, где каждый вид обладает выраженной физиологической индивидуальностью, поэтому конечный результат совместного культивирования предсказать сложно [5]. Кроме этого, при смешанном культивировании водорослей в искусственных условиях возможен интенсивный биосинтез органических соединений, не образывавшихся ранее [10]. Экспериментальный подбор видов и изучение закономерностей их роста в совместной культуре необходимо для получения максимальной биомассы, с улучшенными биохимическими показателями, используемой в качестве корма для двустворчатых моллюсков.

Цель работы: на основании ростовых показателей микроводорослей в смешанных накопительных культурах оценить конкурентную способность популяций.

### Материал и методы

В работе использовались микроводоросли принадлежащие к разным систематическим группам: золотистые – *Isochrysis galbana* (Parke), *Emiliania huxleyi* (Lohmann); диатомовые – *Phaeodactylum tricornerutum* (Bohlin); зеленые – *Tetraselmis suecica* (Kylin) Butcher; криптофитовые – *Rhodomonas salina* (Wislouch), которые применяются в качестве корма для личинок и спата двустворчатых моллюсков, выращиваемых в контролируемых условиях.

Микроводоросли культивировали на среде Конвея в виде двухвидовых смешанных (дикультур) и монокультур при температуре 22 - 24 °С, круглосуточной освещенности 5 клк и аэрации воздухом. Исходные концентрации микроводорослей в моно- и смешанных культурах были одинаковыми. Концентрацию клеток в культурах определяли прямым счетом в камере Горяева под микроскопом МБИ-6 (увеличение 175) в трех повторностях. Объем клеток водорослей, приравнивали к соответствующим геометрическим фигурам, с последующим определением объема по формулам [4, 7]:

а) клетки сферической формы  $V = 4/3 \pi r^3$ ;

б) клетки формы эллипсоида  $V = 4/3 \pi R^2 r$ ;

в) усеченный конус  $V = \pi h (R^2 + r^2 + Rr) / 3$ .

Величину сырой биомассы водорослей определяли по формуле:

$$B = V_{\text{кл.}} \cdot C,$$

где B – сырая биомасса водорослей (мг/л),  $V_{\text{кл.}}$  – объем клетки; C – концентрация клеток (млн. кл./мл).

Конкурентную способность в смешанных культурах оценивали по величине конкурентного эффекта (СЕ), рассчитанного как доля, на которую у водоросли партнера снижаются накопленная биомасса и скорость роста при совместной эксплуатации ресурса по сравнению с монокультурой [1]. Например, конкурентный эффект микроводорослей *Is. galbana* и *Ph. tricornutum* рассчитывали по величинам максимальной биомассы ( $B_{\max}$ ) накопленной диккультурой (ди) и монокультурой (моно), а также по скорости роста водорослей ( $\mu$ ) при моно- и совместном культивировании:

$$CE (B_{\max}) Ph = 1 - B_{\max} Is (ди) / B_{\max} Is (моно);$$

$$CE (B_{\max}) Is = 1 - B_{\max} (ди) Ph / B_{\max} Ph (моно);$$

$$CE (\mu) Ph = 1 - \mu Is (ди) / \mu Is (моно);$$

$$CE (\mu) Is = 1 - \mu (ди) Ph / (\mu) Ph (моно).$$

Величина СЕ, рассчитанная по биомассе, дает обобщенную характеристику конкурентной способности популяции, даже когда содержание лимитирующего ресурса в среде исчерпано и начинает проявляться конкурентное исключение [1].

### Результаты и их обсуждение

Первоначально было проведено тестирование штаммов микроводорослей на совместимость в диккультурах, при котором виды выращивали в разных сочетаниях друг с другом. В качестве примера рассматриваются три смешанных культуры, в которых наблюдалось торможение или взаимная стимуляция роста партнеров:

- 1) *Is. galbana* + *Ph. tricornutum*;
- 2) *Em. huxleyi* + *Ph. tricornutum*;
- 3) *R. salina* + *Ph. tricornutum*.

На рис. 1 представлены данные по росту микроводорослей *Is. galbana* и *Ph. tricornutum* в моно- и диккультурах. В монокультурах на 12 сутки были получены максимальные концентрации клеток:  $23,39 \cdot 10^6$  кл./мл у *Is. galbana* и  $63,92 \cdot 10^6$  кл./мл – *Ph. tricornutum*. При этом скорость роста водорослей составляла соответственно  $0,39 \text{ сут.}^{-1}$  и  $1,78 \text{ сут.}^{-1}$ . На 14 сутки, когда водоросли достигли стационарной фазы роста, наблюдалось снижение плотности культур. На 20 день культивирования 60 % клеток *Is. galbana* и 40 % – *Ph. tricornutum* в монокультурах были еще жизнеспособны.

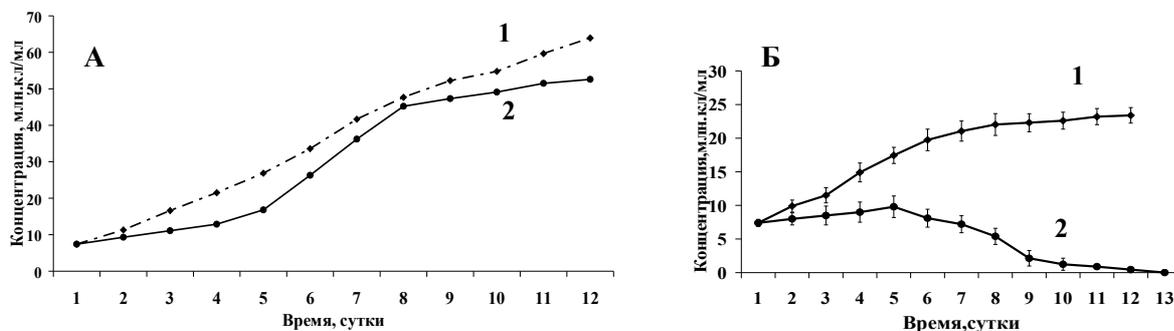


Рисунок 1 – Рост микроводорослей *Phaeodactylum tricornutum* (А) и *Isochrysis galbana* (Б): 1 – монокультуры, 2 – диккультуры

Рост микроводорослей *Is. galbana* + *Ph. tricornutum* в смешанной культуре отличался от такового в монокультурах. Максимальная концентрация *Is. galbana* составляла  $9,8 \cdot 10^6$  кл./мл, что в 2,5 раза меньше, чем в монокультуре. Уже на 5 сутки культивирования наблюдалось снижение численности клеток *Is. galbana*, в тоже время феодактилом продолжал расти почти с такой же скоростью, как и в монокультуре. На 12 день выращивания в диккультуре была получена максимальная биомасса *Ph. tricornutum* – 5,94 г/л, а на 14 сутки в смешанной культуре не было обнаружено ни одной клетки микроводоросли *Is. galbana*, что свидетельствовало об их полном лизисе.

Снижение ростовых показателей в смешанной культуре свидетельствует о конкурентных отношениях водорослей. Ростовые параметры *Is. galbana* в диккультуре были значительно ниже, чем в монокультуре (табл. 1). Поэтому, конкурентный эффект микроводоросли *Ph. tricornutum*

Таблица 1 – Ростовые показатели микроводорослей *Isochrysis galbana* и *Phaeodactylum tricornutum* при смешанном культивировании

Параметры	<i>Is. galbana</i>	<i>Ph. tricornutum</i>
биомасса, $V_{\max}$ (моно), г/л	931,21 ± 1,86	7223,0 ± 2,03
биомасса, $V_{\max}$ (ди), г/л	197,7 ± 1,67	5942,7 ± 1,89
скорость роста, $\mu$ (моно) сут. <sup>-1</sup>	1,18 ± 0,01	1,78 ± 0,01
скорость роста, $\mu$ (ди), сут. <sup>-1</sup>	0,8 ± 0,02	1,70 ± 0,01

*huxleyi* и диатомовой водоросли *Ph. tricornutum* также наблюдались конкурентные отношения между видами, в результате чего при совместной эксплуатации ресурса конкурентному исключению подверглась кокколитофорида. Ростовые показатели микроводорослей *Em. huxleyi* и *Ph. tricornutum* при смешанном культивировании представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Ростовые показатели микроводорослей *Emiliania huxleyi* и *Phaeodactylum tricornutum* при смешанном культивировании

Параметры	<i>Emiliania huxleyi</i>	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>
биомасса, $V_{\max}$ (моно), г/л	700,8 ± 2,35	10096,5 ± 3,15
биомасса, $V_{\max}$ (ди), г/л	470,7 ± 2,56	7695,3 ± 2,75
скорость роста, $\mu$ (моно) сут. <sup>-1</sup>	0,13 ± 0,01	1,96 ± 0,01
скорость роста, $\mu$ (ди), сут. <sup>-1</sup>	0,12 ± 0,01	1,83 ± 0,01

Уже на 11 сутки выращивания в дикультуре оставалось всего 20 % живых клеток *Em. huxleyi*, численность которых составляла  $15 \cdot 10^4$  кл./мл. Водоросль находилась в угнетенном состоянии. На 15 сутки в смешанной культуре не было обнаружено ни одной клетки *Em. huxleyi*, а численность *P. tricornutum* увеличивалась, и достигла максимального значения  $68,1 \cdot 10^6$  кл./мл (рис. 2).

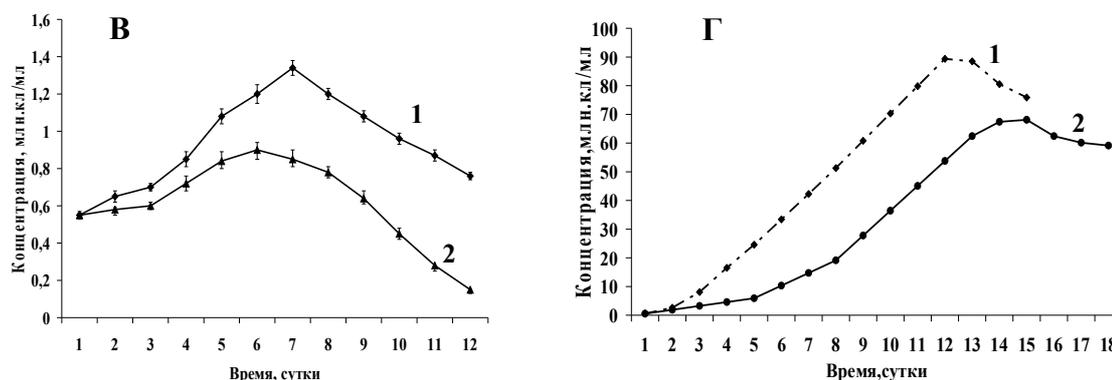


Рисунок 2 – Рост микроводорослей *Emiliania huxleyi* (B) и *Phaeodactylum tricornutum* (Г): 1 – монокультуры, 2 – дикультуры

Ростовые показатели микроводорослей в моно- и дикультурах различались. Скорость роста *P. tricornutum* в монокультуре была выше, чем в дикультуре и составляла, соответственно,  $1,96 \text{ сут.}^{-1}$  и  $1,83 \text{ сут.}^{-1}$ . Скорости роста *Em. huxleyi* отличались незначительно, в то время как биомасса в монокультуре была в 1,5 раза больше, чем дикультуре. Конкурентный эффект микроводоросли *Ph. tricornutum* на рост *Em. huxleyi*, рассчитанный как по биомассе, так и по скорости, составлял соответственно 24 и 8 %.

В результате экспериментов было установлено, что при одинаковых условиях выращивания смешанных культур: *Is. galbana* + *Ph. tricornutum* и *Em. huxleyi* + *Ph. tricornutum* максимальная биомасса феодактилюма ( $7,69 \text{ г/л}$ ) была получена в дикультуре с эмилианией. Вероятно, реакция микроводорослей на одновременное поступление азота и фосфора зависит от видовой структуры доминант. Наличие диатомовых в составе исходной смешанной культуры после внесения элементов питания приводит к доминированию этих водорослей благодаря их более высоким продукционным свойствам [8]. Концентрация фосфатов является наиболее значимым фактором роста *Em. huxleyi* в накопительной культуре и может способствовать увеличению численности клеток кокколитофорида в 2 - 10 раз [6, 9]. Следовательно, в дикультуре *Em. huxleyi* + *Ph. tricornutum*

на рост *Is. galbana*, рассчитанный как по биомассе, так и по скорости был больше и составлял соответственно 79 и 33 %.

При смешанном культивировании кокколитофорида *Em.*

потребности в биогенных элементах разные, и поэтому величина конкурентного эффекта меньше. Потребности в основных биогенах в смешанной культуре *Is. galbana* + *Ph. tricorutum* совпадали, в результате чего биомасса феодактилюма была меньше, а величина конкурентного эффекта больше.

Взаимодействие микроводорослей *R. salina* и *Ph. tricorutum* при смешанном культивировании отличалось от двувидовых культур указанных выше (рис. 3). В дикультуре *R. salina* + *Ph. tricorutum* концентрация клеток родомонасы была больше чем в монокультуре и составляла соответственно 6,02 и 5,42 млн. кл./мл. Численность клеток *Ph. tricorutum* в двувидовой культуре, была несколько ниже, чем монокультуре. При совместном выращивании этих видов, с увеличением продолжительности культивирования (до 15 сут.) наблюдалось постепенное повышение уровня жизнеспособности у обоих видов по сравнению с монокультурами, что подтверждалось

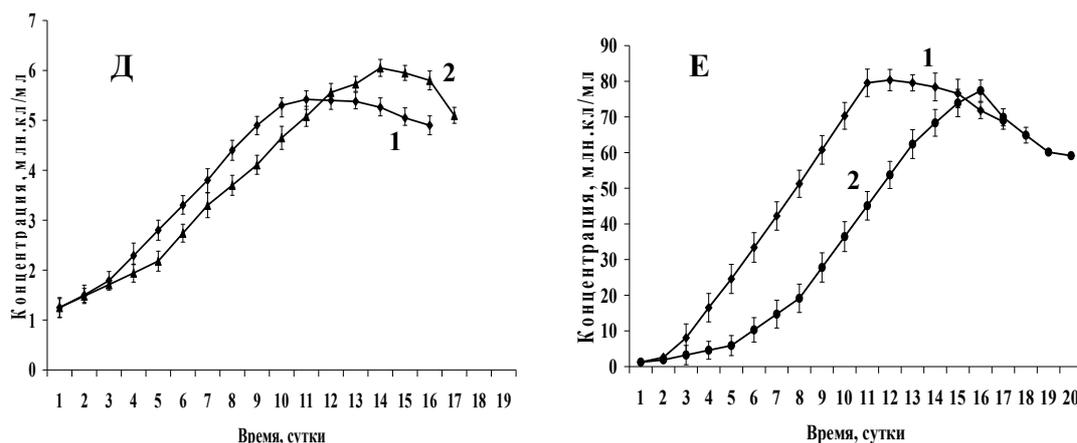


Рисунок 3 – Рост микроводорослей *Rhodomonas salina* (Д) и *Phaeodactylum tricorutum* (Е): 1 – монокультуры, 2 – дикультуры

активно протекающими процессами деления клеток и увеличением численности и биомассы водорослей (табл. 3).

Таблица 3 – Ростовые показатели микроводорослей *Rhodomonas salina* и *Phaeodactylum tricorutum* при смешанном культивировании

Параметры	<i>Rhodomonas salina</i>	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>
биомасса, $V_{\max}$ (моно), г/л	2856,3	9079,5
биомасса, $V_{\max}$ (ди), г/л	3188,3	8741,7
скорость роста, $\mu$ (моно) сут. <sup>-1</sup>	0,73	1,90
скорость роста, $\mu$ (ди), сут. <sup>-1</sup>	0,78	1,79

Величина конкурентного эффекта микроводоросли *Ph. tricorutum* на рост *R. salina* рассчитанный по биомассе имеет отрицательное значение, а величина конкурентного эффекта родомонасы на рост феодактилюма составляет всего 4 %.

Это позволяет предположить, что в дикультуре *R. salina* + *Ph. tricorutum* происходит взаимная стимуляция роста обоих партнеров.

Известно, что эти микроводоросли широко используются в аквакультуре в качестве корма для личинок и спата двустворчатых моллюсков и коловраток. Пищевая ценность этих микроводорослей определяется высоким содержанием липидов, полиненасыщенных жирных кислот и пигментов [3, 14, 15]. Жирнокислотный состав микроводорослей *R. salina* и *Ph. tricorutum* представлен высоконенасыщенными кислотами эйкозапентаеновой (20 : 5  $\omega'$  - 3) и эйкозагексаеновой (20 : 6  $\omega'$  - 3), содержание которых варьирует соответственно от 14 % до 18 % [14, 15]. Поэтому совместное культивирование этих микроводорослей позволяет получить биомассу с более высокими биохимическими показателями, позволяющими увеличить темп роста и выживаемость двустворчатых моллюсков и коловраток, выращиваемых в контролируемых условиях.

### Заключение

Скорости роста микроводорослей в смешанных культурах, в которых наблюдались конкурентные отношения, были меньше, чем при самостоятельном росте. Это связано с тем, что моно-

культуры значительно больше обеспечены элементами минерального питания, чем двувидовые культуры. Взаимодействие видов в дикультурах вероятно носит метаболитный характер.

При проведении тестирования штаммов микроводорослей на совместимость, установлено, что только микроводоросли *R. salina* и *P. tricornutum* можно рекомендовать для совместного выращивания. Изъятие биомассы дикультуры *R. salina* + *P. tricornutum* на корм двустворчатым моллюскам целесообразно производить на 13 - 14 сутки культивирования, когда она максимальна и составляет 11,93 г/л.

#### Литература

1. Белевич Т.А., Запара Е.В., Ильяш Л.В. Взаимодействие между планктонными водорослями при разных источниках азота // Успехи современной биологии. – 2009. – Т. 129, № 4. – С. 379 - 385.
2. Ладыгина Л.В. Микроводоросли как кормовые объекты личинок мидий и устриц : автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Севастополь, 2007. – 24 с.
3. Ладыгина Л.В. Микроводоросль *Rhodomonas salina* – перспективный кормовой объект в аквакультуре моллюсков // Экология моря. – 2010. – Вып. 81. – С. 50 - 53.
4. Лях А.М., Брянцева Ю.В. Компьютерная программа для расчета основных параметров фитопланктона // Экология моря. – 2001. – Вып. 58 – С. 36 - 37.
5. Панин. М.С. Химическая экология. – Семипалатинск: Наука, 2002. – С. 479 - 492.
6. Паутова Л.А., Микаэлян А.С., Силкин В.А. Структура планктонных фитоценов шельфовых вод северо-восточной части Черного моря в период массового развития *Emiliana huxleyi* в 2002 - 2005 гг. // Океанология. – 2007. – 47, № 3. – С. 408 - 417.
7. Сеничкина Л.Г. Объемные характеристики овальных и конических форм клеток планктонных водорослей // Гидробиол. журн. – 1995. – Т. 31, № 2. – С. 103 - 106.
8. Силкин В.А., Паутова Л.А., Микаэлян А.С. Рост коколитофориды *Emiliana huxleyi* (Lohmann) в северо-восточной части Черного моря, лимитированный концентрацией фосфора. // Альгология. – 2009. – Т. 19, № 2. – С. 135 - 144.
9. Стельмах Л.В., Сеничева М.И., Бабич И.И. Эколого-физиологические основы «цветения» воды, вызываемого *Emiliana huxleyi* в Севастопольской бухте // Экология моря. – 2009. – 77. – С. 28 - 32.
10. Bolsunovsky A.Y. Intensive cultivation of microalgae communities // Proc. 4th Eur. Congr. Biotechnol. Amsterdam, June 14 - 19, 1987. – Amsterdam, 1987. – 1. – P. 349.
11. Fernandez E., Fritz J., Balch W. Chemical composition of the coccolithophorid *Emiliana huxleyi* under light-limited steady state growth // Exp. Marine Biology and Ecology. – 1996. – 207, № 1. – Pp. 149 -160.
12. Sommer U. Phytoplankton competition in PluBsee: A field test of the resource-ratio hypothesis // Limnol. Oceanogr. – 1993. – № 38. – Pp. 838 - 843.
13. Sommer U. Are marine diatoms favoured by high Si:N ratios? // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1994. – № 115. – Pp. 309 - 315.
14. Tremblay R., Cartier S., Miner P. et al. Effect of *Rhodomonas salina* addition to a standard hatchery diet during the early ontogeny of the scallop *Pecten maximus* // Aquaculture. – 2007. – 262, № 2 - 4. – Pp. 410 - 418.
15. Viso A.C., Marty J.C. Fatty acids from 28 marine microalgae // Phytochemistry. – 1993. – Vol. 34, № 6. – Pp. 1521 - 1523.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА  
ПОЛУПРОХОДНЫХ И РЕЧНЫХ РЫБ В ВОЛГО-КАСПИЙСКОМ РАЙОНЕ,  
ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ НАРУШЕНИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОПУСКОВ  
ВОДЫ В 2006 - 2011 ГГ.**

**Д. Г. Тарадина, Н. И. Чавычалова**

ФГУП «КаспНИРХ»

*Представлены данные исследований по естественному воспроизводству полупроходных и речных рыб в полях в многоводные 1998 - 2005 гг. (1998, 1999, 2001, 2002, 2005) и мало- и средневодные 2006 - 2011 гг. Показана продуктивность нерестилищ полупроходных и речных рыб в 2000 - 2005 гг., и предварительные данные по нерестилищам полупроходных рыб в 2006 - 2011 гг.*

*Рассчитан ущерб, нанесенный естественному воспроизводству полупроходных и речных рыб от потери стока в 2006 - 2011 гг. Предлагаются практические рекомендации по сохранению и увеличению масштабов естественного воспроизводства в Волго-Каспийском рыбохозяйственном под-районе.*

Ключевые слова: естественное воспроизводство полупроходных и речных рыб, рыбопродуктивность, ущерб от потери стока в период весеннего половодья

Со второй половины 20 века естественное воспроизводство полупроходных и речных видов рыб испытывает все более усиливающееся антропогенное воздействие. Зарегулирование р. Волги у Волгограда и развитие орошаемого земледелия, сопровождающегося обвалованием земельных участков, привело к сокращению площади нерестилищ полупроходных рыб [1, 2]. Распределение стока р. Волги в течение года и режим попусков стали искусственно регулируемыми [1, 3], что привело к серьезным нарушениям условий размножения производителей и нагула молоди, и остается нерешенной проблемой до настоящего времени. Другим негативным фактором с середины 90-х годов является нелегальный промысел на путях миграции и непосредственно на нерестилищах ценных промысловых видов. Уменьшение объема мелиоративных работ на каналах-рыбоходах [4] и мелких водотоках дельты [1] приводит к их заносам и обмелению, что препятствует своевременному заходу производителей промысловых рыб на нерест и затрудняет миграцию молоди полупроходных речных рыб с затопляемых весной нерестилищ в реки.

До зарегулирования р. Волги у Волгограда (1930 - 1955 гг.) средняя продолжительность половодья составляла 83 суток, объем стока за 2 квартал – 135,4 км<sup>3</sup>. При искусственном регулировании объема и режима весенне - летнего половодья оптимальный и благоприятный для воспроизводства полупроходных рыб рыбохозяйственный попуск в апреле - июне составляет 120 - 140 км<sup>3</sup> [5].

После ввода в эксплуатацию Волжской гидроэлектростанции, за период с 1959 по 2010 г., только в 16 случаях сток р. Волги за апрель - июнь был выше 120 км<sup>3</sup>. Причем, в 2007 г. из 120,2 км<sup>3</sup> 28,0 км<sup>3</sup> было сброшено до начала нереста полупроходных и речных рыб. Продолжительность половодья в среднем за период зарегулирования составила 60 суток. Уменьшился объем весеннего стока в низовьях дельты, сократилась его продолжительность, резко возросли скорости подъема и спада полых вод. Эти факторы негативно повлияли на эффективность естественного воспроизводства полупроходных, в меньшей мере речных рыб и продуктивность их нерестовых угодий.

Большинство полупроходных и речных рыб (вобла, лещ, сазан, синец, густера, карась и др.) размножается во временно затопляемых пойменных водоемах, образующихся в период весенне - летнего половодья в дельте р. Волги и Волго-Ахтубинской пойме [1], с общей площадью 455 тыс. га.

Современный период многоводных лет (1998, 1999, 2001, 2002, 2005) характеризовался средним объемом стока за апрель - июнь 127,9 км<sup>3</sup>, биопродукционного стока (стока за время заливания пойм) – 113,3 км<sup>3</sup>, продолжительностью весеннего половодья 74 суток и отметкой уровня на пике весеннего половодья 603 см (табл. 1).

В 2006 - 2011 гг. средний объем стока за апрель - июнь снизился до 93,3 км<sup>3</sup>, биопродукционный сток – до 68,9 км<sup>3</sup>, отметка максимального уровня на пике половодья – до 541 см, продолжительность половодья – до 52 суток (что меньше среднемноголетнего периода на 8 суток, многоводных 1998 - 2005 гг. – на 22 суток) (табл. 2). На пике половодья не полностью обеспечивалось

Таблица 1 – Основные характеристики половодья в многоводные 1998 - 2005 гг.

Год	Дата			Отметка максимального уровня по в/п Астрахань, см	Сток р. Волги		Продолжительность половодья, сутки
	начало половодья	окончание половодья	наступление нерестовой температуры +8 °С		апрель - июнь, км <sup>3</sup>	биопродукционный, км <sup>3</sup>	
1998	6.05	7.07	28.04	587	120,6	101,2	63
1999	19.04	4.07	1.05	584	126,4	113,9	77
2001	23.04	15.07	17.04	624	133,7	128,4	84
2002	25.04	06.07	26.04	591	122,6	107,5	73
2005	24.04	03.07	24.04	627	136,4	115,5	71
в среднем	25.04	7.07	25.04	603	127,9	113,3	74

Таблица 2 – Основные характеристики половодья в 2006 - 2011 гг.

Год	Дата			Отметка максимального уровня по в/п Астрахань, см	Сток р. Волги		Продолжительность половодья, сутки
	начало половодья	окончание половодья	наступление нерестовой температуры +8 °С		апрель - июнь, км <sup>3</sup>	биопродукционный, км <sup>3</sup>	
2006	06.05	20.06	18.04	467	76,6	54,3	46
2007	15.04	28.06	04.05	554	120,2 (92,2)*	92,0	75
2008	18.04	12.06	14.04	580	101,9	81,8	56
2009	26.04	14.06	01.05	550	92,7	71,9	50
2010	3.05	17.06	24.04	557	91,0	64,1	46
2011	1.05	7.06	2.05	536	77,2	49,5	38
в среднем	26.04	16.06	26.04	541	93,3	68,9	52

\* 28,0 км<sup>3</sup> было сброшено до начала нереста полупроходных и речных рыб.

обводнение полей необходимых для размножения воблы, леща и других промысловых рыб, что ухудшило условия их воспроизводства.

Численность молоди полупроходных и речных рыб, учтенной в полях нижней зоны Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги в среднем за 1998 - 2005 гг. составила 454,06 млрд. экз. В 2006 - 2011 гг. она снизилась до 182,4 млрд. экз., что в 2,5 раза ниже уровня 1998 - 2005 гг. (табл. 3).

Таблица 3 – Эффективность естественного воспроизводства полупроходных и речных видов рыб в полях нижней зоны Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги, млрд. экз.

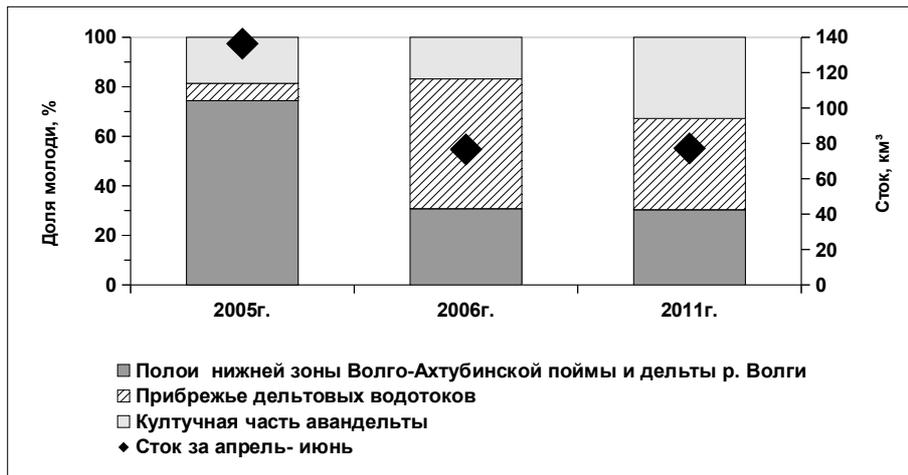
Годы	Вобла	Лещ	Сазан	Судак	Щука	Прочие	Всего
1998 - 2005	284,7	31,7	2,83	0,15	0,36	134,32	454,06
2006 - 2011	119,7	10,2	0,91	0,02	0,33	51,24	182,4

2005 гг. к концу полойного периода более жизнестойких пократных этапов (F и G) в среднем достигало 91,5 % молоди воблы, 68,9 – леща, 97,2 % – сазана, тогда как в 2006 - 2011 гг., соответственно 59,4, 38,6 и 45,3 %. Размерно-весовые показатели в 1998 - 2005 гг., составившие у молоди воблы 22,4 мм, 219,8 мг, леща – 19,0 мм, 134,5 мг, сазана – 20,1 мм, 404,0 мг, в 2006 - 2011 гг. были существенно ниже – 15,5 мм и 69,7 мг, 14,0 мм и 42,3 мг, 17,4 мм и 203,5 мг. Кроме того, в условиях низкой водности увеличилась доля рыб нерестящихся не в полях, а в прибрежье водотоков дельты, усилился преждевременный скат молоди с полей в водотоки и култучную часть авандельты.

Так, например, если в многоводном 2005 г. (сток за апрель - июнь 136,4 км<sup>3</sup>) 74,4 % молоди воблы было учтено в полях, 7 % – в прибрежье дельтовых водотоков и 18,6 % – култучной части авандельты р. Волги, то в маловодных 2006 г. (76,5 км<sup>3</sup>) и 2011 г. (77,2 км<sup>3</sup>) доля рыб, нагул

Биологические параметры молоди, особенно полупроходных видов, во многом определяются длительностью ее нагула на полях, которая зависит от продолжительности половодья. В многоводные 1998 -

которых проходил в полях, снизилась до 30,3 - 30,7 %, а доля молоди учтенной в прибрежье дельтовых водотоков и в култушной части авандельты увеличилась (рисунок).



Доли молоди воблы по районам исследований (в % от общей численности)

Длина и масса тела молоди карася и густеры, наиболее массовых среди «прочих» видов в 2006 - 2011 гг. (16,1 и 12,9 мм и 214,1 и 35,5 мг соответственно), были также меньше, чем в 1998 - 2005 гг. (20,3 и 14,4 мм и 302,5 и 54,5 мг).

После зарегулирования волжского стока рыбопродуктивность нерестилищ полупроходных и речных рыб составляла в

дельте 0,1400 т/га, в Волго-Ахтубинской пойме – 0,21 т/га [2], а в среднем по Волго-Каспийскому району – 0,1490 т/га. В 1986 - 1990 гг., при относительно благоприятных условиях водности р. Волги, продуктивность нерестовых угодий полупроходных рыб оценивалась в 0,0810 т/га, в т. ч. по вобле – 0,0370, лещу – 0,0330, сазану – 0,0070, судаку – 0,0040 т/га [1]. В 2000 - 2005 гг. общая рыбопродуктивность нерестилищ полупроходных и речных рыб Волго-Каспийского района составила 0,1119 т/га, в т. ч. по полупроходным – 0,0680 т/га (вобла – 0,0197 т/га, лещ – 0,0395, сазан – 0,0055, судак – 0,0031 т/га). Оценить показатели продуктивности нерестилищ полупроходных рыб за 2006 - 2011 гг., представляется сложным, поскольку они еще не полностью изъяты промыслом, но по предварительным ориентировочным расчетам, она снизилась до 0,0578 т/га.

Режим попусков, осуществляемый в интересах энергетики и по остаточному принципу для рыбного хозяйства, существенно ухудшил условия размножения и обитания полупроходных рыб и обусловил сокращение масштабов их естественного воспроизводства.

В 1960 - 1986 гг., при среднем вылове полупроходных и речных рыб в объеме 60,8 тыс. т, ущерб, наносимый рыбному хозяйству Волго-Каспия, при попусках р. Волги за второй квартал в объеме 110 км<sup>3</sup>, оценивался в 19,05 тыс. т, 100 км<sup>3</sup> – 31,8 тыс. т, 90 км<sup>3</sup> – 34,1 тыс. т, 70 км<sup>3</sup> – 47,5 тыс. т [6].

В 1998 - 2011 гг. средние уловы полупроходных и речных рыб снизились до 46,8 тыс. т, что обусловило необходимость пересчета наносимого ущерба.

При расчете ущерба, нанесенного естественному воспроизводству воблы в результате нарушения рыбохозяйственных попусков воды р. Волги в 2006 - 2011 гг. были использованы следующие показатели: средний объем стока за апрель - июнь в многоводные годы периода 1998 - 2005 гг. (5 лет), средний промысловый возврат от личинок и промысловый возврат, рассчитанный на 1 км<sup>3</sup> воды.

Молодь других полупроходных и речных видов рыб в силу их экологических и поведенческих особенностей учитывается менее полно. Поэтому численность поколений брали по данным убили от лова.

В многоводные 1998, 1999, 2001, 2002 и 2005 гг. со средним объемом стока за период весеннего половодья 127,9 км<sup>3</sup>, эффективность естественного размножения полупроходных и речных рыб в многоводные годы (1998 - 2005) в промысловом возврате оценивалась в 45,278 тыс. т, в т. ч.: воблы – 6,848, лещ – 16,358, сазана – 2,239, судака – 0,843, щуки – 4,286, сома – 6,311, прочих промысловых видов – 8,393 тыс. т.

Один кубокилометр (км<sup>3</sup>) воды обеспечивает в промысловом возврате: 0,054 тыс. т воблы, 0,128 тыс. т леща, 0,018 тыс. т сазана, 0,007 тыс. т судака, 0,034 тыс. т щуки, 0,049 тыс. т сома и 0,066 тыс. т по группе «прочих» (табл. 4).

Разницу между средним значением стока за 1998 - 2005 гг. и величиной его в рассматриваемом i-том году ( $\Delta W_i$ ) находили по формуле:

$$\Delta W_i = W_{\text{ср.}} - W_i, \quad (1)$$

где  $W_{\text{ср.}}$  – среднеемноголетний (1998 - 2005 гг.) объем стока, км<sup>3</sup>;

$W_i$  – сток в рассматриваемом i-том году, км<sup>3</sup>.

Таблица 4 – Ожидаемый промысловый возврат полупроходных и речных рыб в расчете на 1 км<sup>3</sup> воды, в нижнем течении Волги в многоводные 1998 - 2005 гг.

Виды рыб	Объем стока за апрель - июнь, км <sup>3</sup>	Ожидаемый промысловый возврат	
		тыс. т	в расчете на 1 км <sup>3</sup> воды, тыс. т
Вобла	127,9	6,848	0,054
Лещ		16,358	0,128
Сазан		2,239	0,018
Судак		0,843	0,007
Щука		4,286	0,034
Сом		6,311	0,049
Прочие промысловые		8,393	0,066

Таблица 5 – Потери стока в период весеннего половодья 2006 - 2011 гг., км<sup>3</sup>

Годы	1998 - 2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Средний сток, км <sup>3</sup>	127,9	76,6	92,2	101,9	92,7	91,0	77,2
Потери стока, км <sup>3</sup>	-	51,3	35,7	26,0	35,2	36,9	50,7

(тыс. т/ км<sup>3</sup>) за 1998 - 2005 гг. на величину потерь стока в каждом из рассматриваемых лет.

$$Y = P_{\Delta \text{ср.п}} \times \Delta W_i, \quad (2)$$

где  $P_{\Delta \text{ср.п}}$  – промысловый возврат на один кубокилометр (тыс. т/км<sup>3</sup>) по данному виду (n) в 1998 - 2005 гг.;

$\Delta W_i$  – потери стока в период весеннего половодья в i-том году.

Ущерб естественному воспроизводству полупроходных и речных рыб в результате нарушения рыбохозяйственных попусков воды в 2006 - 2011 гг. представлен в табл. 6.

Таблица 6 – Ущерб, нанесенный естественному воспроизводству полупроходных и речных рыб в 2006 - 2011 гг., тыс. т

Годы	Вобла	Лещ	Сазан	Судак	Щука	Сом	Прочие	Всего
2006	2,747	6,561	0,898	0,338	1,719	2,531	3,366	18,160
2007	1,911	4,566	0,625	0,235	1,196	1,761	2,343	12,638
2008	1,392	3,325	0,455	0,171	0,871	1,283	1,706	9,204
2009	1,885	4,502	0,616	0,232	1,180	1,737	2,310	12,461
2010	1,976	4,719	0,646	0,243	1,236	1,821	2,421	13,063
2011	2,715	6,484	0,888	0,334	1,699	2,501	3,327	17,948
Итого	12,626	30,157	4,128	1,553	7,901	11,634	15,473	83,474

нерестовых угодий, сохранения и увеличения масштабов естественного воспроизводства полупроходных и речных рыб в низовьях р. Волги необходимы следующие меры:

1. Оптимизация рыбохозяйственных попусков воды на Нижнюю Волгу и с этой целью обеспечение:

- объема стока не менее 120 км<sup>3</sup>;
- максимального уровня в пределах 561 - 641 см;
- скорости подъема и спада волны половодья не более 6,0 см/сутки;
- продолжительности весеннего затопления нерестилищ в течение 60 - 84 суток;
- поддержание рыбохозяйственной полки с расходами воды 19 - 22 тыс. м<sup>3</sup>/с, с продолжительностью не менее 20 - 25 суток.

2. Увеличение пропуска производителей на места размножения путем усиления мер по охране в период их нерестовой миграции. Разработка федеральной целевой программы мелиорации ни-

Потери стока в период весеннего половодья, равные разнице между средним значением его объема за апрель - июнь в многоводные 1998 - 2005 гг. и в 2006 - 2011 гг. представлены в табл. 5.

Величину ущерба естественному воспроизводству полупроходных и речных рыб (Y) за 2006 - 2011 гг. определяли как произведение среднего промыслового возврата по данному виду рассчитанного на один кубокилометр воды

Общий ущерб нанесенный рыбному хозяйству Волго-Каспийского рыбохозяйственного подрайона в 2006 - 2011 гг. в результате нарушения рыбохозяйственных попусков воды оценивается в 83,474 тыс. т.

Для повышения рыбопродуктивности

зовьев р. Волги и проведение капитальной мелиорации нерестовых массивов нижней зоны Волго-Ахтубинской поймы, дельты и рыбоходных каналов, на основе осуществления космосъемки, дешифровки снимков и последующих проектных изысканий.

3. Проведение текущей мелиорации включающей:

- прокладку сквозных проходов через крупные колки для улучшения условий нереста рыб в культурной зоне;
- осуществление прокосов тростника ближе к окончанию вегетационного периода (август - сентябрь) или весной, до нерестовой миграции основных промысловых видов рыб) с транспортировкой на сушу скошенной растительности;
- проведение расчистки и углубления подводящих и спускных каналов к нерестилищам, ериков и проток.

4. Введение жестких ограничений на изъятие земель из нерестового фонда для хозяйственной и рекреационной деятельности.

#### Литература

1. *Алехина Р.П., Финаева В.Г.* Оценка эффективности размножения полупроходных рыб в дельте Волги // Экология молодежи и проблемы воспроизводства каспийских рыб. – М.: ВНИРО, 1981. – С. 7 - 21.
2. *Васильченко О.Н., Горюнова В.Н., Алехина Р.П.* О воспроизводстве полупроходных рыб в дельте Волги // Тр. ВНИРО. – 1977. – Т. 127 А. – С. 133 - 144.
3. *Земская К.А., Кузьмин А.Г.* О закономерностях воспроизводства полупроходных рыб Каспия // Тр. ВНИРО. – 1972. – Т. 133. – С. 54 - 71.
4. *Катунин Д.Н., Хрипунов И.А., Зайцев А.Н., Немошкалов С.М.* Каналы – рыбоходы дельты реки Волги. – Астрахань, 2010. – 126 с.
5. *Павлов Д.С., Катунин Д.Н., Алехина Р.П.* и др. Требования рыбного хозяйства к объему весенних попусков воды в дельту Волги // Рыбное хозяйство. – 1989. – № 9. – С. 29 - 32.

**ИССЛЕДОВАНИЯ ОДЕССКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ИМ. И.И. МЕЧНИКОВА НА ПРИДУНАЙСКИХ ОЗЕРАХ**

**В. В. Заморов, М. М. Джуртубаев**

Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова

*В данной работе рассмотрена экологическая ситуация, сложившаяся в придунайских озерах Одесской области после сооружения системы защитных дамб во второй половине XX века. Резко сократилась связь озер с Дунаем; заметно изменилась биотическая компонента озерных экосистем – произошли изменения в структуре ихтиокомплекса озер, до сих пор продолжается перестройка донных сообществ. В работе представлены некоторые основные результаты исследований кафедры гидробиологии и общей экологии Одесского национального университета им. И.И. Мечникова на придунайских озерах в 1995 - 2010 гг.*

Ключевые слова: придунайские озера, ихтиофауна, зообентос, многолетняя динамика

В Одесской области расположен крупнейший озерный район Украины – придунайские озера. Только пять наиболее крупных – Кагул, Ялпуг, Кугурлуй, Котлабух и Китай – имеют общую площадь около 450 км<sup>2</sup>, а объем – около 800 млн. м<sup>3</sup> [8].

Огромная водная масса, большая общая площадь зеркала – важный природный фактор, в значительной степени определяющий климатические, погодные характеристики, экологическую ситуацию в Придунавье. Вода озер используется для орошения, в некоторых случаях – для водоснабжения. На озерах издавна ведется промысел рыбы. Для поддержания на должном уровне рыбопродуктивности на озерах успешно применяется зарыбление, в ряде случаев проводится мелиорация, например, в системе малых озер Лунг - Софьян.

В последние десятилетия вокруг озер сложился круг проблем, как экологических, так и экономических. В их решении активное участие принимает кафедра гидробиологии и общей экологии Одесского национального университета им. И. И. Мечникова (далее – кафедра) при поддержке Одесского центра Южного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (далее – ОдЦ ЮгНИРО).

Во второй половине прошлого века эти придунайские водоемы подверглись мощнейшему антропогенному «удару». Для защиты от затопления в период половодья и паводков прилегающих к Дунаю территорий была сооружена система дамб в десятки километров длиной. С того времени придунайские озера соединяются с рекой по немногим естественным протокам и сооруженным каналам со шлюзами в дамбах. Связь озер с Дунаем сократилась и, что весьма важно, изменился характер этой связи. До строительства дамб в период весеннего половодья и паводков дунайская вода попадала в озера, проходя через мощный и эффективный биофильтр – плавневые заросли тростника, других растений. Здесь оседала значительная часть мути – взвеси, которой так богата дунайская вода, вместе с ней задерживалась часть различных загрязняющих веществ. В настоящее время вода идет в озера напрямую, через «кран» – шлюзы и каналы, со всем набором загрязнений и мути. Усиливается заиление дна, загрязнение, медленно увеличивается минерализация воды. Таким образом, историю придунайских водоемов мы делим на две совершенно различные по времени части: многие столетия – до одамбовывания, когда большинство крупных озер имели характерные черты лиманов, и последние десятилетия – после одамбовывания, когда их экосистемы преобразуются в типично озерные [6].

Существенным образом изменилась ихтиологическая составляющая биотической компоненты озерных экосистем. Например, к 1960 г. численность мигрирующего сазана *Cyprinus carpio* (Linnaeus), заходящего в пойму из Дуная на нерест, снизилась настолько, что его уловы упали почти до нуля [7]. Для восстановления продуктивности озер их начали зарыблять карасем серебряным *Carassius gibelio* (Bloch) и карпом; к началу 80-х годов, в связи с дальнейшим изменением экосистем, программы зарыбления изменились в пользу толстолобиков, в первую очередь, белого *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes), а также белого амура *Stenopharyngodon idella* (Valenciennes). Ежегодно в рыбопитомниках выращивали и затем выпускали в озера миллионы экземпляров молоди толстолобиков [7]. Стоит отметить разноплановость оценки озер как водных объектов. С рыбопромысловых позиций – это огромные рыбные пруды, где рыбопродуктивность поддерживается благодаря зарыблению. С позиции сельскохозяйственных организаций, занимающихся орошением, – это водохранилища. С точки зрения гидробиологии, лимнологии - больше озера, чем что-либо другое, по гидробиологическим характеристикам.

Затем начались неожиданные и серьезные проблемы: в некоторых озерах, в частности, в Ялпуге и Кугурлуе весной наблюдалась массовая гибель толстолобиков. Погибали, главным образом, половозрелые особи. Причем, это не были обычные заморы, которые нередко происходят в континентальных водоемах вследствие сильного дефицита кислорода в воде, и при которых погибает множество рыб разных видов. Применительно к толстолобику стали использовать такое, некорректное по отношению к причинам, определение – «гибель рыбы». Первая «гибель рыбы» случилась в 1985 г., затем – в 1988, 1995, 1996, 1997 гг. Всего за это время в придунайских озерах погибло около 6 тыс. т рыбы; ущерб составил 11 млн. долларов США [7].

В 1999 г. кафедра приняла активное участие в решении проблемы «гибели рыбы» по заданию и при поддержке Южного научного центра НАН Украины. Было сделано заключение, что основной причиной гибели толстолобика белого являются нарушения биохимических и физиологических процессов в организме рыбы из-за адаптации, особенно обостряющиеся в апреле - мае в период начала нерестовых миграций, которые провоцируются паводком на Дунае.

В 2001 г. эколого-биологические исследования толстолобиков белого и пестрого *Aristichthys nobilis* (Richardson) и их гибрида были продолжены кафедрой по заказу Одесской областной государственной администрации в рамках проекта ТАСИС «Придунайские озера: устойчивое восстановление и сохранение естественного состояния и экосистем». За время выполнения проекта случаев массовой гибели толстолобиков не было. Проведенное исследование не показало никаких значительных физиологических различий между толстолобиками из Ялпуга и Кугурлуя, где ранее в массе погибали рыбы, и из Котлабуха, где такие случаи не наблюдались. Однако, по сравнению с аборигенным карпом, интродуцированный толстолобик более подвержен стрессу, связанному с изменениями в экосистемах озер. Гидроакустические исследования показали, что при температуре воды выше 12 °С и скорости течения более 0,2 м/сек. половозрелый толстолобик пытается выйти в Дунай на нерест через каналы, соединяющие реку с Кугурлуем. Поскольку рыба не может преодолеть шлюз, она накапливается в каналах, где гибнет вероятнее всего, от деоксигенации воды и (или) физиологического стресса (от накопления молочной кислоты), вызванного постоянным движением против течения. Система заполнения водой Котлабуха несколько иная, там эти явления не происходят. Кроме того, в Котлабухе большая часть выловленных толстолобиков меньших размеров, не достигших половой зрелости [4].

В рамках проекта ТАСИС сотрудники кафедры исследовали зообентос озер. За пределами озерной литорали обнаружено до 50 видов губок, турбеллярий, полихет, олигохет, пиявок, амфипод, мизид, кумовых, личинок хирономид, брюхоногих и двустворчатых моллюсков [1]. Было также изучено распределение видов, численность и биомасса, их сезонная динамика.

После завершения в 2002 г. проекта ТАСИС кафедра до 2004 г. продолжала изучение зообентоса и рыб придунайских озер как самостоятельно, так и в рамках научного сотрудничества с Региональным центром интегрированного мониторинга и экологических исследований Одесского национального университета имени И. И. Мечникова и ОдЦ ЮгНИРО. В это время в Ялпуге, Кугурлуе и Котлабухе обнаружено 35 видов рыб (более половины из них – из семейства карповых). Это на 14 видов меньше, чем указано для начала 60-х годов XX века Одесским отделением АзЧерНИРО (ныне – ОдЦ ЮгНИРО). Отсутствие в кафедральных сборах редких и непромысловых видов объясняется использованием, в основном, промысловых орудий лова, непродолжительностью кафедральных экспедиций. Свою роль, безусловно, сыграла и относительная изолированность озер от Дуная вследствие строительства дамб.

В то же время были обнаружены виды, отсутствующие в списке АзЧерНИРО: белый амур и амурский чебачок *Pseudorasbora parva* Schlegel, белый и пестрый толстолобики, бычок-кругляк *Neogobius melanostomus* (Pallas). Последний весьма успешно осваивает новые для себя акватории. В 2001 г. единичные особи изредка попадались в Ялпуге только в адаптированных для ихтиологических исследований разноячеистых сетях Нимана. В 2004 г. вид стабильно ловился на вентеря, стал промысловым. Бычок-кругляк успешно размножается в Ялпуге и Кугурлуе. При благоприятных для него условиях кругляк может стать серьезным конкурентом за пищу аборигенным рыбам-бентофагам.

Так как появление бычка-кругляка в придунайских озерах может быть экологической проблемой, на кафедре проводятся специальные исследования этого вида – морфометрия, питание, сравнение с рыбами из различных лиманов и участков северо-западной части Черного моря.

В это же время изучали эколого-биологические характеристики основных промысловых видов рыб озер, прежде всего, бентофагов [3].

Дальнейшим развитием гидробиологических и ихтиологических исследований кафедры на придунайских озерах являются работы по госбюджетным темам Министерства образования и

науки Украины (ныне – Министерство образования и науки, молодежи и спорта) в 2006 - 2010 гг., которые продолжаются и в настоящее время.

Изучены закономерности формирования биоразнообразия придунайских озер; выявлены основные абиотические и биотические факторы, влияющие на распределение, количественные показатели макрозообентоса. Продолжено эколого-морфологическое изучение озерных рыб, в частности, бычка-кругляка. Сотрудниками кафедры в 2006 г. впервые обнаружен бычок-кругляк в низовье озера Китай. Проведено изучение тканевых эстераз бычка-кругляка и бычка-песочника *Neogobius fluviatilis* (Pallas); по экспрессии карбоксиэстераз установлена гетерогенность популяции бычка-кругляка в озере Ялпуг.

В рамках научного сотрудничества кафедры с ОдЦ ЮгНИРО осенью 2007 г. были проведены исследования видового состава и численности молоди промысловых рыб, а также других массовых видов ихтиофауны придунайских озер. Обнаружено 19 видов рыб. Количество видов колебалось от 10 в озере Китай до 16 – в озере Ялпуг. Во всех озерах встречались лишь 4 вида: тюлька черноморско-азовская *Clupeonella cultriventris* (Nordmann), укляя *Alburnus alburnus* (Linnaeus), красноперка *Scardinius erithrophthalmus* (Linnaeus) и бычок-песочник [5].

Сейчас изучается кормовая база рыб-бентофагов, в том числе продукция основных систематических групп озерного макрозообентоса в связи с условиями его обитания и антропогенного влияния.

Всего на сегодняшний день в макрозообентосе придунайских озер обнаружено 176 видов [2]. В настоящее время это наиболее полный в Украине список макрозообентоса придунайских озер. Изучение численности и биомассы макрозообентоса показало, что по численности выделяется олигохетно-хиროномидный комплекс, на долю которого приходится более 50 % общей численности. Основную часть биомассы (более 70 %) образуют моллюски, олигохеты и хиროномиды. При изучении бентоса основное внимание уделено кормовому зообентосу. Изучена продукция макрозообентоса, в том числе, кормового. Установлено, что наибольшей биопродуктивностью (по зообентосу) характеризуется озеро Ялпуг, самая неблагоприятная ситуация – в озере Китай. Озера Кагул, Кугурлуй и Котлабух занимают промежуточное положение.

В настоящее время, при содействии ОдЦ ЮгНИРО, кафедра выполняет ихтиологические и гидробиологические исследования в рамках госбюджетной темы Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины по изучению рыбопродуктивности придунайских озер.

#### Литература

1. Джуртубаев М.М., Ковтун О.А. Зообентос Придунайских озер // Вісник Одеськ. нац. ун-ту : Екологія. – 2002. – Т. 7, вип. 2. – С. 107 - 114.
2. Джуртубаев М.М., Джуртубаев Ю.М., Заморова М.А. Зообентос придунайских озер // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту : Сер. Біологія. – 2010. – № 2 (43). – С. 163 - 166.
3. Заморов В.В., Джуртубаев М.М., Снигирев С.М., Олейник Ю.Н., Радионова Н.П. Ихтиофауна и эколого-биологическая характеристика пяти промысловых видов рыб придунайских озер // Причорноморськ. екол. бюл. – 2006. – № 3 - 4. – С. 517 - 524.
4. Заморов В.В., Джуртубаев М.М., Беленкова Н.И. Гидробиологические и ихтиологические исследования на придунайских озерах – продолжение научных традиций кафедры гидробиологии и общей экологии Одесского национального университета им. И.И. Мечникова // Внесок Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова у розвиток світової освіти, науки і техніки : матеріали наукової конференції. 16 - 18 травня 2007 р. – Одеса, 2007. – Вип. 1. – С. 80 - 88.
5. Кудряшова М.В., Кудряшов С.С., Лотоковский В.Т. Результаты изучения молоди рыб на придунайских водоемах в осенний период 2007 года // Причорноморськ. екол. бюл. – 2009. – № 1 (31). – С. 139 - 143.
6. Ляшенко А.В., Воликов Ю.Н. Сапробиологическая характеристика экологического состояния озера-лимана Ялпуг по организмам макрозообентоса // Гидробиол. журн. – 2001. – Т. 37, № 3. – С. 74 - 81.
7. Рыбалко В.Я., де Грааф Г. Будущее рыбного хозяйства. – Проект ТАСИС «Озера Нижнего Дуная». – 2002. – 5 с.
8. Швєбє Г.І., Гошин М.І. Каталог річок і водойм України. – Одеса : Астропринт, 2003. – 389 с.

## ИХТИОФАУНА НИЖНЕГО УЧАСТКА РЕКИ ПРУТ В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Дн. Булат, Дм. Булат

Институт Зоологии АН Молдовы

*Цель настоящей работы состоит в изучении ихтиофауны нижнего участка реки Прут под влиянием различных экологических факторов. За период исследований нами было обнаружено 41 вид рыб, относящихся к 11 семействам. Также был проведен анализ экологических индексов, что позволило установить долю участия каждого вида в формировании ихтиоценоза и уровень устойчивости экосистемы. Было констатировано количественное доминирование эврибионтных видов рыб. Значительно возросла доля алогенных натурализованных видов (серебряного карася, амурского чебачка, солнечника), а также акклиматизированных (белого и пестрого толстолоба, белого амура), количество которых стремительно возросло вследствие крупных наводнений 2008 и 2010 гг. Был обнаружен новый вид для Республики Молдова, ери баллона – *Gymnocephalus baloni* Holcík & Hensel, 1974.*

Ключевые слова: ихтиофауна, влажная зона, эврибионтные виды, алогенные виды, промысловые виды, экологические индексы, эвтрофикация, антропогенный прессинг

### Введение

Общепризнанно, что тенденция эвтрофикации и заиливания естественных водных экосистем Республики Молдова в настоящее время угрожает целостности флористического и фаунистического национальных генофондов.

Река Прут относится к Черноморско-Азовскому району водоемов и является одним из главных притоков Дуная. Нижний ее участок имеет первостепенное стратегическое значение в выполнении различных экологических и экономических функций. Функциональное значение влажной зоны низовья Прута было признано не только на местном уровне (т. е. первой Рамсарской зоны № 1029 от 20.06.2000 «Озера нижнего Прута»), но и международной Рамсарской конвенцией, относящейся к сохранению природного наследия (02.02.1971) [18].

Из-за проводимых мероприятий по осушению влажных территорий, которые имели максимальный масштаб в 1970-х годах XX века [3, 6], функционально незатронутыми осталось очень мало зон. Для того чтобы безвозвратно не потерять последние «следы» данного «природного сокровища» страны, в 1991 г. в нижнем течении Прута был создан научный заповедник «Прутул де Жос», в который входит часть поймы реки, естественное озеро Белеу (общей площадью 1691 га) и часть наземных территорий. Озеро Белеу тесно связано с рекой через 5 естественных протоков (гирлы), которые в последние десятилетия сильно заилились. В настоящее время инициировано создание биосферного заповедника «Прутул де Жос» [6]. Также, выше по течению, расположено другое крупнейшее естественное озеро страны – Манта, площадью в 2100 га.

Крупные изменения произошли и в видовом составе ихтиофауны. В настоящее время наблюдается неумолимое наступление алогенных представителей, часто с агрессивным поведением (например, серебряный карась, амурский чебачок, солнечный окунь), постепенно удаляя аборигенных. Стала стремительно сокращаться численность местных промысловых видов за счет деградации мест обитания и перелова, особенно в старших возрастных группах, их место заняли малоценные виды рыб с коротким жизненным циклом.

Учитывая важность водно-болотных экосистем, наше исследование было сосредоточено в юго-западной части Республики Молдова, между городом Кантемир и селом Джурджулешть, где простораются большие водные просторы шириною в десятки километров.

### Материалы и методы

Ихтиологический материал был собран в период 2010 - 2011 гг. в нижней пойме Прута с использованием стационарных сетей (размеры ячеи 15 x 15 - 80 x 80 мм) и неводом (длина = 6 м, размеры ячеи 5 мм). Сбор проб и их дальнейший анализ проводился по классическим ихтиологическим и экологическим методам [1, 5, 7, 9, 13, 14].

Полученные данные были обработаны статистически с помощью программ Excel-2007 и Statistica 6.0. Экологические аналитические и синтетические индексы выражают следующие значения: А – численное обилие; D – индекс доминирования; С – индекс постоянства; W – индекс

экологической значимости;  $H(s)$  – индекс Шеннона;  $I_s$  – индекс Симпсона;  $e$  – индекс эквитабельности.

<b>D1</b>	Малозначимые: < 1,1 %	<b>C1</b>	Случайные: < 25 %	<b>W1</b>	Случайные: < 0,1 %
<b>D2</b>	Второстепенные: 1,1-2,0 %	<b>C2</b>	Добавочные: 25,1-50 %	<b>W2-W3</b>	Добавочные: 0,1-5 %
<b>D3</b>	Субдоминанты: 2,1-5,0 %	<b>C3</b>	Постоянные: 50,1-75 %	<b>W4-W5</b>	Характерные: 5,1-100 %
<b>D4</b>	Доминанты: 5,1-10,0 %	<b>C4</b>	Абсолютно постоянные:		
<b>D5</b>	Абсолютные доминанты:		75,1-100 %		
	>10 %				

### Результаты и обсуждение

В результате ихтиологических исследований, проведенных в 2010 - 2011 годах в экосистеме нижнего Прута, было обнаружено 41 вид рыб относящихся к 11 семействам: сем. Осетровых (1 вид); сем. Сельдевых (1 вид); сем. Щуковых (1 вид); сем. Карповых (23 вида), сем. Вьюновых (2 вида); сем. Обыкновенных сомов (1 вид); сем. Тресковых (1 вид); сем. Колюшковых (2 вида); сем. Окуневых (4 вида), сем. Бычковых (4 вида), сем. Ушастых окуней (1 вид).

Чтобы просмотреть ихтиофаунистические сукцессии, произошедшие в данной экосистеме, были использованы существующие литературные данные: Л. Л. Попа [15 - 18], В. Л. Гримальский. [11], В. Н. Долгий [12], М. А. Usatîi [8], Gr. Davideanu [4] и собственные [2] (табл. 1).

Сравнительный анализ полученных результатов показал (табл. 1), что со второй половины XX века, наблюдается значительное снижение ихтиофаунистического разнообразия экосистемы р. Прут.

В результате строительства различных гидротехнических сооружений пострадали, прежде всего, реофильные проходные и полупроходные виды рыб такие как: украинская минога, шип, дунайский лосось, которые, в настоящее время, крайне редки, а некоторые давно исчезли (шип). Также нами не найдены местные лимнофильные виды: линь, золотой карась, вьюн и евдошка. В то же время наблюдается процветание чужеродных натурализованных видов (золотой карась, амурский чебачек, солнечная рыба, ротан головешка) в среднем и верхнем участках р. Прут и видов с коротким жизненным циклом: укляя, бычки, щиповки, колюшки, горчак и др.

Работы по интродукции промысловых видов рыб алогенного происхождения (белый и пестрый толстолоб, белый амур) и их последующее преднамеренное или случайное попадание в естественные природные экосистемы, также привели к значительному увеличению ихтиомассы, особенно после крупных наводнений 2008 и 2010 гг.

Отраден тот факт, что возросла численность чехони до 7,4 %, по сравнению с р. Днестр, где в прошлом столетии этот вид играл важную промысловую роль [8, 11, 12], а в настоящее время, почти исчез.

Если мы сравним ихтиологические данные нижнего русла р. Прут (Л.Л. Попа (1960 - 1974 гг.), М. А. Usatîi (1997 - 1998 гг.)) с собственными результатами, то отмечаем появление следующих таксонов: бычок-головач, бычок-голец, щиповка тонкая, ерш баллона, пестрый толстолоб, и белый амур, тем самым демонстрируя понтическое, данубиальное и антропохорное влияния на формирование структуры ихтиофауны нижнего Прута.

По сравнению с полученными результатами 2008 г. для всего русла [4], не были обнаружены: обыкновенный пескарь, быстрянка, щиповка золотистая, вьюн, чоп малый, бычок-кругляк и ротан головешка.

Видовой состав ихтиоценоза оз. Белеу во многом зависит от гидрологического режима, кислородного уровня и термических градиентов, и может значительно изменяться в течение года. С увеличением уровня воды в Дунае, рыбы поднимаются вверх по течению в р. Прут, откуда через сообщающиеся протоки попадают в озера Белеу и Манта.

Весной 2011 г. был обнаружен новый вид для Республики Молдова, ерш баллона *Gymnocephalus baloni* Holcîk & Hensel, 1974, который существенно расширил свой ареал благодаря значительным абиотическим изменениям [10].

Для того чтобы оценить структурно-функциональное состояние ихтиоценоза нижнего Прута, вычислялись экологические индексы для различных типов орудий лова. Весной в оз. Белеу, наблюдается наибольшее ихтиофаунистическое разнообразие благодаря активным трофическим и репродуктивным миграциям.



Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20	<i>Romanogobio kesslerii</i> (Dybowski, 1862) Пескарь Кесслера	+	+	+	-	+	-	-	+	+
21	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846) Чебачок амурский	-	+	+	+	+	+	+	+	+
22	<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758) Лец	+	+	+	+	+	+	+	+	+
23	<i>Ballerus sapa</i> (Pallas, 1814) Белоглазка	+	+	+	+	+	+	+	+	+
24	<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758) Густера	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25	<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758) Рыбец	+	+	+	+	+	-	-	+	+
26	<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758) Плотва	+	+	+	+	+	+	+	+	+
27	<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782) Горчак европейский	+	+	+	+	+	+	+	+	+
28	<i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758) Жерех	+	+	+	+	+	+	+	+	+
29	<i>Peltecus cultratus</i> (Linnaeus, 1758) Чехонь	+	+	+	+	+	-	+	+	+
30	<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758) Голавль	+	+	+	+	+	+	+	+	+
31	<i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758) Язь	+	+	+	+	+	+	+	+	+
32	<i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758) Гольян	+	-	-	-	-	-	-	-	-
33	<i>Leuciscus leuciscus</i> (Linnaeus, 1758) Елец	-	+	-	-	-	-	-	-	-
34	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758) Красноперка	+	+	+	+	+	+	+	+	+
35	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844) Толстолоб белый	+	+	+	+	+	+	+	-	+
36	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson, 1845) Толстолоб пестрый	-	-	+	-	+	-	+	-	+
37	<i>Stenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844) Белый амур	-	-	+	-	+	-	+	-	+
38	<i>Leucaspis delinetaus</i> (Heckel, 1843) Верховка	+	+	-	+	+	+	+	+	+
39	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758) Уклея	+	+	+	+	+	+	+	+	+
40	<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782) Быстрянка	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<b>Сем. Balitoridae</b>										
41	<i>Varbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758) Голец	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Сем. Cobitidae</b>										
42	<i>Cobitis taenia</i> Linnaeus, 1758 Щиповка	+	+	+	-	+	-	+	+	+
43	<i>Cobitis elongatoides</i> Baccucci et Maier, 1969 Щиповка тонкая	-	-	+	-	+	-	+	+	+
44	<i>Sabanejewia aurata aurata</i> (De Filippi, 1863) Щиповка золотистая	+	-	-	-	-	-	-	+	-
45	<i>Misgurnus fossilis</i> (Linnaeus, 1758) Вьюн	+	+	-	+	-	-	-	+	-
<b>Отр. Siluriformes Сем. Siluridae</b>										
46	<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758 Сом	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Отр. Gadiformes Сем. Lotidae</b>										
47	<i>Lota lota</i> (Linnaeus, 1758) Налим	+	-	+	-	+	-	-	+	+

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Отр. Gasterosteiformes Сем. Gasterosteidae</b>										
48	<i>Pungitius platygaster</i> (Kessler, 1859) Колошка малая южная	+	+	-	-	+	-	+	-	+
49	<i>Gasterosteus aculeatus aculeatus</i> Linnaeus, 1758 Колошка трехиглая	-	-	-	-	+	-	-	-	+
<b>Отр. Sygnathiformes Сем. Sygnathidae</b>										
50	<i>Syngnathus abaster</i> Risso, 1827 Рыба-игла черноморская пухлощечая	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Отр. Perciformes Сем. Percidae</b>										
<b>Сем. Gobiidae</b>										
51	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758 Окунь	+	+	+	+	+	+	+	+	+
52	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758) Судак	+	+	+	+	+	+	+	+	+
53	<i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758) Ерш обаякновенный	+	+	+	+	+	+	+	+	+
54	<i>Gymnocephalus schraetser</i> (Linnaeus, 1758) Полосатый ерш	+	-	-	-	-	-	-	-	-
55	<i>Gymnocephalus baloni</i> Holc'k & Hensel, 1974 Ерш баллона	-	-	-	-	+	-	+	-	+
56	<i>Zingel streber</i> (Siebold, 1863) Чоп малый	+	+	-	-	-	-	-	-	-
57	<i>Zingel zingel</i> (Linnaeus, 1766) Чоп	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<b>Сем. Centrarchidae</b>										
58	<i>Neogobius kessleri</i> (Guenther, 1861) Бычок-головач	-	-	+	-	+	-	-	+	+
59	<i>Neogobius gymnotrac helus</i> (Kessler, 1857) Бычок-тонец	-	-	+	-	+	-	+	+	+
60	<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814) Бычок кругляк	-	-	-	-	-	-	-	+	-
61	<i>Proterorhinus semilunaris</i> (Heckel, 1837) Западный бычок-цудик	+	+	-	+	+	+	+	+	+
62	<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814) Бычок-песочник	+	+	+	+	+	-	+	+	+
<b>Сем. Odontobutidae</b>										
63	<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758) Солнечный окунь	+	+	+	+	+	+	+	+	+
64	<i>Percottus glenii</i> Dybowski, 1877 Ротан головешка	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<b>Отр. Scorpaeniformes Сем. Cottidae</b>										
65	<i>Cottus gobio</i> Linnaeus, 1758 Подкаменщик	+	-	-	-	-	-	-	-	-
66	<i>Cottus poecilopus</i> Heckel, 1837 Пестроногий подкаменщик	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ВСЕГО:</b>		<b>54</b>	<b>37</b>	<b>34</b>	<b>27</b>	<b>40</b>	<b>23</b>	<b>34</b>	<b>41</b>	<b>41</b>

\* Некоторые имена видов описанных в 1974 г. соответствуют новой номенклатуре.

Видно (табл. 2), что абсолютными доминантами являются укляя и ерши. Увеличивается доля молоди промыслово-ценных видов рыб (карпа, сома, жереха, судака, леща, и т. д.), и, таким образом, можно отметить, что экосистема озера в этот период времени становится особенно важной зоной для репродукций разных видов рыб и откорма молоди.

В уловах стационарными сетями с размером ячеи  $\varnothing 30, 40$  мм, максимальная доля приходится на промысловые виды рыб (каarp и белый толстолоб), которые попали в большом количестве вследствие крупных паводков лета 2010 года (табл. 3).

Кроме того, серебряный карась, как инвазивный и эврибионтный вид, в условиях лимнификации водоема становится абсолютным доминантом (D5) и абсолютным постоянным представителем (C4). Зарегистрировано значительное обилие жереха и сома, проникшего из р. Прут. Весной, с подниманием уровня воды в оз. Белеу, встречаются: щука, голавль, язь, рыбец, подуст, налим, усач, пузанок азовско-черноморский и др., довольно редкие виды в другие периоды времени года.

Начиная с мая, озеро почти полностью покрывается рдестом и другой водной растительностью, таким образом, создаются неблагоприятные условия для местообитания оксифильных видов рыб.

Летом 2011 г. ихтиофауна этой экосистемы претерпевает значительные изменения. Из-за снижения уровня воды, повышения температуры и уменьшения концентрации кислорода в воде, остаются, в частности, эвриоксибионтные и эвритермные виды с коротким и средним жизненными циклами (укляя, серебряный карась, плотва, густера и т. д.), а также молодь некоторых промысловых видов рыб: карп, пестрый и белый толстолоб, белый амур, сом, лещ, и т. д. (табл. 4).

Продолжительные засухи 2011 г. еще в большей степени ухудшили условия обитания рыб, протоки частично или полностью иссыкли, а ихтиофауна, кроме этого, сильно пострадала и от разрушительного нашествия пеликанов.

Сезонный анализ динамики синтетических экологических индексов для ихтиоценоза оз. Белеу, показывает весной самое высокое значение индекса разнообразия Шэннона  $H(s)$  4,21, когда наблюдается увеличение видового состава и доли каждого вида в ихтиоценозе (рис. 1).

Таблица 2 – Значения экологических индексов для видов рыб, выловленных стационарной сетью ( $\varnothing 14, 20$  мм,  $L = 25 + 25$  м) весной 2011 г., оз. Белеу

Виды рыб	A	D		C		W	
		%	класс	%	класс	%	класс
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	234	31,4	D5	100	C4	31,4	W5
<i>Gymnocephalus baloni</i> Holcik & Hensel, 1974	176	23,6	D5	100	C4	23,6	W5
<i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758)	131	17,6	D5	100	C4	17,6	W5
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	38	5,1	D4	100	C4	5,1	W4
<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	20	2,6	D3	100	C4	2,6	W3
<i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758)	19	2,5	D3	100	C4	2,5	W3
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	18	2,4	D3	100	C4	2,4	W3
<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	15	2,01	D2	100	C4	2,01	W3
<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	14	1,8	D2	100	C4	1,8	W3
<i>Ballerus sapa</i> (Pallas, 1814)	12	1,6	D2	80	C4	1,2	W3
<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	10	1,3	D2	60	C3	0,8	W2
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	10	1,3	D2	40	C2	0,5	W2
<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	9	1,2	D2	80	C4	0,9	W2
<i>Cyprinus carpio carpio</i> Linnaeus, 1758	8	1,07	D1	60	C3	0,6	W2
<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	5	0,6	D1	40	C2	0,2	W2
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	5	0,6	D1	60	C3	0,4	W2
<i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758)	4	0,5	D1	40	C2	0,2	W2
<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	3	0,4	D1	40	C2	0,1	W2
<i>Neogobius gymnotrachelus</i> (Kessler 1857)	3	0,4	D1	40	C2	0,1	W2
<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	2	0,2	D1	20	C1	0,05	W1
<i>Leucaspis delineatus</i> (Heckel, 1843)	2	0,2	D1	20	C1	0,05	W1
<i>Alosa tanaica</i> (Grimm, 1901)	1	0,1	D1	20	C1	0,02	W1
<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,1	D1	20	C1	0,02	W1
<i>Romanogobio vladykovi</i> (Fang, 1943)	1	0,1	D1	20	C1	0,02	W1
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,1	D1	20	C1	0,02	W1
<i>Neogobius kessleri</i> (Guenther, 1861)	1	0,1	D1	20	C1	0,02	W1
H(s) = 3,02±0,12; Is = 0,19±0,008; e = 0,11±0,004; <b>Всего – 743 экземпляра</b>							

Таблица 3 – Значения экологических индексов для видов рыб, выловленных стационарной сетью (Ø 30, 40 мм, L = 50 + 50 м) весной 2011 г., оз. Белеу

№	Виды рыб	А	D		C		W	
			%	класс	%	класс	%	класс
1	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	31	14,02	D5	100	C4	14,02	W5
2	<i>Cyprinus carpio carpio</i> Linnaeus, 1758	22	9,9	D4	100	C4	9,9	W4
3	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	20	9,04	D4	100	C4	9,04	W4
4	<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	17	7,6	D4	100	C4	7,6	W4
5	<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	15	6,7	D4	100	C4	6,7	W4
6	<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	14	6,3	D4	80	C4	5,06	W4
7	<i>Ballerus sapa</i> (Pallas, 1814)	12	5,4	D4	80	C4	4,3	W3
8	<i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758)	11	4,9	D3	100	C4	4,9	W3
9	<i>Gymnocephalus baloni</i> Holcik & Hensel, 1974	9	4,07	D3	100	C4	4,07	W3
10	<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	8	3,6	D3	60	C3	2,1	W3
11	<i>Alosa tanaica</i> (Grimm, 1901)	7	3,1	D3	60	C3	1,9	W3
12	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	7	3,1	D3	60	C3	1,9	W3
13	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	7	3,1	D3	80	C4	2,5	W3
14	<i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758)	6	2,7	D3	40	C2	1,08	W3
15	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)	6	2,7	D3	40	C2	1,08	W3
16	<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	5	2,2	D3	40	C2	0,9	W2
17	<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	4	1,8	D2	40	C2	0,7	W2
18	<i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758)	4	1,8	D2	60	C3	1,08	W3
19	<i>Pelecus cultratus</i> (Linnaeus, 1758)	3	1,3	D2	20	C1	0,2	W2
20	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	3	1,3	D2	20	C1	0,2	W2
21	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	3	1,3	D2	40	C3	0,5	W2
22	<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	2	0,9	D1	20	C1	0,1	W2
23	<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	2	0,9	D1	20	C1	0,1	W2
24	<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,4	D1	20	C1	0,09	W1
25	<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,4	D1	20	C1	0,09	W1
26	<i>Lota lota</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,4	D1	20	C1	0,09	W1
		H(s) = 4,21±0,16; Is = 0,06±0,002; e = 0,16±0,006; <b>Всего – 221 экземпляр</b>						

Таблица 4 – Значения экологических индексов для видов рыб, выловленных стационарной сетью (Ø 14, 20 мм, L = 25 + 25 м) летом 2011 г., оз. Белеу

№	Виды рыб	А	D		C		W	
			%	Класс	%	Класс	%	Класс
1	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	193	61,07	D5	100	C4	61,07	W5
2	<i>Gymnocephalus baloni</i> Holcik & Hensel, 1974	22	6,9	D4	100	C4	6,9	W4
3	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	21	6,6	D4	100	C4	6,6	W4
4	<i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758)	17	5,3	D4	100	C4	5,3	W4
5	<i>Cyprinus carpio carpio</i> Linnaeus, 1758	13	4,1	D3	100	C4	4,1	W3
6	<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	11	3,4	D3	100	C4	3,4	W3
7	<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	7	2,2	D3	80	C4	1,7	W3
8	<i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758)	7	2,2	D3	80	C4	1,7	W3
9	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	5	1,5	D2	60	C3	0,9	W2
10	<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	5	1,5	D2	40	C2	0,6	W2
11	<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	4	1,2	D2	40	C2	0,5	W2
12	<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	3	0,9	D1	40	C2	0,3	W2
13	<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	2	0,6	D1	20	C1	0,1	W2
14	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	2	0,6	D1	40	C2	0,2	W2
15	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	2	0,6	D1	20	C1	0,1	W2
16	<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	1	0,3	D1	20	C1	0,06	W1
17	<i>Neogobius kessleri</i> (Guenther, 1861)	1	0,3	D1	20	C1	0,06	W1
		H(s) = 2,31±0,14; Is = 0,38±0,02; e = 0,13±0,008; <b>Всего – 316 экземпляров</b>						

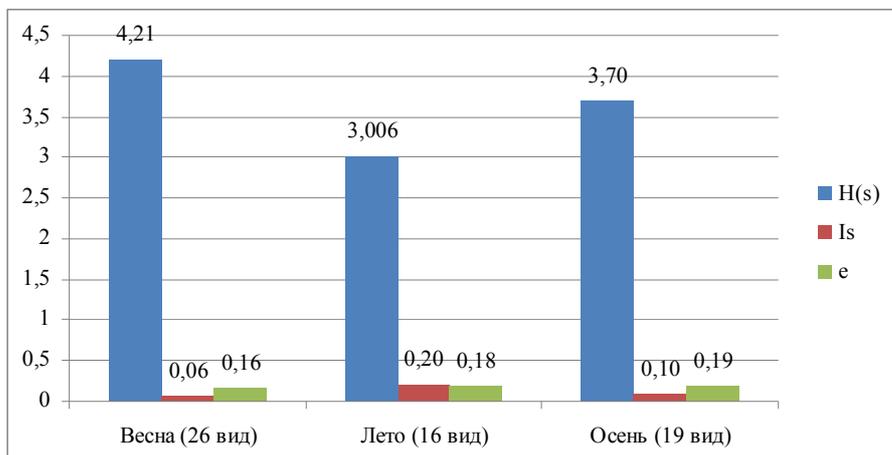


Рисунок 1 – Сезонная динамика значений экологических индексов для ихтиоценоза оз. Белеу

В случае индекса Симпсона ( $I_s$ ) и эквитабильности ( $e$ ), значения показывают численное преимущество некоторых видов супердоминантов в летний период (каarp, серебряные карась, белый толстолоб, и т. д.) и более выраженную ихтиоценологическую гомогенность в весенний и осенний периоды.

Были выявлены не только изменения в видовом составе. Структурно-функциональный анализ состояния популяций серебряного карася выделил ряд ключевых изменений, которые происходили в течение этого периода времени года и могут служить примером биоиндикации качества окружающей среды.

В половой структуре популяции серебряного карася было установлено преобладание самцов (60 %), что является очень редким случаем, будучи важным показателем неблагоприятных условий в летний период. Кроме того, темп роста пойманных образцов очень медленный: в 2-годовалом возрасте они достигали в среднем веса 57 г и длины 13 см; в 3-годовалом возрасте – веса 95 г и длины 14,5 см, и соответственно, в 4-годовалом возрасте имели вес 138 г и длину 17,5 см.

Полученные результаты, а также сравнительный анализ роста серебряного карася в русле реки свидетельствуют о формировании местной популяции, точнее, экологической формы с медленным темпом роста, идеально адаптировавшейся к сильным колебаниям экологических градиентов, мобилизуя весь жизненный потенциал на различных организационных уровнях.

Ихтиологическая картина экосистемы оз. Манта похожа на оз. Белеу с некоторыми особенностями в видовом составе (оз. Манта – 34 вида, оз. Белеу – 40 видов) и в количественном соотношении промысловых видов рыб. Если в уловах стационарными сетями ( $\varnothing$  30, 40 мм) доля карпа в оз. Белеу составляла (39,8 %), белого (8,5 %) и пестрого толстолобика (1,8 %), то в оз. Манта белый толстолоб был наиболее многочисленным, и в некоторых уловах – с абсолютной встречаемостью. Относительное обилие белого толстолобика составляло 34,5 %, карпа – 9,9 %.

Чтобы продемонстрировать малую долю молодежи местных промысловых видов рыб, по сравнению с численностью видов с коротким жизненным циклом, мы приведем некоторые значения, полученные при помощи использования сети с размером ячеи ( $\varnothing$  20 мм) и длиной в 50 м в разных экосистемах нижнего Прута (рис. 2).

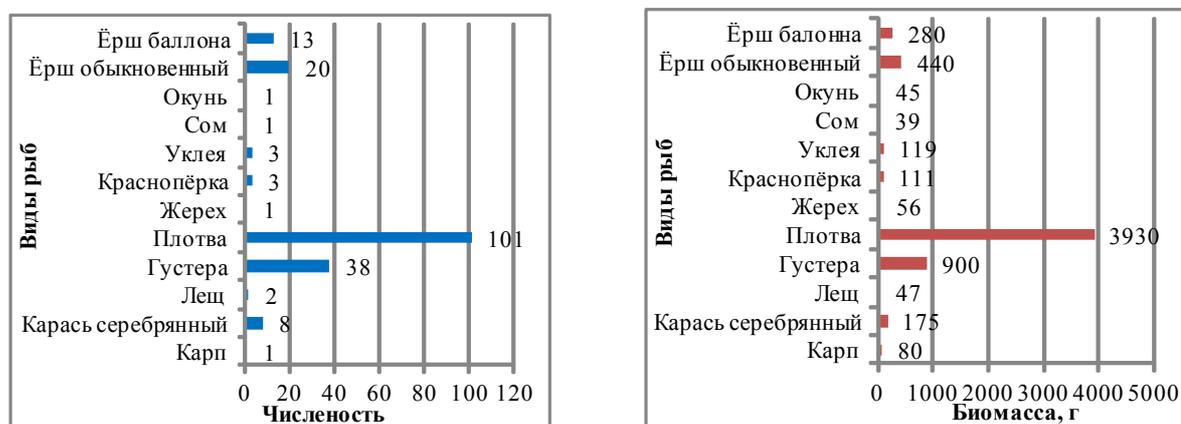


Рисунок 2 – Видовое разнообразие, численность и биомасса рыб, выловленных стационарной сетью ( $\varnothing$  20 мм, L = 50 м) в оз. Манта, сентябрь 2011 г.

Летом значение  $H(s)$  резко падает (3,006) из-за установки неблагоприятных абиотических условий для некоторых стенобионтных видов рыб, осенью наблюдается незначительное увеличение индекса (3,70) благодаря интенсификации трофических миграций перед зимним периодом (однако засуха продолжалась почти всю осень, и уровень воды почти не изменился).

Из рис. 2 можно отметить преобладание в уловах плотвы, как в количественном отношении, так и по биомассе, за ней следуют густера, ерш обыкновенный, ерш баллона и серебряный карась.

Тем же орудием лова проведены сравнительные исследования в двух других водных экосистемах, различаемых по возрасту и происхождению. Первая (рис. 3), образовалась недавно, в результате наводнений летом 2010 года, расположенная недалеко от села Стояновка, р-он Кантемир, а вторая (рис. 4) – в зоне слияния р. Прут с гирлой Нэвудулуй.

На рис. 2 - 4 можно выделить сукцессиональную динамику и закономерности формирования ихтиоценозов в недавно затопленных экосистемах.

Окунь (рис. 3) как малочисленный вид в р. Прут в благоприятных условиях может вызвать количественный «взрыв» (такую же ихтиологическую картину можно наблюдать в свежезатопленных прудах бывшего Кагульского рыбкомбината). Также серебряный карась и укляя становятся первыми пионерами, которые доминируют в данной экосистеме. Наблюдается непрерывный рост численности густеры и солнечника, в большинстве представленными младшими возрастными группами.

Таким образом, можно отметить, что ихтиоценоз недавно затопленной зоны, сформировавшийся в результате обширных наводнений, состоит из небольшого числа видов-пионеров, которые обладают специфическим механизмом увеличения и распространения численности (большой популяционной плодовитостью и пассивным распространением).

В сравнении с недавно сформированной экосистемой (около села Стояновка), в зоне слияния р. Прут с гирлой Нэвудулуй, значительно возрастает видовой состав (рис. 4), с преобладанием доли некоторых эврибионтных видов, таких как: ерш, плотва, густера, что говорит о более сложной организации экосистемы, хотя так же затронутой процессом возросшей эвтрофикации.

В уловах стационарными сетями (Ø 50 мм) непосредственно в русле р. Прут (село Цыганка), абсолютными доминантами и доминантами являются: белый толстолоб, (D5), жерех (D5), лещ (D5), чехонь (D4), сазан (D4), белый амур (D4) и судак (D4), также наблюдается возрастающая

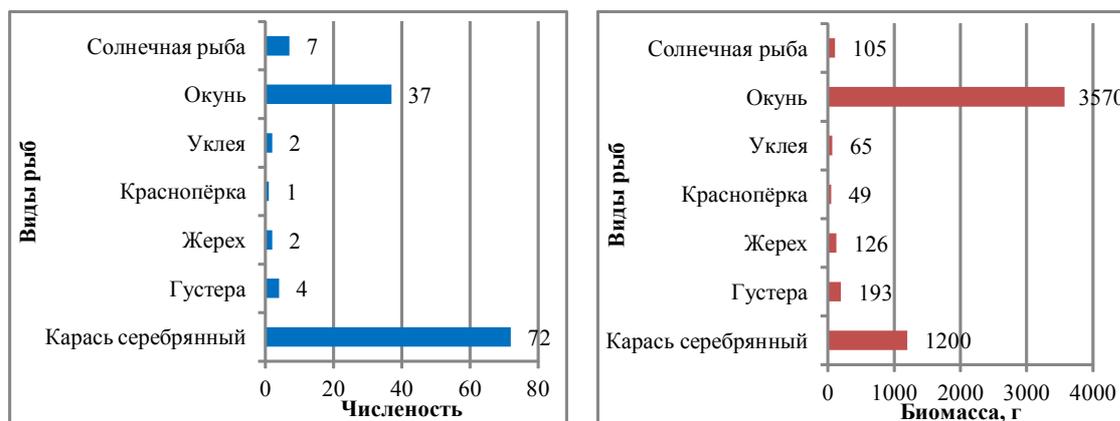


Рисунок 3 – Видовое разнообразие, численность и биомасса рыб, выловленных стационарной сетью (Ø 20 мм, L = 50 м) в затопленной зоне около села Стояновка (р. Кантемир), сентябрь 2011 г.

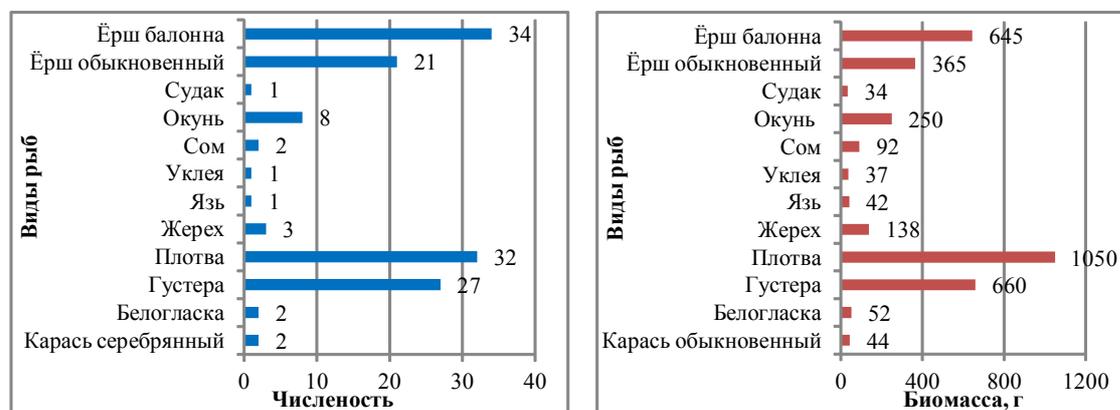


Рисунок 4 – Видовое разнообразие, численность и биомасса рыб выловленных стационарной сетью (Ø 20 мм, L = 50 м) в зоне слияния р. Прут с гирлой Нэвудулуй, конец сентября 2011 г.

доля ихтиофагов, в ответ на большое обилие кормовой базы в виде уклей. Низкие значения для сома соответствуют периоду лова (ноябрь), когда его трофическая активность падает.

Отрадно появление в уловах видов рыб с разным статусом редкости, таких как: обыкновенный усач (в последние годы численность увеличивается), стерлядь, язь, налим и подуст.

Исследования, проводимые неводом для молоди рыб, в различных экосистемах нижнего Прута подтверждают численное превосходство уклей, амурского чебачка, серебряного карася, плотвы и ерша, в некоторых биотопах: горчака, щиповки, бычка песочника, солнечного окуня, густеры и малой южной колюшки. Из промысловых видов рыб часто встречается молодь: карпа, белого толстолобика, жереха и сома. Однако во всех случаях пространственное распределение каждого вида сильно зависит от гидробиотопического предпочтения.

В заключение, можно добавить, что мы должны быть благодарны Дунаю, что у нас по-прежнему есть еще рыба в нижнем участке р. Прут.

### Выводы

1. За период исследований, проведенных в экосистеме нижнего участка реки Прут в 2011 году, было обнаружено 41 вид рыб, относящихся к 11 семействам: семейство Acipenseridae (1 вид); семейство Clupeidae (1 вид); семейство Esocidae (1 вид); семейство Cyprinidae (23 вида), семейство Cobitidae (2 вида); семейство Siluridae (1 вид); семейство Lotidae (1 вид); семейство Gasterosteidae (2 вида); семейство Percidae (4 вида), семейство Gobiidae (4 вида), семейство Centrarchidae (1 вид).

2. Обнаружен новый вид для Республики Молдова ерш баллона – *Gymnocephalus baloni* Holc?k & Hensel, 1974.

3. Было констатировано улучшение состояния популяций чехони, численность которой увеличилась до 7,4 %.

4. Количественное состояние популяций некоторых видов ихтиофагов в р. Прут, таких как: жерех, сом и судак, достигло удовлетворительного значения, однако, в возрастной структуре доминируют младшие возрастные группы, что указывает на чрезмерный промысловый прессинг.

5. Видовой состав ихтиофауны озер Манта и Белеу во многом зависит от гидрологического режима, температурных градиентов, кислородного режима и может значительно изменяться в течение года.

6. Несмотря на сильный антропогенный прессинг на рыбные ресурсы в нижнем участке р. Прут, их количественные значения сохраняются благодаря активным миграциям из Дуная и случайного попадания или преднамеренного внесения промысловых видов азиатского происхождения.

7. Доля алогенных видов рыб (белого и пестрого толстолоба, белого амура) в экосистеме нижнего Прута вследствие крупных наводнений лета 2008 и 2010 гг. значительно возросла, чего нельзя сказать об аборигенных видах рыб с длинным жизненным циклом, что требует немедленного принятия мер по сохранению и восстановлению численности.

### Литература

1. Bănărescu P. Fauna R. P. R. Pisces Osteichthyes. – București, Ed. Acad., 1964. – Vol. XIII. – 958 p.
2. Bulat Dm., Bulat Dn., Fulg N. Studiu preliminar privind starea ihtiofaunei lacului Beleu // Materialele Materialele Simpozionului științific internațional Rezervația «Codrii». – Chișinău. Știința, 2011. – Pp. 78 - 81.
3. Cazac V. ș.a. Resursele acvatice ale Republicii Moldova. – Chișinău. Știința, 2007. – 247 p.
4. Davideanu Gr. ș.a. Ihtiofauna râului Prut. Societatea Ecologică pentru Protecția și Studierea Florei și Faunei Sălbătice AQUATERRA // Societatea Bioremedierii Ecosistemelor Acvatice și Umede «Euri-biont». – Iași, 2008. – 80 p.
5. Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European Freshwater Fishes / Ed. Delemon. – Switzerland, 2007. – 646 p.
6. Mihailescu C. ș.a. Resursele naturale // Colecția Mediul geografic al Republicii Moldova. – Chișinău. – Știința, 2006. – Vol. 1. – 183 p.
7. Năvodaru I. ș.a. Estimarea stocurilor de pești și pescăriilor // Metode de evaluare și prognoză a resurselor pescărești. – Ed. Dobrogea, 2008. – Pp. 46 - 61.
8. Usatii M. Evoluția conservarea și valorificarea durabilă a diversității ihtiofaunei ecosistemelor acvatice ale Republicii Moldova : autoreferat la teza de doctor habilitat în științe biologice. – Chișinău, 2004. – 48 p.
9. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. – М.-Л.: АН СССР, 1948 - 1949. – Изд. 4, ч. 1 - 3. – 925 с.

10. Булат Д.М.Е., Булат Дн.Е. Ерш дунайський – *GYMNOCEPHALUS BALONI* HOLČÍK ET HENSEL, 1974 новый вид для ихтиофауны Молдовы // Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології : Тези IV Міжнародної іхтіологічної науково-практичної конференції. – Одеса: Фенікс, 2011. – С. 43 - 45.
11. Гримальский В.Л. Биология водоемов бассейна реки Прут // Гидробиологические и рыбохозяйственные исследования водоемов Молдавии. – Кишинев: Карта молдовеняскэ, 1970. – Вып. 1. – С. 5 - 77.
12. Долгий В.Н. Ихтиофауна бассейнов Днестра и Прута, современное состояние, генезис, экология и биологические основы рыбохозяйственного использования. – Кишинев: Штиинца, 1993. – 322 с.
13. Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. – М.: Легкая и пищ. пром-ть, 1981. – 209 с.
14. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М., 1966. – 376 с.
15. Попа Л.Л., Фрунза М.А., Панас Е.А. Морфоэкологическая характеристика некоторых промысловых рыб р. Прут // Рыбохозяйственные исследования прудов и естественных водоемов Молдавии. – Кишинев, 1985. – С. 101 - 110.
16. Попа Л.Л. Рыбы бассейна реки Прут. – Кишинев: Штиинца, 1976. – 88 с.
17. Попа Л.Л. Рыбы Молдавии. – Кишинев: Карта молдовеняскэ, 1977. – 200 с.
18. <http://www.ramsar.org>

## **СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА БИОРАЗНООБРАЗИЯ ИХТИОФАУНЫ И ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИЙ РЫБ В КОЛЬЦЕВЫХ ПОТОКАХ СБРОСНЫХ ВОД МГРЭС В КУЧУРГАНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ**

**О. И. Крепис<sup>1</sup>, М. А. Усатый<sup>1</sup>, О. В. Стругуля<sup>2</sup>, А. М. Усатый<sup>1</sup>, А. Н. Бодян<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт Зоологии Академии наук Молдовы

<sup>2</sup>ЗАО «Молдавская ГРЭС»

*Установлено, что в настоящее время в кольцевых потоках сбросных вод Молдавской ГРЭС обитает 38 (Южный) и 35 (Северный) видов рыб, относящихся к 12 семействам. Выявлены значительные сезонные изменения биологического разнообразия ихтиофауны Южного и Северного сбросных каналов МГРЭС. Установлены особенности сезонных и суточных миграций различных видов рыб, а также их связь с эколого-биологическими потребностями и адаптивными возможностями конкретного вида. Определены сезонные периоды, когда необходимо соблюдать особую осторожность при проведении работ в сбросных каналах, чтобы избежать нанесения ущерба промысловым рыбам. Выявлены сроки и орудия для наиболее эффективного санитарного лова массовых непромысловых рыб в периоды их концентрации в сбросных каналах и в зонах водозаборов БНС МГРЭС.*

Ключевые слова: ихтиофауна, биоразнообразие, миграции рыб, адаптивные возможности, сбросные каналы, ущерб ихтиофауне

### **Введение**

Основной отличительной чертой водоемов-охладителей ТЭС является их повышенный термический и гидрологический режимы по сравнению с естественными водоемами. Сброс циркуляционных нагретых вод в водоемы существенно влияет на абиотические факторы и условия обитания водных организмов, а степень и характер этих изменений зависят от физико-географических условий района, где расположены водоемы-охладители, от мощности электростанции, системы водоснабжения и циркуляции воды, интенсивности эксплуатации водохранилищ, их загрязнения и т. д. Правильная эксплуатация водохранилищ-охладителей термальных объектов создают возможности для регулирования абиотических и биотических условий среды и основу для направленного формирования относительно устойчивых, высокопродуктивных гидробиоценозов [1, 4, 5].

Зарегулирование Кучурганского водохранилища и изменение его физико-химического режима оказали существенное влияние на его ихтиофауну. Это проявилось в исчезновении из ее состава ряда видов реофильного комплекса (пескарь, подуст, сельдь, белоглазка, язь и др.), сокращении численности популяций линя и леща и деградации популяции щуки [7]. С другой стороны, исследования показали, что повышение температуры воды оказало положительное влияние на состояние популяций многих видов рыб. Было установлено также, что изменения гидрологии водоема в основном оказали положительное влияние на рыбное сообщество. Создание в водохранилище двух обширных зон циркуляции воды способствовало (за счет ее обогащения кислородом и поддержания режима постоянной проточности) значительному улучшению процесса зимовки рыб и предупреждению их летних заморов, которые наносили серьезный ущерб ихтиофауне в верхней и нижней малопроточных зонах водохранилища. Прямой позитивный эффект изменения гидрологического режима наиболее заметно отразился на популяциях реофильных видов рыб (жерех, голавль, американский канальный сом) за счет создания благоприятных условий для их естественного размножения в сбросных каналах МГРЭС. Одновременно заметно улучшились гидрологические условия для естественного воспроизводства европейского сома, тарани, судака и др. Ускоренный водообмен и повышение среднегодовой температуры воды способствовали продлению периода интенсивного роста рыб на 2 месяца.

Начиная с 90-х годов прошлого столетия, в Кучурганском водохранилище произошло нарушение системы регулирования абиотических и биотических условий среды. Сокращение производственных мощностей МГРЭС привело к снижению среднегодовой температуры воды и интенсивности циркуляции водных потоков в водоеме. В последние 15 лет температурный режим водохранилища почти не отличался от естественного, а также значительно снизился уровень его минерального загрязнения от функционирования станции. Однако изменение гидрологического режима водоема привело к его массовому зарастанию макрофитами, вторичному органическому

загрязнению воды продуктами их разложения и нарушению процессов ее самоочистки [6]. Густые заросли макрофитов препятствовали нормальному горизонтальному и вертикальному перемещению водных масс, циркуляции биогенных элементов в водоеме и затрудняли работу электростанции [8, 9]. В весенне - летнее время по всей акватории были отмечены участки с пониженным содержанием кислорода и выделением в водную толщу сероводорода.

В данной критической ситуации очень важно оценить возможности сохранения биоразнообразия ихтиофауны в изменившихся условиях среды Кучурганского водохранилища, разработать способы снижения вредоносности антропогенных факторов и повышения воспроизводительных способностей популяций ценных видов рыб.

### Основная часть

Сбор ихтиологического материала проводился в 2010 - 2011 гг. из контрольно-промысловых ловов ставными сетями, мелкочаистыми вентерями, подъемниками и мальковой волокушей в зонах влияния кольцевых течений Южного и Северного сбросных каналов МГРЭС. Объем собранного ихтиологического материала составлял более 12 тыс. особей различного вида, пола и возраста. У 1350 экз. рыб был определен возраст, пол и линейно-весовые показатели. Ихтиологический анализ собранного материала проводился по общепринятым в ихтиологии стандартным методикам [10, 11]. Определение видов рыб проводилось с использованием определителей [2, 14]. Приведенная в работе систематика и номенклатура рыб имеют таксономический статус, который считается валидным на современном этапе ихтиологических исследований [3, 12, 13].

Ихтиологический анализ собранного в Кучурганском водохранилище материала показал, что в настоящее время в зонах влияния кольцевого течения Южного сбросного канала Молдавской ГРЭС обитает 38 видов рыб, относящихся к 12 семействам: карповые – 17 видов, бычковые – 8, окуневые – 3, сельдевые – 2 вида и семейства щуковых, вьюновых, сомовых, американских сомов, атериновых, колюшковых, игловых, ушастых окуней – по одному виду (табл. 1). За последние 25 - 30 лет в составе ихтиофауны не выявлялось 9 видов рыб (язь, рыбец, подуст, белоглазка, черный амур, большеротый и малоротый буфало, обыкновенный карась, вьюн). Кроме того, в уловах не было обнаружено 4 вида рыб (сельдь, умбра, пиленгас, вырезуб), присутствие которых теоретически допустимо, однако численность их крайне мала. Вместе с тем, в зонах влияния кольцевого течения Южного сбросного канала Молдавской ГРЭС были обнаружены два новых непромысловых вида – бобырец (*Petroleuciscus boristenicus*) и бычок Книповича (*Knipowitshia longicaudata*). По нашему мнению бобырец мог вместе с верховкой мигрировать из речки Кучурган в водохранилище, где в настоящее время сформировались благоприятные экологические условия для его обитания. Бычок Книповича скорее всего проник в водохранилище из Днестровского лимана, через Днестр и Турунчук, вместе с закачиваемой водой.

В зонах влияния кольцевого течения Северного сбросного канала Молдавской ГРЭС выявлено 35 видов рыб, относящихся к 12 семействам: карповые – 17 видов, бычковые – 5 видов, окуневые – 3 вида, сельдевые – 2 вида и семейства щуковых, вьюновых, сомовых, американских сомов, атериновых, колюшковых, игловых, ушастых окуней – по одному виду (табл. 2). Изменения состава ихтиофауны Северного канала произошли аналогично Южному.

Анализ полученных данных позволил выявить значительные сезонные изменения биологического разнообразия ихтиофауны Южного и Северного сбросных каналов МГРЭС. Из табл. 1 видно, что весной в Южном канале доминируют по численности такие виды, как серебряный карась, тюлька и укляя, летом – красноперка, укляя, а осенью – атерина и тюлька. В Северном канале весной в массе представлены тюлька и укляя, а стада карася, атерины, красноперки и верховки имеют меньшую численность (табл. 2). В летний период наблюдаются массовые миграции в данный канал красноперки, верховки и укляи, а осенью здесь доминируют атерина, тюлька и серебряный карась. Кроме того, нами были отмечены сезонные миграции дунайского пузанка, леща, плотвы, тарани, белого амура, щуки, окуня в Южном канале и дунайского пузанка, карпа, толстолобика, белого амура, щуки, окуня в Северном канале.

Установлено, что большинство таких явлений видоспецифичны и определяются эколого-биологическими потребностями конкретного вида, а также его адаптивными возможностями. Например, массовая весенняя миграция тюльки в сбросные каналы связана с тем, что там создаются благоприятные условия для ее размножения, а в водохранилище такие условия ухудшились. После нереста тюлька в большинстве своем уходит из каналов и ее нагул происходит по всей акватории водохранилища. Популяция укляи в весенний и летний периоды образует массовые скопления в каналах частично для размножения, но в основном в поисках пищи и благоприятных гид-

Таблица 1 – Биологическое разнообразие ихтиофауны и его сезонные изменения в зонах влияния кольцевого течения Южного сбросного канала МГРЭС

Виды рыб	Показатели биоразнообразия*		
	весна	лето	осень
<i>Alosa tanaica</i> (Grimm, 1901) – дунайский пузанок	м	Е	м
<i>A. immaculata</i> Bennett, 1835 – сельдь Ч.-А.	?	?	?
<i>Clupeonella cultriventris</i> (Nordmann, 1840) – тюлька	ММ	мм	М
<i>Cyprinus carpio</i> L., 1758 – карп	Е	Е	Е
<i>Carassius carassius</i> (L., 1758) – карась обыкновенный	О	О	О
<i>C. gibelio</i> (Bloch, 1782) – карась серебряный	ММ	М	М
<i>Abramis brama</i> (L., 1758) – лещ	мм	Е	м
<i>Ballerus sapa</i> (Pallas, 1814) – белоглазка	О	О	О
<i>Blicca bjoerkna</i> (L., 1758) – густера	мм	мм	мм
<i>Alburnus alburnus</i> (L., 1758) – укляя	ММ	ММ	М
<i>Leucaspis delineatus</i> (Heckel, 1843) – верховка	мм	М	мм
<i>Leuciscus leuciscus</i> (L., 1758) – елец	Е	Е	?
<i>L. idus</i> (L., 1758) – язь	О	О	О
<i>Petroleuciscus boristenicus</i> (Kessler, 1859) – бобырец	м	мм	м
<i>R. rutilus heckeli</i> (Nordmann, 1840) – плотва	мм	м	мм
<i>R. frisii</i> (Nordmann, 1840) – вырезуб	?	?	?
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L., 1758) – красноперка	М	ММ	мм
<i>Squalius cephalus</i> (L., 1758) – голавль	Е	Е	Е
<i>Aspius aspius</i> (L., 1758) – жерех	Е	Е	Е
<i>C. nasus borysthenicum</i> Berg, 1914 – подуст	О	О	О
<i>Vimba vimba</i> (L., 1758) – рыбец	О	О	О
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Val., 1844) – белый толстолобик	м	м	м
<i>Aristichthys nobilis</i> (Rich., 1845) – пестрый толстолобик	Е	Е	Е
<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Val., 1844) – белый амур	м	мм	м
<i>Mylopharyngodon piceus</i> (Rich., 1846) – черный амур	О	О	О
<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782) – горчак	мм	мм	мм
<i>Tinca tinca</i> (L., 1758) – линь	?	Е	?
<i>Cobitis taenia</i> L., 1758 – щиповка	Е	Е	Е
<i>Misgurnus fossilis</i> (L., 1758) – вьюн	О	О	О
<i>Ictiobus bubalus</i> (Raf., 1818) – малоротый буфало	О	О	О
<i>I. cyprinellus</i> (Val., 1844) – большеротый буфало	О	О	О
<i>Silurus glanis</i> L., 1758 – сом европейский	Е	Е	Е
<i>Ictalurus punctatus</i> (Raf., 1818) – сом американский	Е	Е	Е
<i>Esox lucius</i> L., 1758 – щука	м	Е	мм
<i>Umbra krameri</i> Walbaum, 1792 – евдошка	?	?	?
<i>Liza haematocheilus</i> (Tem. k et Schleg. l, 1845) – пиленгас	?	?	?
<i>Atherina boyeri</i> Risso, 1810 – атерина черноморс.	М	мм	ММ
<i>Pungitius platygaster</i> (Kessler, 1859) – колюшка м. южная	Е	Е	?
<i>Syngnathus abaster</i> Risso, 1827 – морская игла	мм	мм	мм
<i>Perca fluviatilis</i> L., 1758 – окунь обыкновенный	мм	мм	М
<i>Gymnocephalus cernuus</i> (L., 1758) – ерш обыкновенный	мм	мм	мм
<i>Sander lucioperca</i> (L., 1758) – судак	Е	Е	Е
<i>Lepomis gibbosus</i> (L., 1758) – солнечная рыба	мм	мм	мм
<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814) – бычок песочник	мм	мм	мм
<i>N. melanostomus</i> (Pallas, 1814) – бычок кругляк	мм	мм	мм
<i>N. gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857) – бычок гонец	мм	мм	мм
<i>N. eurycephalus</i> (Kessler, 1874) – бычок рыжик	м	м	м
<i>Proterorhinus marmoratus</i> (Pallas, 1814) – бычок цуцик	Е	Е	Е
<i>Caspiosoma caspium</i> (Kessler, 1877) – бычок каспиосома	Е	Е	Е
<i>Benthophilus nudus</i> Berg, 1898 – бычок пуголовка	Е	Е	Е
<i>Knipowitshia longicaudata</i> – бычок Книповича	Е	Е	Е

\*ММ – виды массово представленные в уловах (>10 %); М – многочисленные виды (6 - 10 %);  
мм – виды часто встречаемые в уловах (1 - 5 %); м – виды редко встречаемые в уловах (0,6 - 0,9 %);  
Е – виды единично встречаемые в уловах (< 0,5 %), ? – присутствие вида теоретически допустимо;  
О – вид отсутствует.

Таблица 2 – Биологическое разнообразие ихтиофауны и его сезонные изменения в зонах влияния кольцевого течения Северного сбросного канала МГРЭС

Виды рыб	Показатели биоразнообразия*		
	весна	лето	осень
<i>Alosa tanaica</i> (Grimm, 1901) – дунайский пузанок	м	Е	мм
<i>A. immaculata</i> Bennett, 1835 – сельдь ч.-а.	?	?	?
<i>Clupeonella cultriventris</i> (Nordmann, 1840) – тюлька	ММ	М	ММ
<i>Suyprius carpio</i> L., 1758 – карп	Е	Е	мм
<i>Carassius carassius</i> (L., 1758) – карась обыкновенный	О	О	О
<i>C. gibelio</i> (Bloch, 1782) – карась серебряный	М	М	ММ
<i>Abramis brama</i> (L., 1758) – лещ	Е	Е	Е
<i>Ballerus sapa</i> (Pallas, 1814) – белоглазка	О	О	О
<i>Blicca bjoerkna</i> (L., 1758) – густера	мм	мм	мм
<i>Alburnus alburnus</i> (L., 1758) – укля	ММ	ММ	М
<i>Leucaspis delineatus</i> (Heckel, 1843) – верховка	М	ММ	М
<i>Leuciscus leuciscus</i> (L., 1758) – елец	?	?	?
<i>L. idus</i> (L., 1758) – язь	О	О	О
<i>Petroleuciscus boristenicus</i> (Kessler, 1859) – бобырец	Е	Е	Е
<i>R. rutilus heckeli</i> (Nordmann, 1840) – плотва	м	м	м
<i>R. frisii</i> (Nordmann, 1840) – вырезуб	?	?	?
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L., 1758) – красноперка	М	ММ	М
<i>Squalius cephalus</i> (L., 1758) – голавль	Е	Е	Е
<i>Aspius aspius</i> (L., 1758) – жерех	Е	Е	Е
<i>C. nasus borysthenticum</i> Berg, 1914 – подуст	О	О	О
<i>Vimba vimba</i> (L., 1758) – рыбец	О	О	О
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Val., 1844) – белый толстолобик	м	м	мм
<i>Aristichthys nobilis</i> (Rich., 1845) – пестрый толстолобик	Е	Е	Е
<i>Stenopharyngodon idella</i> (Val., 1844) – белый амур	м	м	мм
<i>Mylopharyngodon piceus</i> (Rich., 1846) – черный амур	О	О	О
<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782) – горчак	М	М	М
<i>Tinca tinca</i> (L., 1758) – линь	Е	м	Е
<i>Cobitis taenia</i> L., 1758 – шиповка	Е	Е	Е
<i>Misgurnus fossilis</i> (L., 1758) – вьюн	О	О	О
<i>Ictiobus bubalus</i> (Raf., 1818) – малоротый буфало	О	О	О
<i>I. cyprinellus</i> (Val., 1844) – большеротый буфало	О	О	О
<i>Silurus glanis</i> L., 1758 – сом европейский	Е	Е	Е
<i>Ictalurus punctatus</i> (Raf., 1818) – сом американский	Е	Е	мм
<i>Esox lucius</i> L., 1758 – щука	м	Е	м
<i>Umbra krameri</i> Walbaum, 1792 – евдошка	?	?	?
<i>Liza haematocheilus</i> (Tem.k et Schleg.l, 1845) – пиленгас	?	?	?
<i>Atherina boyeri</i> Risso, 1810 – атерина черноморская	М	мм	ММ
<i>Pungitius platygaster</i> (Kessler, 1859) – колюшка м. южная	м	м	м
<i>Syngnathus abaster</i> Risso, 1827 – морская игла	мм	мм	мм
<i>Perca fluviatilis</i> L., 1758 – окунь обыкновенный	мм	мм	М
<i>Gymnocephalus cernuus</i> (L., 1758) – ерш обыкновенн.	мм	мм	мм
<i>Sander lucioperca</i> (L., 1758) – судак	Е	Е	Е
<i>Lepomis gibbosus</i> (L., 1758) – солнечная рыба	мм	мм	мм
<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814) – бычок песочник	мм	мм	мм
<i>N. melanostomus</i> (Pallas, 1814) – бычок кругляк	м	м	м
<i>N. gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857) – бычок гонец	м	м	м
<i>N. eurycephalus</i> (Kessler, 1874) – бычок рыжик	Е	Е	Е
<i>Proterorhinus marmoratus</i> (Pallas, 1814) – бычок цуцик	Е	Е	Е
<i>Caspiosoma caspium</i> (Kessler, 1877) – бычок каспиосома	?	?	?
<i>Benthophilus nudus</i> Berg, 1898 – бычок пуголовка	?	?	?
<i>Knipowitshia longicaudata</i> – бычок Книповича	?	?	?

\* – ММ – виды массово представленные в уловах (>10 %); М – многочисленные виды (6 - 10 %); мм – виды часто встречаемые в уловах (1 - 5 %); м – виды редко встречаемые в уловах (0,6 - 0,9 %); Е – виды единично встречаемые в уловах (< 0,5 %), ? – присутствие вида теоретически допустимо; О – вид отсутствует.

рологических условий среды. Осенью она в большинстве своем покидает каналы и зимует на углубленных участках водохранилища. Аналогичная закономерность была отмечена для популяций верховки и красноперки. Для популяции атерины были также отмечены пищевые и гидрологические миграции из водоема в сбросные каналы в весенний и летний периоды, однако массовые ее скопления наблюдались там в октябре - ноябре. По-нашему мнению главную роль здесь играет температурный фактор. Атерина является теплолюбивым видом и условия зимовки в Кучурганском водохранилище переносит только небольшая часть производителей и крупных сеголеток, у которых накоплено достаточно энергетических запасов в организме. Остальные рыбы после похолодания воды, инстинктивно ориентируясь на более теплые ее потоки, мигрируют из водохранилища в сбросные каналы, образуя в их верховьях массовые скопления, и через некоторое время погибают от истощения.

У популяции окуня весной наблюдалась нерестовая миграция из каналов в водохранилище, а летом и осенью пищевая миграция в каналы за молодь рыб. Отмечено, что осенью в период зарыбления водоема в желудках окуней находили большое количество молоди растительноядных видов рыб, особенно белого толстолобика. Реофильные хищники (жерех, голавль, сомы) весной скапливаются в канале для нереста, а летом и осенью могут периодически выходить в водохранилище для добычи пищи.

Серебряный карась благополучно нерестится и нагуливается в зонах влияния кольцевых течений Южного и Северного сбросных каналов Молдавской ГРЭС, где во все сезоны года его популяция является многочисленной. Массовая миграция карася в Северный канал наблюдается в весенний и осенний периоды. Весенняя миграция связана с преднерестовым выгреванием производителей в более теплой воде. Соответственно нерест карася в зоне Северного канала и прилегающей к нему Кремневой балки ежегодно происходит раньше на две недели, нежели по всему водохранилищу. В осенне - зимний период карась образует значительные скопления в верхней части данного канала, в так называемом промежуточном канале. Вместе с карасем в этой зоне зимуют производители карпа, белого амура и канального сома.

Плотва, тарань и лещ мигрируют (в основном в Южный канал) весной перед нерестом, что может быть обусловлено благоприятными температурными и гидрологическими условиями среды. Осенняя же миграция данных видов помимо этого обусловлена еще и пищевым фактором. Массовый осенний заход атерины в каналы привлекает не только хищников. Ослабевшие и мертвые особи атерины служат легко добываемым и калорийным кормом для леща, плотвы и тарани. В данном случае наблюдается интересное адаптивное изменение типа питания вида на фоне недостатка привычных кормовых организмов в водоеме.

Вселяемые рыбы-фитофаги также периодически скапливаются как в самих сбросных каналах, так и в зонах кольцевых течений. Сезонные скопления толстолобиков и амуров в сбросных каналах обусловлены термическими, гидрологическими и пищевыми факторами. Например, в Южном сбросном канале можно периодически наблюдать стаи взрослых особей белого амура в течение всего вегетационного периода. Это объясняется большим количеством нитчатых водорослей по всему руслу канала и характерным ростом тростника (сवेशивающегося вершинами к водной поверхности), которые являются излюбленным для него кормом. В самом водохранилище нитчатка массово развивается только ранней весной, затем она затеняется быстрорастущей вышей подводной растительностью (рдесты, уруть и др.) и отмирает.

Среди промысловых видов рыб, у которых не были замечены сезонные миграции в зонах влияния кольцевого течения Южного и Северного сбросных каналов Молдавской ГРЭС, можно выделить густеру, ерша, солнечную рыбу, бобырца, горчака, щиповку, морскую иглу, малую южную колюшку и все виды бычков. Это по-нашему мнению обусловлено особенностями их поведения (ограниченность арий), а также благоприятными условиями воспроизводства. Например, расселение в канале двустворчатых моллюсков привлекло туда горчака, который откладывает икру в их мантийную полость. В водохранилище же резко сократилась численность этих моллюсков.

Наблюдения за суточными миграциями рыб в зонах сбросных каналов и водозаборов БНС показали, что они связаны в основном с добычей пищи и защитными рефлексам. В светлое время суток рыбы хорошо ориентируются в пространстве и издалека замечают угрозу. Поэтому такие стайные рыбы, как укля, верховка и тюлька держатся в средних и прибрежных слоях воды, изредка всплывая к поверхности, чтобы схватить упавшее насекомое. Стаи черноморской атерины занимают прибрежные участки, где им легче добывать пищу и спастись от хищников. Другие мелкие рыбы (горчак, бобырец, бычки, солнечная рыба, красноперка и др.) питаются и

укрываются от хищников в зарослях водных растений и между камнями. Стайки серебряного карася в светлое время суток держатся у дна на глубине одного и более метра или в густых зарослях тростника. После заката и до рассвета они выходят для питания в прибрежные мелководные зоны. Плотва и тарань днем держатся в средних и придонных слоях воды, а ночью могут подниматься к поверхности за насекомыми.

Хищные рыбы (жерех, голавль, окунь и сомы) в светлое время суток не проявляют активности и стоят в придонных слоях и в различных укрытиях (ямы в берегах, пространство под мостками и между камнями, заросли макрофитов и т.д.). Пик пищевой активности окуня, жереха и голавля наблюдается на закате и на рассвете, когда они добывают мелкую рыбу в поверхностных слоях воды. В отличие от них европейский и американский канальный сомы охотятся в течение всего темного периода суток и могут выходить в прибрежные мелководные зоны.

Интересные наблюдения были проведены по суточным миграциям белого амура. В светлое время суток он медленно поднимается по каналу до самого его начала, а на ночь – скатывается в водохранилище. По нашему мнению, такое поведение амура связано с природной пугливостью и осторожностью данных рыб. В каналах в дневное время наблюдается более спокойная обстановка, меньше шума и достаточно пищи. В ночное же время белый амур выходит на кормежку в водохранилище, где в прибрежной зоне в изобилии растут валлиснерия и уруть, его излюбленные объекты питания. Миграции белых толстолобиков в канал, объясняется способом его питания. Он может стоять в канале против течения, просто открыв рот и фильтруя, таким образом из воды одноклеточные водоросли.

### Заключение

Анализ полученных данных показал, что в кольцевых потоках сбросных вод Молдавской ГРЭС происходят значительные сезонные миграции стад некоторых промыслово-ценных видов рыб. Большинство из них определяется эколого-биологическими потребностями конкретного вида, а также его адаптивными возможностями.

В Южном сбросном канале весной (март - апрель) скапливаются производители тарани, леща и серебряного карася для созревания половых продуктов в оптимальных экологических условиях. В третьей декаде апреля производители этих видов уходят из канала в водохранилище для нереста. В данный период в самом канале происходит нерест жереха и голавля. Кроме того, в апреле месяце вслед за стадом тюльки в канале скапливаются хищные рыбы (щука, сом, жерех, судак, окунь). В летний же период наблюдаются миграции в канал взрослых особей рыб-фитофагов (белый амур и белый толстолобик), обусловленные наличием там излюбленной пищи и легкостью ее добычи. Однако скопления этих видов не имеют закономерной периодичности и в случае возникновения какой-либо опасности они способны быстро покинуть канал. Кроме того, стадо белого амура заходит в канал только в светлое время суток, а ночью выходит в водохранилище. Необходимо также отметить, что летом, в период массовой вегетации водных растений и возникновения заморозов в водохранилище, могут происходить массовые миграции ценных видов рыб в каналы в поисках лучших экологических условий среды. Осенью (октябрь - ноябрь) вслед за скоплением черноморской атерины в канал заходят стаи тарани, леща и хищных рыб, а в конце ноября они уходят на зимовку в водохранилище. В зимний период массовых скоплений ценных видов рыб в Южном канале не наблюдалось.

Исходя из вышеизложенного, нами были определены сезонные периоды, когда необходимо соблюдать особую осторожность при проведении работ в Южном сбросном канале, чтобы избежать нанесения ущерба промысловым рыбам: весна – март, апрель; лето – в период заморозов в водохранилище; осень – с третьей декады октября по вторую декаду ноября.

В Северном сбросном канале весной (март) наблюдаются преднерестовые скопления производителей карася. В середине апреля караси уходят из канала в водохранилище для нереста. В этот период в канале нерестятся жерех и голавль. В последней декаде апреля в канал заходят производители карпа, образуя преднерестовые скопления, а в начале мая они выходят в водохранилище для нереста. Кроме того, в апреле месяце вслед за стадом тюльки в канале скапливаются хищные рыбы. В летний период ситуация с миграциями рыб в Северном сбросном канале аналогична таковой в Южном канале. Осенью (ноябрь) в Северный канал из водохранилища мигрируют взрослые особи белого амура, карпа и серебряного карася. Они поднимаются в промежуточный канал и образуют там значительные скопления в течение всей зимы.

Исходя из вышеизложенного, нами были определены сезонные периоды, когда необходимо соблюдать особую осторожность при проведении работ в Северном сбросном канале, чтобы из-

бежать нанесения ущерба промысловым рыбам: весна – март, апрель и начало мая; лето – в период заморозов в водохранилище; осень – вторая половина ноября; зима – декабрь, январь, февраль.

Для борьбы с перенаселением водохранилища непромысловыми рыбами (наряду с вселением хищных рыб) возникает необходимость организации их санитарного вылова. Анализ собранного ихтиологического материала показал, что в обоих сбросных каналах МГРЭС происходят схожие массовые сезонные миграции стад некоторых непромысловых видов рыб. Весной (апрель) в каналах отмечаются массовые скопления тюльки. Другие виды – укляя (Южный канал) и атерина (Северный канал) образуют массовые скопления в конце апреля - в мае. Однако атерина потом уходит на нерест и нагул в водохранилище, а укляя частично нерестится прямо в канале и может остаться там на лето. В летний период также были отмечены большие стаи красноперки. Осенью (октябрь) из водохранилища в оба канала массово мигрирует тюлька, которая в ноябре уходит обратно в водохранилище на зимовку. С наступлением холодов в ноябре в каналах происходит массовое скопление черноморской атерины, большая часть которой погибает от истощения. В зимний период отмечены периодические массовые скопления тюльки в зонах перед водозаборами БНС.

Исходя из вышеизложенного, нами были определены сроки наиболее эффективного санитарного лова массовых непромысловых рыб в периоды их концентрации в сбросных каналах МГРЭС: весна – апрель, май (тюлька, укляя, атерина); лето – июнь, июль (укляя, красноперка); осень – октябрь, ноябрь (тюлька, атерина). В зимний же период может быть проведен санитарный вылов тюльки в зонах перед водозаборами БНС МГРЭС.

Анализ суточных ритмов активности массовых непромысловых видов рыб в Северном и Южном сбросных каналах и в зонах БНС 1 - 4 МГРЭС показал, что они связаны в основном с добычей пищи и защитными рефлексивными. В светлое время суток стайки укляи, атерины, верховки и тюльки держатся в средних и прибрежных слоях воды. В периоды захода и восхода солнца стайные рыбы на время теряют пространственную ориентацию. В темное время суток большинство стайных видов образуют скопления в поверхностных (освещенных луной или фонарями) слоях воды. Поэтому санитарный отлов данных рыб на рассвете и на закате будет наиболее эффективным для отцеживающих орудий лова (закидной невод, волокуша, трал), а в ночное время – для вентерей и подъемников.

#### Литература

1. Андрющенко А.И., Литвинова Т.Г., Курочкин И.А. Проблемы загрязнения внутренних водоемов и пути его предотвращения с целью сохранения биоразнообразия // Сохранение биоразнообразия бассейна Днестра : материалы международной конференции. – Кишинев, 1999. – С. 17 - 19.
2. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран // Определители по фауне СССР. – М.-Л.: АН СССР, 1948 – 1949. – Т. 1 - 3. – 1382 с.
3. Богущая Н.Г., Насека А.М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 389 с.
4. Германов Э.Я. Системы и схемы водообеспечения тепловых электростанций и вопросы, связанные с влиянием сброса теплых вод на гидробиологический режим и санитарное состояние водоемов // Гидрохимия и гидробиология водоемов-охладителей тепловых электростанций СССР. – К.: Наукова думка, 1971. – С. 10 - 34.
5. Горбатенький Г.Г., Бызгу С.Е. Характеристика основных абиотических факторов экосистемы водохранилища-охладителя Молдавской ГРЭС // Биопродукционные процессы в водохранилищах-охладителях ТЭС. – Кишинев: Штиинца, 1988. – С. 5 - 21.
6. Зубкова Е.И. Динамика главных ионов и минерализация воды Кучурганского водоема-охладителя Молдавской ГРЭС // Управление бассейном трансграничной реки Днестр и водная рамочная директива Европейского Союза : материалы междунар. конференции. 2 - 3 октября 2008. – Кишинев, 2008. – С. 378 - 382.
7. Карлов В.И., Крепис О.И. Перестройка ихтиофауны, распределение и структура популяций промыслово-ценных видов // Биопродукционные процессы в водохранилищах-охладителях ТЭС. – Кишинев: Штиинца, 1988. – С. 165 - 180.
8. Крепис О., Усатый М., Усатый А. Влияние нарушения гидрологического режима в Кучурганском водохранилище на состояние его экосистемы и функционирование Молдавской ГРЭС // Analele ştiin. ale USM : Ser. şt.chim.-biol. – Chişinău : USM, 2005. – Pp. 151 - 156.

9. *Крепис О., Усатый М., Стругуля О., Усатый А.* Особенности и причины массового зарастания Кучурганского водохранилища в современной экологической ситуации и разработка способов снижения интенсивности развития водных растений // *Studia Univ-țiș, rev. șt. al USM.* – Chișinău, 2008. – № 7 (17). – Pp. 88 - 94.
10. *Методика прогнозирования* вылова рыбы в озерах, реках и водохранилищах. – М.: ВНИИПРХ, 1982. – 46 с.
11. *Типовые методики* исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. – М.: Наука, 1974 - 1976. – Т. 1 - 2. – 475 с.
12. *Internet site:* [www.calacademy.org/research/ichthyology](http://www.calacademy.org/research/ichthyology). – 2008.
13. *Internet site:* [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org). – 2008.
14. *Kottelat M.* European freshwater fishes. An heuristic checklist of the freshwater fishes of Europe (exclusive of former USSR), with an introduction for non-systematists and comments on nomenclature and conservation // *Biologia*, 1997. – V. 52 (Suppliment 5). – Pp. 1 - 271.

## **ВЛИЯНИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОСИСТЕМЫ КУЧУРГАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ВИДОВОЙ СОСТАВ, ЧИСЛЕННОСТЬ И ДИНАМИКУ СКАТА МОЛОДИ РЫБ В ВОДОЗАБОРЫ БНС МОЛДАВСКОЙ ГРЭС**

**М. А. Усатый<sup>1</sup>, В. М. Шитиков<sup>2</sup>, О. И. Крепис<sup>1</sup>, О. В. Стругуля<sup>2</sup>, А. М. Усатый<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт Зоологии Академии наук Молдовы

<sup>2</sup>ЗАО «Молдавская ГРЭС»

*Установлено, что трансформация экосистемы Кучурганского водохранилища, происходящая с момента его строительства и до настоящего времени, оказывает заметное влияние на биоразнообразие, численное соотношение видов и особенности ската молоди рыб в подводных каналах водозаборов Молдавской ГРЭС. В нормальных экологических условиях функционирования водохранилища в скате по подводным каналам БНС преобладали личинки непромысловых рыб, но численность личинок промысловых видов (судак, тарань) тоже была значительной. В период нарушения экологических параметров среды в подводных каналах было отмечено наибольшее видовое разнообразие рыб, увеличение в скате численности личинок непромысловых фитофильных видов и снижение численности промыслово-ценных видов. Исследования показали, что проведение мелиоративных работ перед водозаборами, нормализация гидрологических условий и выпуск в водохранилище ценных туводных видов рыб и рыб-мелиораторов, способствуют позитивным изменениям динамики ската личинок в водозаборах БНС и компенсации ущерба ихтиофауне.*

Ключевые слова: ихтиофауна, экосистема, водохранилище-охладитель, водозаборы, молодь рыб, видовой состав, динамика ската, ущерб ихтиофауне

### **Введение**

Кучурганское водохранилище-охладитель Молдавской ГРЭС было построено в 1964 г. путем зарегулирования Кучурганского лимана, представляющего собой сохранившийся остаток большого Приднестровского лимана [14]. Водоснабжение лимана осуществлялось в основном из Днестра в период паводков через его рукав Турунчук и, затем, Стояново гирло. В зависимости от водности года его акватория распространялась на 1500 - 3200 га, а глубины – от 1,7 до 3,2 м [13]. Физико-химические свойства его воды были близки к таковым для нижнего участка реки Днестр. Кучурганский лиман являлся нерестово-нагульным водоемом для фитофильных рыб Днестра.

Строительство переливно-затапливаемой плотины длиной 4200 м с гидроузлом обеспечило подъем уровня воды в водохранилище до 3,5 м абс., среднюю глубину – 3,5 м (максимальная – 5 м), площадь водного зеркала – 2730 га и объем воды – 88 млн. м<sup>3</sup>. Таким образом, естественный лиман был превращен в искусственный наливной водоем с оборотным водоснабжением ГРЭС. С началом функционирования ГРЭС экологические условия в данном водоеме претерпели значительную трансформацию, что соответственно отразилось на состоянии его экосистемы. За период существования водохранилища были отмечены значительные изменения его термического режима. Например, в начале эксплуатации МГРЭС (1964 - 1966 гг.) термофикация водоема была незначительной и среднегодовая температура на всех его участках составляла 12,6 - 12,7°. В результате наращивания мощностей электростанции (в 1967 - 1970 гг.) среднегодовая температура воды нижнего участка водохранилища уже превышала естественную на 3,7°. При достижении МГРЭС проектной мощности (1981 - 1985 гг.) температура воды на нижнем участке превысила естественную на 6,1°, а на среднем участке – на 4,0° [6].

Термофикация водохранилища привела к определенному изменению других абиотических факторов (растворенных газов, биогенных элементов и органического вещества, ионного состава и минерализации воды), а также накопления и превращения органических веществ в экосистеме. Например, в 1964 - 1970 гг. термофикация проявлялась в регулировании и поддержании концентрации растворенных газов на уровне, близком к равновесию, соответственно их парциальным давлениям [5]. При максимальной термофикации водоема в 1981 - 1985 гг. газовый режим в целом был также удовлетворительным. Это в большей степени было обусловлено наличием на нижнем и среднем участках водохранилища мощных циркуляционных течений оборотной воды МГРЭС, которые отсутствовали на густо заросшем верхнем участке, где в период отмирания макрофитов, отмечались заморные явления [6]. При небольшом прогреве водоема (1967 - 1970 гг.) произошло ускорение оборачиваемости биогенных элементов, в результате чего были созданы благоприятные условия для увеличения первичной биопродукции в экосистеме. Интенсивная

же термофикация (1981 - 1985 гг.) привела к приостановке роста содержания азота и фосфора в водохранилище на уровне, ниже оптимального, что привело к некоторому снижению первичной биопродукции. Минерализация воды в нем к этому периоду возросла почти в 2 раза. С другой стороны, как показали исследования ряда авторов [1, 4], оптимальные гидрологические условия в сочетании с повышенной температурой позволяют активизировать процессы самоочищения воды за счет ускорения трансформации химических соединений в донных отложениях, являющихся прекрасными адсорбентами токсических веществ, нефтепродуктов, радионуклидов и других загрязнителей водоемов.

Трансформация экосистемы Кучурганского водохранилища сопровождалась значительными изменениями его гидрофауны. Произошло сокращение видового разнообразия водных растений, зоопланктонных и бентосных животных [6]. Однако в количественном отношении продукция оставшихся видов гидробионтов позволяла обеспечивать уровень, удовлетворяющий потребности нормально функционирующего гидробиоценоза. Было установлено также, что данные изменения в основном оказали положительное влияние на рыбное сообщество. Создание в водохранилище двух обширных зон циркуляции воды способствовало (за счет ее обогащения кислородом и поддержания режима постоянной проточности) значительному улучшению процесса зимовки рыб и предупреждению их летних заморов. Прямой позитивный эффект изменения гидрологического режима наиболее заметно отразился на популяциях реофильных видов рыб (жерех, голавль, американский канальный сом) за счет создания благоприятных условий для их естественного размножения в сбросных каналах МГРЭС. Одновременно заметно улучшились гидрологические условия для естественного воспроизводства европейского сома, тарани, судака и др.

Вместе с тем, наиболее крупные нерестилища судака оказались в зонах влияния водозаборов БНС МГРЭС, что привело к массовому попаданию в водозаборы ранних личинок судака в период их пассивного дрейфа в толще воды. В результате исследовательских работ Института зоологии, проведенных в период максимальной производственной загрузки электростанции (1985 г.) было установлено, что за период ската в водозаборы МГРЭС попадало около 2,5 млн. личинок ценных рыб, из которых судака – 1,3 млн.

Начиная с 90-х годов прошлого столетия, в Кучурганском водохранилище произошло нарушение системы регулирования абиотических и биотических условий среды. Сокращение производственных мощностей МГРЭС привело к снижению среднегодовой температуры воды и интенсивности циркуляции водных потоков. В последние 15 лет температурный режим водохранилища почти не отличался от естественного, а также значительно снизился уровень его минерального загрязнения от функционирования станции. Однако, не смотря на это, экологическая ситуация на водоеме-охладителе продолжает ухудшаться. По сравнению с периодом 1981 - 1985 гг. минерализация воды возросла в 2 и более раза, а ее жесткость превысила 18 мг-экв/л [7]. Изменение гидрологического режима водоема привело к его массовому зарастанию макрофитами, вторичному органическому загрязнению воды продуктами их разложения и нарушению процессов ее самоочистки. Густые заросли макрофитов препятствовали нормальному горизонтальному и вертикальному перемещению водных масс, циркуляции биогенных элементов в водоеме и затрудняли работу электростанции [11]. В весенне - летнее время по всей акватории были отмечены участки с пониженным содержанием кислорода и с выделением в водную толщу сероводорода.

Такая трансформация экосистемы водоема привела к существенным изменениям видового разнообразия и численности молоди рыб, попадающих в водозаборы МГРЭС. В водозаборы МГРЭС попадали ранее не встречавшиеся там фитофильные виды рыб: щука, лещ, сазан, серебряный карась, красноперка, атерина [10].

В последние годы благодаря усилиям Молдавской ГРЭС в экологической ситуации на водохранилище-охладителе произошли позитивные изменения. В результате ежегодного обмена воды в водохранилище, поддержания его уровня близкого к проектному, увеличения мощности кольцевых потоков сбросных вод, а также вселения рыб-мелиораторов произошло значительное сокращение площадей сплошного зарастания акватории и улучшение ряда гидробиологических показателей.

Исходя из вышеизложенного, целью наших исследований было – изучить особенности влияния изменений экологической ситуации в Кучурганском водохранилище на видовой состав, динамику ската молоди рыб в водозаборы Молдавской ГРЭС и на величину ущерба ихтиофауне, а также разработать мероприятия по его компенсации.

### **Основная часть**

Сбор ихтиологического материала проводился в 2009 - 2011 гг. в период с марта по сентябрь из контрольных ловов мелкочейистыми вентерями, подъемниками, и мальковой волокушей в зо-

нах водозаборов МГРЭС. Пробы личинок и ранней молоди рыб собирали при помощи ихтиопланктонной сетки Корри (диаметром 0,5 м) у поверхности, в толще воды и у дна, в различное время суток. Всего за период исследований было собрано и проанализировано более 1200 проб. Ихтиологический анализ собранного материала проводился по общепринятым стандартным методикам [2, 3, 8, 9, 12].

Среднюю концентрацию личинок данного вида рыб в водозаборных каналах БНС рассчитывали по формуле

$$N = M / n \cdot t \cdot w,$$

где:  $N$  – средняя концентрация личинок данного вида в каналах, шт./м<sup>3</sup>;

$M$  – количество личинок, учтенных ловушкой за период наблюдений, шт.;

$n$  – количество проб, взятых за период наблюдений, шт.;

$w$  – среднее количество воды, проходящей через ловушку, м<sup>3</sup>/сек.;

$t$  – период отбора одной пробы, сек.

Объем изымаемой водозаборными воды за период наблюдений рассчитывали по формуле

$$W = \sum (T_i \cdot W_i),$$

где:  $W$  – объем изымаемой воды за период наблюдений, м<sup>3</sup>;

$T_i$  – время работы циркуляционных насосов на  $i$ -том блоке в период наблюдений, час;

$W_i$  – производительность циркуляционного насоса на  $i$ -том блоке, м<sup>3</sup>/час.

Потенциальное количество личинок рыб, попавших в водозаборы БНС за период их ската рассчитывали по формуле

$$P = W \cdot N,$$

где:  $P$  – потенциальное количество личинок рыб, попавших в водозаборы, тыс. шт.;

$W$  – объем изымаемой воды за период наблюдений, м<sup>3</sup>;

$N$  – средняя концентрация личинок данного вида в водозаборных каналах, шт./м<sup>3</sup>;

Прямой натуральный ущерб от гибели личинок промыслово-ценных рыб рассчитывали по формуле

$$X_1 = W \cdot (N \cdot K_1 \cdot m),$$

где:  $X_1$  – прямой натуральный ущерб от гибели личинок, кг;

$W$  – объем изымаемой воды за период наблюдений, м<sup>3</sup>;

$N$  – средняя концентрация личинок этого вида в водозаборных каналах, шт./м<sup>3</sup>;

$K_1$  – коэффициент промыслового возврата от личинок данного вида рыб;

$m$  – среднестатистическая масса особи промысловых рыб данного вида, кг.

Опосредованный натуральный ущерб от гибели личинок непромысловых рыб рассчитывали по формуле

$$X_0 = B \cdot K_3 \cdot K_2^{-1},$$

где:  $X_0$  – опосредованный ущерб от гибели личинок непромысловых рыб, кг;

$B$  – потенциальная среднестатистическая продукция биомассы непромысловых рыб от личинок, попавших в водозаборы, кг;

$K_2$  – кормовой коэффициент для перевода биомассы непромысловых рыб в прирост ихтиомассы ценных рыб;

$K_3$  – доля усваиваемой промысловыми рыбами биомассы непромысловых рыб.

Потенциальную среднестатистическую продукцию биомассы непромысловых рыб от личинок, попавших в водозаборы, рассчитывали по формуле

$$B = W \cdot N \cdot K \cdot m,$$

где:  $B$  – потенциальная среднестатистическая продукция биомассы непромысловых рыб от личинок, попавших в водозаборы, кг;

$W$  – объем изымаемой воды за период наблюдений, м<sup>3</sup>;

$N$  – средняя концентрация личинок этого вида в водозаборных каналах, шт./м<sup>3</sup>;

$K$  – доля личинок, выживающих до взрослых особей данного вида рыб;

$m$  – среднестатистическая масса особи взрослых рыб данного вида, кг.

Исследования сезонной динамики ската икры, личинок и молоди рыб Кучурганского водохранилища в водозаборы БНС I-IV Молдавской ГРЭС в 2009 - 2011 гг. проводились в сравнении с аналогичными исследованиями за 1982 - 1985 и 2001 - 2003 гг. Анализ собранного материала

показал, что в подводящих каналах БНС в настоящее время встречаются личинки и молодь 16 видов рыб, относящихся к 7 семействам: карповые – 10 видов и сельдевые, окуневые, вьюновые, игловые, атериновые, бычковые – по 1 виду (табл. 1). Из них только 2 вида (лещ, линь) промыслово-ценные и 2 вида (серебряный карась, плотва) промысловые малоценные.

Таблица 1 – Видовой, количественный и размерный состав рыб, обнаруженных в зоне всасывания водозаборов БНС 1-4 Молдавской ГРЭС

Виды рыб	Относительная численность (%)			Размерный состав (см)		
	1983-1985	2001-2003	2009-2011	1983-1985	2001-2003	2009-2011
Щука	0	0-0,4	0	-	1,0-2,2	-
Судак	22,1	1,0-3,9	0	0,6-10,0	0,5-0,7	-
Плотва	8,0	0,5-1,5	1,8-4,9	0,7-1,5	0,7-8,0	0,6-0,8
Лещ	0	1,7-2,6	0,5-1,6	-	0,7-9,0	0,6-1,0
Сазан	0	0,3-0,6	0	-	0,5-0,6	-
Жерех	0	0,2-0,3	0	-	5,0-24,0	-
Линь	0	0-0,1	0-0,5	-	0,5	0,5-0,7
Серебряный карась	0	0,8-3,8	4,1-7,0	-	0,5-0,8	0,6-0,9
Окунь	11,0	6,0-15,0	2,1-9,2	1,0-8,0	6,7-7,5	0,8-1,0
Красноперка	0	12,6-15,4	7,0-14,5	-	0,5-12,0	0,6-0,7
Густера	0,2	3,0-8,5	1,6-3,0	1,0	0,6-7,0	0,6-0,9
Уклея	22,6	19,6-40,4	18,6-22	0,6-9,0	0,6-14,5	0,5- 10,0
Бычки	27,7	7,0-14,5	4,1-7,4	0,5-7,2	0,6-13,0	0,9-3,5
Горчак	0,2	3,0-8,0	1,0-1,6	0,6-1,5	0,9-5,5	0,8-2,5
Атерина	0	7,6-25,0	9,4-18,9	-	0,5-6,5	0,5-5,0
Щиповка	0	0-0,2	0-0,5	-	3,0-5,8	4,0
Игла-рыба	0,5	0-2,1	0-2,3	0,6-1,5	3,0-12,0	3,0-11,0
Тюлька	2,8	0-5,8	4,9-19,9	0,8-9,0	0,8-7,0	0,6-5,0
Бобырец	0	0	3,5-4,4	-	-	0,5-0,7
Верховка	4,8	0	10,3-18	0,6-8,5	-	0,5-3,0

В период интенсивной термофикации водохранилища-охладителя, нормального водообмена и интенсивной циркуляции потоков сбросных вод (1982 - 1985 гг.) в подводящих каналах водозаборов встречалось 10 видов рыб из 5 семейств: карповые – 5 видов, окуневые – 2 вида и сельдевые, игловые, бычковые – по 1 виду. В период минимальной термофикации водоема, нарушения гидрологических параметров и массового зарастания водохранилища (2001 - 2003 гг.) было отмечено наибольшее видовое разнообразие рыб (18 видов из 8 семейств) в т. ч. и ценных видов – щука, лещ, сазан, жерех, судак, линь. Однако относительная численность большинства из них была невелика или значительно уменьшилась по сравнению с периодом 1983 - 1985 гг. Например, относительная численность молоди судака сократилась с 22 до 1 - 4 %, а тарани – в 8 раз. С другой стороны было отмечено резкое увеличение видового разнообразия и численности таких фитофильных видов рыб, как лещ (с 0 до 2,6 %), карась (с 0 до 3,8 %), красноперка (с 0 до 15,4 %), густера (с 0,2 до 8,5 %), атерина (с 0 до 25 %), уклея (с 22,6 до 40,4 %).

В настоящее время в зоне водозаборов БНС отсутствует молодь судака, шуки, сазана и жереха. Отмечено небольшое увеличение относительной численности тарани и снижение в 2 - 3 раза численности леща. Несколько сократилась также численность молоди таких фитофильных видов, как окунь, красноперка, густера, уклея, атерина. С другой стороны, в подводящих каналах возросла численность серебряного карася, верховки, тюльки и обнаружен новый для водохранилища вид (бобырец), численность которого растет и в 2011 г. достигла 4,4 %. Необходимо отметить, что в популяциях некоторых промысловых малоценных видов (окунь, красноперка, густера) в настоящее время преобладают тугорослые и карликовые формы и они промыслового значения не имеют.

Из табл. 1 видно, что на протяжении всего исследуемого периода (с 1983 по 2011 гг.) доминирующее положение по численности в подводящих каналах занимали в основном непромысловые виды рыб: в 1985 г. – бычки и уклея (22,7 и 22,6 %), в 2003 г. – уклея и атерина (40,4 и 25,0 %), в 2011 г. – уклея и тюлька (22,0 и 19,9 %). Отмечено также изменение в сторону уменьшения линейных размеров рыб, обитающих в зонах всасывания водозаборов (табл. 1). Например, если в 1985 г. в контрольных ловах встречались личинки и молодь судака длиной тела до 10 см, то в 2003 г.

были обнаружены только его личинки длиной до 0,7 см. В настоящее время уменьшились максимальные размеры встречаемой молоди плотвы (с 8 до 0,8 см), леща (с 9 до 1 см), окуня (с 7,5 до 1 см), красноперки (с 12 до 0,7 см), густеры (с 7 до 0,9 см) и других видов рыб.

Исследования показали, что основной скат личинок рыб по подводным каналам БНС приходится на весенний сезон и первый месяц летнего сезона. За период мониторинга не было выявлено ската икры и молоди старших, чем личинки, возрастных групп рыб в водозаборы МГРЭС.

Установлено, что сезонная динамика ската личинок зависит от сроков нереста рыб. Например, у ранненерестующих видов (окунь, плотва, тюлька) наиболее интенсивный скат личинок происходил в апреле. Пик ската личинок средненерестующих видов (лещ, карась, уклея, верховка и др.) приходился на май месяц, а для поздненерестующих (бычки, щиповка) и порционнонерестующих (красноперка, уклея, верховка) видов он продолжался и в июне. В июле и августе месяце скат личинок промысловых и непромысловых видов рыб не выявлялся. Наиболее интенсивный скат отмечался в потоке воды, примыкающем к поверхности и в темное время суток.

В процессе многолетних исследований нами проводились расчеты потенциального количества личинок рыб, попадающих в водозаборные сооружения МГРЭС за период ската (табл. 2). Из табл. 2 видно, что в 1983 - 1985 гг. в водозаборы попадали личинки 10 видов рыб, из которых 3

Таблица 2 – Потенциальное количество личинок рыб, попадающих в водозаборные сооружения МГРЭС за период ската (тыс. экз.)

Виды рыб	1983-1985 гг.	2001-2003 гг.	2009-2011 гг.
Щука	0	0-30,9	0
Судак	1317,2		0
Плотва (тарань)	1190,1	29,5-106,6	248,2-742,6
Лещ	0	30,8-69,4	58,9-699,8
Сазан	0	24,8-47,8	0
Линь	0	0	0-48,1
Карась	0	169,9-226,0	805,9-1401,0
Окунь	1195,0	505,8-964,0	945,4-1167,5
Красноперка	0	448,5-459,5	593,9-3490,8
Густера	47,7	244,0-619,5	121,1-374,7
Уклея	4189,8	881,7-1756,5	2104,8-3164,4
Бычки	5475,0	330,5-1378,4	392,1-873,7
Горчак	47,7	359,5-434,7	120,3-291,8
Атерина	0	283,4-2762,3	1102,5-2120,0
Бобырец	0	0	405,8-879,4
Игла-рыба	95,1	0-89,8	0-495,2
Щиповка	0	0	0-60,2
Тюлька	285,6	0-129,0	303,6-6568,0
Верховка	523,5	0	1694,3-2072,8
Все виды	16901,4	6358,5	15054,4

вида (судак, плотва-тарань, окунь) имели промысловое значение. В скате преобладали личинки непромысловых рыб (бычки – 5,5 млн., уклея – 4,2 млн. экз.) При этом численность ската личинок промысловых видов тоже была значительной: судак – 1,3 млн., плотва и окунь – по 1,2 млн. личинок ежегодно. В 2001 - 2003 гг. за счет фитофильных рыб в водозаборы стали попадать личинки 15 видов, из которых 6 видов (щука, судак, плотва, лещ, сазан, серебряный карась)

имели промысловое значение. Однако численность промысловых видов была невелика или значительно снизилась по сравнению с 1983 - 1985 гг. Например, в водозаборы ежегодно попадало от 95,3 - 239,2 тыс. личинок судака, от 29,5 до 106,6 тыс. личинок плотвы-тарани, от 30,8 до 69,4 тысячи личинок леща и т.д. По-прежнему в скате доминировали по численности личинки непромысловых видов: атерина – до 2,8 млн. экз., уклея – до 1,8 млн. экз., бычки – до 1,4 млн. экз.

В последние годы произошло изменение видового и количественного состава ската (табл. 2). В водозаборы БНС попадают личинки 16 видов рыб, из которых только 4 вида (плотва-тарань, лещ, линь и серебряный карась) имеют промысловое значение. При этом их численность (за исключением линя) значительно возросла по сравнению с периодом 2001 - 2003 гг.: плотва в 7 раз, лещ в 10 раз, карась в 6 раз. Возросла также численность личинок окуня (до 1,2 млн. экз.) и красноперки (до 3,5 млн. экз.), однако учитывая потерю промыслового значения данными видами (преобладание в популяциях тугорослых и карликовых форм) ущерб ихтиофауне от их попадания в водозаборы будет незначительным. По-прежнему в скате по численности преобладают личинки уклеи (до 3,2 млн. экз.) и атерины (до 2,1 млн. экз.), однако отмечено также резкое увеличение количества личинок тюльки (до 6,6 млн. экз.), верховки (до 2,1 млн. экз.) и появился новый вид – бобырец (до 0,9 млн. экз.). Это может быть связано с массовой численностью их популяций, а также с фитофильным характером размножения.

### Заключение

Анализ результатов исследований показал, что трансформация экосистемы Кучурганского водохранилища, происходящая с момента его строительства и до настоящего времени, оказывает заметное влияние на биоразнообразие, численное соотношение видов и особенности ската молоди рыб в подводящих каналах водозаборов Молдавской ГРЭС, а также на величину натурального ущерба ихтиофауне от их функционирования.

В период интенсивной термофикации водохранилища-охладителя, нормального уровня и водообмена в нем, а также интенсивной циркуляции потоков сбросных вод (1982 - 1985 гг.) в водозаборы попадали личинки 10 видов рыб, из которых 3 вида (судак, тарань и окунь) имели промысловое значение. В скате преобладали личинки непромысловых рыб, но численность ската личинок промысловых видов тоже была значительной: судак – 1,3 млн., тарань – 1,2 млн. личинок ежегодно. Причиной этому было расположение основных нерестилищ судака в зонах влияния водозаборов, где создавались оптимальные экологические условия для его нереста и развития икры. Выклюнувшиеся из икры предличинки в процессе пассивного дрейфа в потоке воды попадали в водозаборы. Тарань же (в связи с биологическими особенностями ее размножения) стремилась отложить свою икру рядом или непосредственно на гнездовых кладках икры судака и ее предличинки также попадали в водозаборы. Для максимального снижения ущерба данным видам нами был разработан метод блокирования нерестилищ перед водозаборами при помощи системы искусственных нерестовых гнезд, которым судак оказывал предпочтение по сравнению с естественными. После нереста гнезда с отложенной икрой, перевозили в инкубационный цех МГРЭС, а полученную личинку выпускали обратно в водохранилище вне зон влияния водозаборов.

В период минимальной термофикации водохранилища, нарушения его гидрологических параметров и массового развития в водоеме погруженной водной растительности (2001 - 2003 гг.) в подводящих каналах водозаборов было отмечено наибольшее видовое разнообразие рыб, в том числе и ценных видов – щука, лещ, сазан, жерех, судак, линь. Произошло резкое увеличение численности таких фитофильных видов рыб, как карась, красноперка, густера, атерина, укляя. В результате в водозаборы стали попадать личинки 15 видов, из которых 6 видов (щука, судак, плотва, лещ, сазан, серебряный карась) имели промысловое значение. Было установлено, что данные изменения связаны с массовым развитием водных растений в зонах перед водозаборами. Наличие субстрата для нереста и хорошие (в отличие от других участков водохранилища) экологические условия (проточность, газовый режим и т. д.) для развития икры привлекали сюда производителей фитофильных рыб. Для уменьшения ущерба от попадания личинок фитофильных рыб в водозаборы БНС были даны рекомендации по скашиванию и уборке погруженной водной растительности в весенний период в подводящих каналах и прилегающих к ним зонах.

В последние годы, в результате проведения Молдавской ГРЭС мелиоративных работ перед водозаборами, поддержания гидрологических параметров в водохранилище, близких к проектным, а также работ по воспроизводству ценных туводных видов рыб и рыб-мелиораторов, произошло изменение видового и количественного состава ската личинок в водозаборы БНС. Теперь туда практически попадают только 3 вида промысловых рыб: плотва-тарань, лещ и серебряный карась. Их численность возросла по сравнению с периодом 2001 - 2003 гг., что свидетельствует об увеличении стад производителей данных видов. Согласно проведенных расчетов ущерба ихтиофауне Кучурганского водохранилища, для его компенсации в 2012 г. на рыбоводном комплексе Молдавской ГРЭС будет получено и выпущено в водоем следующее количество личинок промысловых видов рыб: плотва-тарань – 0,75 млн. экз., лещ – 0,7 млн. экз. и белого амура (вместо серебряного карася) – 1,4 млн. экз. По-нашему мнению, нет смысла искусственно воспроизводить и выпускать в водоем молодь карася, так как его популяция имеет высокий уровень естественного воспроизводства. Целесообразнее выпускать в водохранилище соответствующее количество белого амура, крайне необходимого для биомелиорации водоема.

В настоящее время отмечено также увеличение в подводящих каналах водозаборов количества скатывающихся личинок красноперки, тюльки, верховки и других массовых видов непромысловых рыб. Это свидетельствует о малочисленности стад хищных рыб в Кучурганском водохранилище и о необходимости увеличения масштабов разведения судака, европейского и американского сомов с последующим вселением их молоди в водоем.

### Литература

1. Андриющенко А.И., Литвинова Т.Г., Курочкин И.А. Проблемы загрязнения внутренних водоемов и пути его предотвращения с целью сохранения биоразнообразия // Сохранение биоразнообразия бассейна Днестра : материалы Международной конференции. – Кишинев, 1999. – С. 17 - 19.

2. *Берг Л.С.* Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран // Определители по фауне СССР. - М.-Л.: АН СССР, 1948 – 1949. – Т. 1 - 3. – 1382 с.
3. *Богущая Н.Г., Насека А.М.* Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 389 с.
4. *Германов Э.Я.* Системы и схемы водообеспечения тепловых электростанций и вопросы, связанные с влиянием сброса теплых вод на гидробиологический режим и санитарное состояние водоемов // Гидрохимия и гидробиология водоемов-охладителей тепловых электростанций СССР. – К.: Наукова думка, 1971. – С. 10 - 34.
5. *Горбатенький Г.Г., Сарычева С.Ф.* Режим растворенных газов и активной реакции (рН) воды Кучурганского лимана // Биологические ресурсы водоемов Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1972. – Вып. 10. – С. 3 - 17.
6. *Зеленин А.М.* (отв. ред.). Биопродукционные процессы в водохранилищах-охладителях ТЭС. – Кишинев: Штиинца, 1988. – 271 с.
7. *Зубкова Е.И.* Динамика главных ионов и минерализация воды Кучурганского водоема-охладителя Молдавской ГРЭС // Управление бассейном трансграничной реки Днестр и водная рамочная директива Европейского Союза : материалы международной конференции. 2 - 3 октября 2008. – Кишинев, 2008. – С. 378 - 382.
8. *Инструкция подсчета* ущерба, наносимого рыбным запасам водоемов Молдовы // «Monitorul oficial al RM» от 20 авг. 2004 г. – № 150 - 155. – С. 133 - 160.
9. *Коблицкая А.Ф.* Определитель молоди пресноводных рыб. – М.: Наука, 1981. – 208 с.
10. *Крепис О., Усатый М., Усатый А., Михайлев В.* Мониторинг сезонной динамики ската личинок и молоди рыб в водозаборы БНС Молдавской ГРЭС // Интегрированное управление природными ресурсами трансграничного бассейна Днестра : мат. межд. конф. – Кишинев. – 2004. – С. 175 - 177.
11. *Крепис О., Усатый М., Усатый А.* Влияние нарушения гидрологического режима в Кучурганском водохранилище на состояние его экосистемы и функционирование Молдавской ГРЭС // Analele ştiin. ale USM : Ser. şt.chim.-biol. – Chişinău : USM, 2005. – Pp. 151 – 156.
12. *Типовые методики* исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. – М.: Наука, 1974 – 1976. – Т. 1 - 2. – 475 с.
13. *Ярошенко М.Ф.* Генезис и развитие Днестровской поймы // Научные труды Молд. филиала АН СССР. – Кишинев, 1950. – Т. 3. – С. 25 - 30.
14. *Ярошенко М.Ф.* Гидрофауна Днестра. – М.: АН СССР, 1957. – 168 с.

**МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГОНАД У САМОК  
*CARASSIUS AURATUS GIBELIO* (BLOCH) В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ  
КУЧУРГАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА-ОХЛАДИТЕЛЯ МГРЭС  
В В ПРЕДНЕРЕСТОВЫЙ ПЕРИОД**

**Н. И. Фулга, Н. К. Райлян, О. В. Стругуля**

Институт Зоологии Академии наук Молдовы

*Проведены морфо-физиологические исследования гонад у половозрелых самок *Carassius auratus gibelio* в преднерестовый период. Отмечается снижение темпа роста и массы тела особей всех исследованных возрастных групп за последние 10 лет существования водохранилища-охладителя. В результате, половозрелыми самки становятся при меньших размерах, чем это было отмечено в первые годы становления водохранилища-охладителя и в период, когда происходил рост теплового воздействия Кучурганской ГРЭС на температурный режим данного водоема.*

*Установлено, что у некоторых самок наблюдается резорбция ооцитов первой генерации, завершивших накопление гранул желтка, что указывает на условия не соответствующие для перехода их в фазу созревания.*

Ключевые слова: водохранилище-охладитель, ооцит, резорбция, гонадосоматический индекс (ГСИ), трофоплазматический рост, вителлогенез

### Введение

За период существования Кучурганского водохранилища-охладителя были отмечены значительные изменения его термического режима. В начале эксплуатации Молдавской ГРЭС (1964 - 1966 гг.) термофикация водоема была незначительной. Но по мере наращивания мощностей электростанции (1967 - 1970 гг.) среднегодовая температура воды в водохранилище-охладителе превысила естественную на 3,7 °С. При достижении МГРЭС проектной мощности (1981 - 1985 гг.) температурный режим водохранилища увеличился, по сравнению с естественным, на 6,1 °С на нижнем и 4,0 °С на среднем его участках [2].

В результате снижения производственных мощностей МГРЭС температура воды водохранилища-охладителя за последние 10 лет почти не отличалась от естественной. Однако нарушение гидрологического режима водоема привело к его массовому зарастанию макрофитами и вторичному органическому загрязнению продуктами их разложения [3].

Проведенные исследования учеными института зоологии АН Молдовы, в период слабого воздействия сбросных вод МГРЭС, а также в условиях возросшей термофикации водохранилища-охладителя, позволили выявить изменения в темпе роста рыб, развитии репродуктивной системы и реакцию половых клеток самок *Carassius gibelio* на температурный фактор водохранилища-охладителя [1, 4, 9 - 11].

В настоящей работе дана морфо-функциональная характеристика гонад самок *Carassius gibelio*, в изменившихся условиях Кучурганского водохранилища-охладителя за последние 10 лет его существования.

### Материал и методика

Материалом для исследования послужили половозрелые самки *Carassius gibelio*, выловленные в 2007 - 2009 гг. из Кучурганского водохранилища-охладителя в преднерестовый период в количестве 54 особей. В сравнительный анализ вовлечены материалы, собранные и исследованные в предыдущие годы [1, 4, 9 - 11].

Пробы гонад фиксировали в жидкости Буэна и заливали в парафин-воск с дальнейшей гистологической обработкой по общепринятой методике. Все исследованные самки подвергнуты общему биологическому анализу. Гонадосоматический индекс (ГСИ) определяли по отношению веса гонад к весу тушки. Стадии зрелости гонад определяли согласно рекомендации Сакун, Буцкой [8], а степень развития ооцитов по классификации Казанского, с дополнениями предложенными Макеевой, Емельяновой [6] для карповых рыб. Срезы гонад окрашивали по методу Маллори [7]. Все цифровые данные обработаны статистически [5]. Микрофотографии изготавливали с помощью микроскопа с видеокамерой «Ломо, Микмед-2».

### Результаты и их обсуждение

*Carassius gibelio* является одним из видов в рыбных сообществах, проявивший высокую пластичность и адаптивную возможность к изменившимся условиям в водоемах бассейна Днестра.

Подтверждением этому, является изменение скорости линейно-весаого роста у половозрелых самок в современных условиях Кучурганского водохранилища (рис. 1, 2).

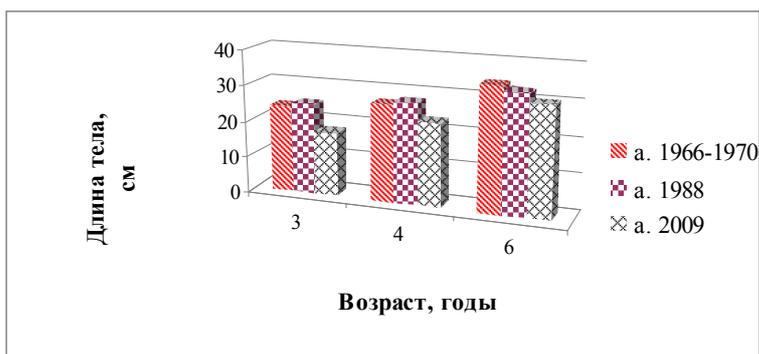


Рисунок 1 – Динамика линейного роста половозрелых самок *Carassius gibelio* в течение последних 40 лет

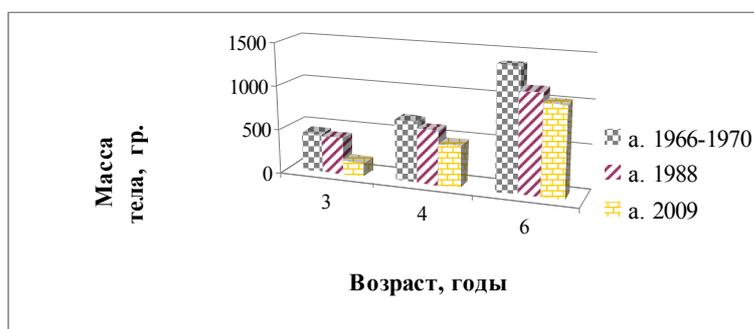


Рисунок 2 – Динамика весового роста половозрелых самок *Carassius gibelio* в течение последних 40 лет

являются процессами генеративного обмена. К началу нереста доля первой порции икры у современных самок *Carassius gibelio* разных возрастных групп составляет 34 - 68 %, а у исследованных особей в 1964 - 1967 гг., количество ооцитов с желтком в цитоплазме не превышало 41 - 61 % [9] от всех ооцитов периода трофоплазматического роста. Вариабельность содержания икры в первой порции обуславливает индивидуальные колебания гонадосоматического индекса (ГСИ) и определяет массу гонад у разновозрастных самок перед началом размножения (таблица).

Динамика гонадосоматического индекса за весь период существования Кучурганского водохранилища отражает вариабельность содержание икры в первой порции перед началом нереста. В разные годы, в период слабого воздействия сбросных вод МГРЭС (1967 - 1970 гг.), а также в условиях возросшей термофикации водохранилища-охладителя (1981 - 1985 гг.), величины ГСИ в среднем варьируют незначительно – от 19,4 до 23,9 % [10]. В настоящее время значение ГСИ у разновозрастных самок в среднем составляет 19,0 %, что соответствует уровню этого показателя с первыми годами обитания *Carassius gibelio* в водохранилище.

Согласно данным таблицы, у самок четко прослеживается зависимость размеров ооцитов, завершивших вителлогенез (фаза E) от возраста особей и от массы их тела. В первые годы после становления Кучурганского водохранилища-охладителя (1964 - 1966 гг.) размер желтковых ооцитов у самок *Carassius gibelio* старших возрастных групп, при высоком их темпе роста, варьировал в пределах 900 - 1200 мк. [9]. В настоящее время этот показатель у основной массы шести

годовалых особей не превышает 1006 мк.

Уменьшение термического режима в Кучурганском водохранилище-охладителе, в результате сокращения производственных мощностей

#### Биологическая характеристика современных самок *Carassius gibelio* Кучурганского водохранилища-охладителя

Возраст, годы	Масса тела, г	Масса гонад, г	ГСИ, %	Размер ооцитов фазы «E» первой генерации, мкм
3	169,0±8,65	16,37±1,50	12,2±1,94	891,0±6,80
4	475,0±25,0	67,0±5,20	18,3±2,10	906,4±4,33
6	1030,0±32,70	205,0±24,30	26,7±4,71	961,6±6,43

Молдавской ГРЭС, вызвало сдвиг нереста рыб на более поздние сроки за счет увеличения длительности интенсивного вителлогенеза в ооцитах. В настоящее время самки начинают нереститься на 15 - 25 дней позже (конец апреля - начало мая). В прошлые годы (1980 - 1985 гг.), когда температура воды в водохранилище превышала естественную на 4 - 6 °С, нерестовый сезон карася начинался с середины апреля [4, 11].

Признаком неблагоприятных экологических условий в водохранилище-охладителе для размножения самок *Carassius gibelio* является деструктивные изменения в ооцитах, завершивших накопление трофических веществ. У некоторых особей наблюдается тотальная резорбция яйцеклеток первой генерации, а более молодые клетки подвергнуты дегенеративным изменениям, проявления которых выражаются в вакуолизации и деформации ядра, разрушении кортикальных вакуолей, содержание которых приобретает пенистую структуру и набухании собственной оболочки ооцитов (рис. 3). Такие самки пропускают нерестовый сезон, что негативно сказывается на воспроизводстве популяции в целом.

Исследования ихтиологического материала последних двух лет выявили наличие в водохранилище-охладителе тугорослую форму *Carassius gibelio*, обладающие низким темпом роста.

В уловах попадались половозрелые трехгодовалые особи, длина и масса тела которых составляет  $15,32 + 0,24$  см и  $96,67 + 3,27$  г соответственно, причем у некоторых самок наблюдается резорбция ооцитов первой генерации, завершивших накопление гранул желтка, что указывает на условия не соответствующие для перехода их в фазу созревания (рис. 4).

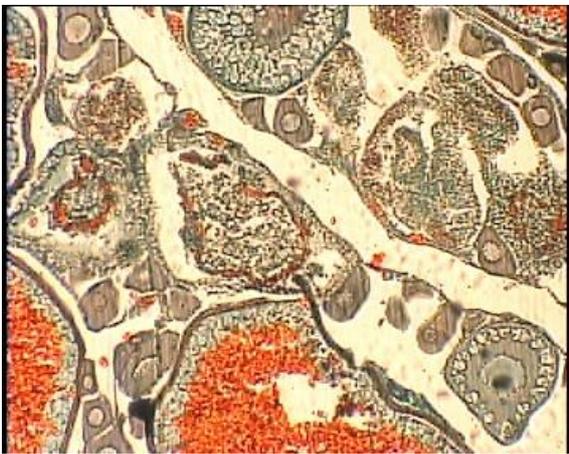


Рисунок 3 – Резорбция яйцеклеток первой генерации у самок Кучурганского водохранилища-охладителя



Рисунок 4 – Резорбция ооцитов первой генерации у тугорослой формы самок *Carassius gibelio* в Кучурганском водохранилище-охладителе

По мнению Шатуновского [12] при неблагоприятных экологических условиях в водоеме, появление карликовых форм в популяции способствует стабильности воспроизводства рыб.

### Выводы

1. Нерестовое стадо *Carassius gibelio* Кучурганского водохранилища-охладителя в течение последних 40 лет характеризуется уменьшением линейно-весагого роста производителей, вследствие чего половозрелыми самки становятся при меньшей длине и массе тела.

2. В новых условиях обитания и размножения *Carassius gibelio* Кучурганского водохранилища-охладителя, произошло увеличение длительности процесса интенсивного вителлогенеза в ооцитах, приведшее к более позднему нересту рыб.

3. В настоящее время в водохранилище-охладителе МГРЭС обнаружены половозрелые особи *Carassius gibelio* тугорослой формы, в гонадах которых, часть ооцитов первой генерации, завершивших период трофоплазматического роста, подвергнута дегенеративным изменениям, другая – затронута процессом резорбции.

### Литература

1. Владимирова М.З., Набережный А.И. Размерно-возрастной состав, питание, темп роста и упитанность рыб // Кучурганский лиман-охладитель МГРЭС. Ихтиофауна лимана-охладителя и перспективы его рационального использования. – Кишинев: Штиинца, 1973. – Гл. III. – С. 125 - 148.

2. *Горбатенький Г.Г., Бызгу С.Е.* Характеристика основных абиотических факторов экосистемы водохранилища-охладителя Молдавской ГРЭС // Биопродукционные процессы в водохранилищах-охладителях ТЭС. – Кишинев: Штиинца, 1988. – Гл. I. – С. 3 - 5.
3. *Зубкова Е.И., Шленк Д., Зубкова Н.Н.* и др. Содержание металлов в рыбе из Дубэсарского и Кучурганского водохранилищ // Науки о жизни : изв. АНМ. – 2008. – № 1. – С. 115 - 121.
4. *Карлов В.И., Крепис О.И.* Перестройка ихтиофауны, распределение и структура популяций промыслово-ценных видов рыб // Биопродукционные ресурсы в водоеме-охладителе ТЭС : Ихтиофауна. – Кишинев: Штиинца, 1988. – Гл. 7. – С. 165 - 180.
5. *Лакон Г.Ф.* Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – 291 с.
6. *Макеева А.П., Емельянова Н.Г.* Периодизация оогенеза у карповых рыб // Вопр. ихтиологии. – 1989. – Т. 29, № 6. – С. 931 - 943.
7. *Роскин Г.И., Ливенсон Л.Б.* Микроскопическая техника. – М.: Советская наука, 1957. – 487 с.
8. *Сакун О.Ф., Буцкая Н.Ф.* Определение стадий зрелости и изучение половых циклов у рыб. – М.: Наука, 1963. – 17 с.
9. *Статова М.П.* Половое созревание, размножение и плодовитость рыб с порционным икротетанием // Кучурганский лиман-охладитель МГРЭС. Ихтиофауна лимана-охладителя и перспективы его рационального использования. – Кишинев: Штиинца, 1973. – Гл. III. – С. 153 - 158.
10. *Статова М.П.* Сравнительные эколого-физиологические исследования некоторых карповых рыб водоемов Молдавии // Особенности репродуктивных циклов у рыб в водоемах разных широт. – М.: Наука, 1985. – С. 99 - 111.
11. *Статова М.П., Корнеева М.Г., Фулга Н.И.* Особенности функционирования репродуктивной системы леща, серебряного карася и толстолобика в период годичного цикла // Биопродукционные процессы в водохранилищах ТЭС. Биопродукционные ресурсы в водоеме-охладителе ТЭС : Ихтиофауна. – Кишинев: Штиинца, 1988. – Гл. 7. – С. 187 - 201.
12. *Шатуновский М.И., Рубан Г.И., Акимова Н.В.* О популяционных и онтогенетических механизмах регуляции воспроизводства рыб // Успехи современной биологии. – 2007. – Т. 127, № 1. – С. 87 - 96.

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ АМУРСКОГО  
ЧЕБАЧКА *PSEUDORASBORA PARVA* (TEMMINCK ET SCHLEGEL, 1846)  
В ВОДОЕМАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА**

**А. Н. Пашков**

Кубанский государственный университет

*Описаны распространение и основные биологические характеристики амурского чебачка в водоемах Северо-Западного Кавказа. На основе их анализа сделан вывод, что популяции изученного вида в водоемах региона находятся в фазе «экологического взрыва».*

Ключевые слова: амурский чебачок, расселение, биологический анализ, линейно-массовые показатели, плодовитость, спектры питания, эврибионтность, «экологический взрыв»

Под Северо-Западным Кавказом, согласно классическому определению [4], понимают территорию от Азовского и Черного морей на западе до Ставропольской возвышенности и реки Уруп на востоке, расположенную в пределах Краснодарского края и республики Адыгея. Указанный регион в пределах бывшего СССР являлся одним из основных полигонов по целенаправленной акклиматизации новых видов рыб. Параллельно происходили их случайные интродукции. Анализ имеющейся литературы и собственные исследования [7, 8] показывают, что в течение XX в. в водоемы Северо-Западного Кавказа по тем или иным причинам и с разной степенью успешности были вселены минимум 37 видов рыб. Одним из них является самоакклиматизант – амурский чебачок (*Pseudorasbora parva*).

Нативный ареал этого вида располагается от бассейна р. Амур, Монголии, рек западного побережья Японского моря и Японии на юг до рек полуострова Корея, Северного Вьетнама, островов Тайвань и Хайнань [1]. Еще в 1970-х гг. вид предлагался в качестве объекта акклиматизации для борьбы с водными личинками кровососущих насекомых [2]. Авторы отмечали его прожорливость, быстрое половое созревание, предпочтение личинок комаров другой пище, неприхотливость к условиям обитания.

Целенаправленной интродукции амурского чебачка проведено не было, но в ходе работ по введению в рыбоводство рыб дальневосточного комплекса из-за отсутствия контроля чистоты перевозок рыбопосадочного материала, он самостоятельно расселился по водоемам Европы и Средней Азии, в т. ч. Северного Кавказа [5, 6]. Быстрое и широкое распространение амурского чебачка за пределами нативного ареала связывают, прежде всего, с его эврибионтностью и такими репродуктивными особенностями, как порционный нерест и охрана потомства [11].

Впервые в регионе этот вид был обнаружен в июне 1988 г. в ходе экологической экспедиции биологического факультета КубГУ в пойменных озерах р. Кубани у ст. Прочноокопской [3]. В последующие годы наблюдалось быстрое расширение ареала амурского чебачка в водоемах Северо-Западного Кавказа. В настоящее время этот вид встречается в бассейне Сазальницкого озера (46°52' с.ш. и 38°31' в.д.), в р. Кубань у г. Новокубанск (45°08' с.ш. и 41°04' в.д.), Новокубанском оросительном канале (45°17' с.ш. и 40°58' в.д.), каналах рисовой системы у г. Усть-Лабинск (45°09' с.ш. и 39°37' в.д.), а также некрупных пойменных водоемах р. Кубани в районе с. Майкопское (45°24' с.ш. и 40°47' в.д.), г. Усть-Лабинск (45°10' с.ш. и 39°43' в.д.), ст. Екатеринославской (45°21' с.ш. и 40°09' в.д.), ряде рек Азово-Кубанской низменности и даже прибрежных участках Азовского моря [9]. Экспансия вида пока не затронула только реки черноморского побережья [10].

В основу настоящего сообщения положены результаты биологического анализа 88 экз. амурского чебачка, отловленных в Сазальницком озере, каналах рисовых систем у г. Усть-Лабинск, пойменных озерах р. Кубань у г. Армавир и у ст. Майкопская.

Основные линейно-массовые характеристики изученного вида из водоемов региона приведены в табл. 1.

Модальными по длине для неполовозрелых рыб являлись группы 2,0 - 3,0 см (59,0 %) и 3,0 - 4,0 см (29,5 %), для половозрелых – 7,0 - 8,0 см (44,4 %). Модальными по массе для неполовозрелых рыб являлись группы 0,1 - 0,2 г (23,0 %), 0,2 - 0,3 и 0,3 - 0,4 г – по 21,3 %, для половозрелых особей – 4,0 - 6,0 г – 27,8 % и 6,0 - 8,0 г – 22,2 %.

Таблица 1 – Основные линейно-массовые показатели амурского чебачка в водоемах Северо-Западного Кавказа (n – 88 экз.)

Группа рыб	Длина тела, см		Масса тела, г	
	$\bar{x} \pm m_x$	min - max	$\bar{x} \pm m_x$	min - max
Неполовозрелые	2,8 ± 0,07	1,7 - 3,9	0,3 ± 0,02	0,1 - 0,8
Самцы	6,8 ± 0,37	4,4 - 8,5	6,5 ± 0,88	1,3 - 11,5
Самки	7,2 ± 0,40	5,8 - 8,3	6,7 ± 1,03	4,3 - 10,5
В целом	3,8 ± 0,20	1,7 - 8,5	1,8 ± 0,30	0,1 - 11,5

обладанием самцов над самками – 72,2 и 27,8 % от общего числа половозрелых рыб соответственно.

Максимальный известный возраст рыб – четыре года. Самцы и самки практически не отличаются по темпам линейного роста и роста массы тела (табл. 2).

Таблица 2 – Размерно-возрастные показатели амурского чебачка в водоемах Северо-Западного Кавказа

Возрастная группа	Самцы, $\bar{x} \pm m_x$		Самки, $\bar{x} \pm m_x$	
	длина тела, см	масса тела, г	длина тела, см	масса тела, г
1+ - 2	4,9 ± 0,42	2,1 ± 0,92	5,8 ± 0,00	4,3 ± 0,00
2+ - 3	7,2 ± 0,76	7,3 ± 2,08	7,2 ± 0,03	6,3 ± 0,22
3+ - 4	8,3 ± 0,35	9,8 ± 2,10	8,3 ± 0,00	10,5 ± 0,00

Таблица 3 – Спектры питания амурского чебачка в водоемах Северо-Западного Кавказа (n – 88 экз.)

Пищевой объект	Доля (в %) в кишечниках по численности (n) и массе (m)					
	Озеро Сазальницкое		Озеро у с. Майкопское		Озеро у г. Армавир	
	n	m	n	m	n	m
Bacillariophyta	0,0	0,0	7,8	0,9	2,4	0,1
Ciliophora	0,0	0,0	10,3	0,7	5,9	0,2
Rotatoria	0,0	0,0	7,2	1,0	5,8	0,4
Nematoda	0,0	0,0	5,0	0,7	3,0	0,2
Oligochaeta	11,0	1,6	6,4	1,1	3,4	0,3
Insecta, im.	0,8	47,8	0,2	14,0	0,4	13,8
Insecta, lrv.	0,3	1,6	0,2	1,4	1,2	4,1
Diptera, im.	3,1	11,5	2,1	8,8	0,0	0,0
Diptera, lrv.	0,8	6,9	0,4	7,1	0,0	0,0
Nematocera, im.	0,8	1,9	0,7	2,0	2,4	3,3
Nematocera, lrv.	80,2	19,6	30,5	8,6	68,5	9,4
Coleoptera, im.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	51,6
Coleoptera, lrv.	1,6	2,0	1,8	2,6	0,0	0,0
Odonata, lrv.	0,3	0,4	1,7	2,5	2,4	1,7
Formicoidae, im.	0,3	1,0	0,0	0,0	0,3	6,2
Crustacea	0,5	3,2	5,4	37,9	2,4	8,3
Conchostraca	0,0	0,0	3,4	0,2	0,0	0,0
Cladocera	0,3	2,7	7,5	8,9	0,4	0,2
Copepoda	0,0	0,0	9,4	1,6	1,2	0,1

следованных самок было обнаружено от 2 до 3 порций икринок, отличающихся размерами, что свидетельствует о многопорционном характере икрометания этого вида в водоемах Северо-Западного Кавказа. Среднее количество икринок в одной порции – 675 ± 48,7 шт. при колебаниях от 262 до 1141 шт.

Анализ полученной информации по распространению и биологическим особенностям амурского чебачка позволяет сделать вывод, что этот вид в водоемах Северо-Западного Кавказа находится в третьей фазе акклиматизации – фазе «экологического взрыва». Наиболее высокая числен-

Половое созревание амурского чебачка в водоемах региона происходит на втором году жизни при длине тела не менее 4,0 см и массе более 1,0 г. Популяции характеризуются существенным пре-

Анализ питания этого вида показал, что в водоемах региона амурский чебачок является типичным зоофагом с широким спектром питания (табл. 3). Основу питания по численности составляют личинки комаров, на долю которых в зависимости от водоема приходится от 30,5 до 80,2 % съеденных кормовых объектов. По биомассе преобладают либо имагинальные стадии сухопутных насекомых, либо ракообразные.

Натурализацию амурского чебачка в регионе подтверждают наличие в водоемах сеголеток этого вида и хорошо развитых гонад у половозрелых рыб.

Среднее значение индивидуальной абсолютной плодовитости составляет 1622 ± 167,6 икринок при колебаниях от 1177 до 2216 шт. У всех ис-

ность его популяций отмечена в эвтрофных малопроточных водоемах с обедненной ихтиофауной: пойменных водоемах р. Кубани и каналах рисовых систем, где его плотности могут достигать 83 экз./100 м<sup>2</sup>, а доля по количеству – 15 %.

#### Литература

1. *Атлас пресноводных рыб России* : т. 2 / под ред. Ю.С. Решетникова. – М.: Наука, 2003. – Т. 1. – 379 с.
2. *Дубицкий А.М., Русинов В.И.* Использование рыб для борьбы с комарами на юго-востоке Казахстана // *Вопросы ихтиологии*. – 1971. – Т. 11, вып. 1. – С. 174 - 177.
3. *Емтыль М.Х., Плотников Г.К.* Новый вид в ихтиофауне реки Кубань // *Экологические проблемы Ставропольского края и сопредельных территорий* : тезисы докладов краевой науч.-практич. конф. – Ставрополь, 1989. – С. 122.
4. *Канонников А.М.* Природа Кубани и Причерноморья. – Краснодар, 1977. – 112 с.
5. *Карпевич А.Ф.* Теория и практика акклиматизации водных организмов. – М.: Пищ. пром-ть, 1975. – 432 с.
6. *Матишов Г.Г.* Некоторые проблемы морской биологии в связи с вселением новых видов // *Виды-вселенцы в европейских морях России*. – Апатиты: КНЦ РАН, 2000. – С. 7 - 11.
7. *Пашков А.Н.* Состав и особенности биологии рыб-акклиматизантов в водоемах Азово-Черноморского побережья России (в пределах Краснодарского края) // *Экосистемные исследования среды и биоты Азовского бассейна и Керченского пролива*. – Апатиты: КНЦ РАН, 2005. – Т. VII. – С. 263 - 276.
8. *Пашков А.Н., Плотников Г.К., Шутков И.В.* Новые данные о составе и распространении видов-акклиматизантов в ихтиоценозах континентальных водоемов Северо-Западного Кавказа // *Известия ВУЗов : Северо-Кавказский регион : Естественные науки* : приложение. – 2004. – № 1. – С. 46 - 52.
9. *Подушка С.Б.* Проникновение амурского чебачка *Pseudorasbora parva* в Азовское море // *Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО*. – 1999. – Вып. 1. – С. 36 - 37.
10. *Решетников С.И., Пашков А.Н.* Экосистемы малых рек Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа. – Краснодар: Биотех-Юг, 2009. – 152 с.
11. *Фролова Л.А.* Распространение *Pseudorasbora parva* (Temminck and Schlegel, 1846) (Cyprinidae) за пределами автохтонного ареала и способствующие ему факторы // *Современные проблемы биоиндикации и биомониторинга* : тез. 11 междунар. симпоз. по биоиндикаторам. – Сыктывкар, 2001. – С. 197.

УДК 597.58(282:247.314+282.243.758)

## БЫЧКОВЫЕ РЫБЫ (PERCIFORMES: GOBIIDAE) ВОДОЕМОВ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

В. К. Романеску

Институт Зоологии Академии наук Молдовы

*Изучена фауна бычковых рыб Р. Молдова. Отмечено их доминирование в водоемах. Предлагаются критерии для быстрого определения в полевых условиях. Показаны 8 родов, 11 видов, некоторые впервые описаны для РМ. Уточнена таксономия некоторых видов. Даны карты распространения. Обсуждаются адаптации способствующие увеличению численности.*

Ключевые слова: фауна, критерий, численность, адаптации, эврибионтность, биотоп, биологический прогресс

### Введение

Бычковые рыбы (Gobiidae Fleming, 1822) – одна из самых больших групп позвоночных животных (около 2 тыс. видов) морских и солоноватых, реже пресных вод [21]. Они играют существенную роль в гидробиоценозах. Разные виды бычков изучены в неодинаковой степени, как с географической точки зрения, так и морфофизиологической. В настоящее время семейство бычковые является одним из доминирующих по численности в водоемах Р. Молдова.

По данным литературы, в водоемах Р. Молдова установлено 8 видов бычков. В ранней ихтиологической литературе, по этим водоемам сведения о бычках фрагментарны [1, 4 - 8, 15, 16, 19 - 23]. Иногда приведена ошибочная номенклатура, не содержится анализа их распространения в водоемах региона. Недостаточно изучена их экология, что, вероятно, связано со сложностью идентификации. Малая изученность объясняется тем, что ихтиологи Р. Молдова проводили контрольные ловы, в основном, промысловых рыб.

В последние десятилетия возрастание интереса к этой группе рыб, вызвано недостаточной изученностью. Для водоемов Р. Молдова, также проведена инвентаризация бычковых рыб, уточнена их таксономия и номенклатура, предложен новый метод определения и частично освещены некоторые стороны их экологии [10 - 13, 17].

Цель исследования установление современного видового состава, выявление факторов среды и анализ адаптаций способствующих повышению численности и количеству видов в водоемах Р. Молдова.

### Материалы и методы

В основу работы положен ихтиологический материал (около 1000 экз.), собранный в период с 1999 по 2011 гг. в водоемах Р. Молдова. Отлов рыб производился мелкочаеистыми бреднями, а также спортивными орудиями лова. В ходе исследований были использованы общепринятые в ихтиологии методики [9, 21], видовая идентификация рыб проводилась по определителям [8, 14, 19, 21].

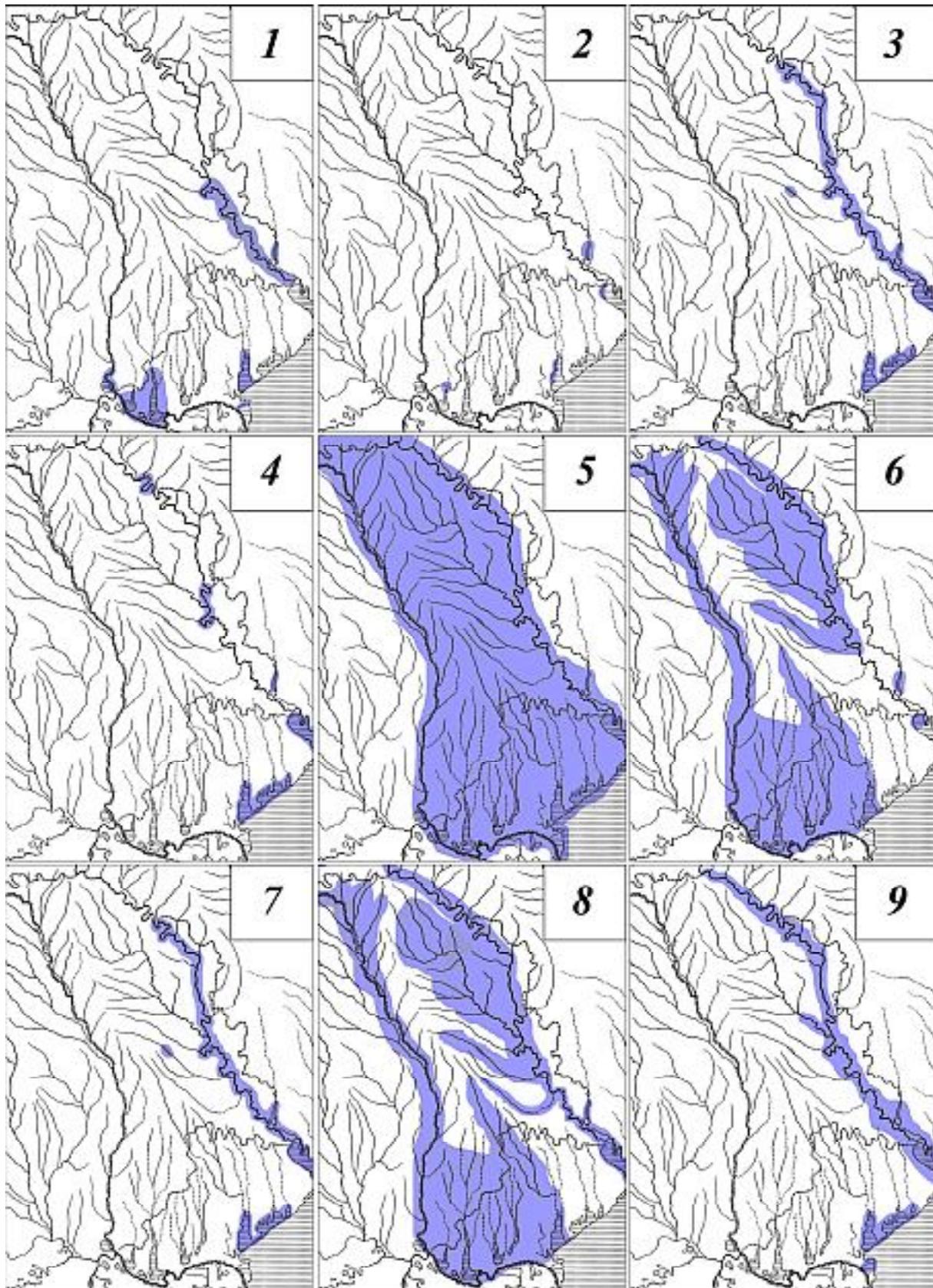
### Результаты и обсуждение

Проведенные нами исследования показывают, что в водоемах Р. Молдова обитают 10 видов бычков, относящихся к 8 родам: пуголовка голая – *Benthophilus nudus* Berg, 1898; книповичия длиннохвостая – *Knipowitschia longicaudata* (Kessler, 1877); бычок-кнут – *Mesogobius batrachocephalus* (Pallas, 1814); бычок-рыжик – *Neogobius (Ponticola) euryccephalus* (Kessler, 1874); бычок-песочник – *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814); бычок-кругляк – *Neogobius (Apollonia) melanostomus* (Pallas, 1814); бычок-голец – *Babka gymnotrachelus* (Kessler, 1857); бычок-головач – *Ponticola kessleri* (Guenther, 1861); бычок-цуцик западный – *Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837); бычок черный – *Gobius niger* L., 1758 (рисунок).

Впервые найдены черный бычок, бычок-рыжик и бычок-кнут. Нами не найдена каспиосома (*Caspiosoma caspium* (Kessler, 1877)) описанная другими авторами [3].

Впервые показано распространение в реке Днестр пуголовки (от лимана до плотины), книповичия (найденная ранее в Озере Кахул) обнаружена нами в Кучурганском водохранилище. Мы показали распространение бычка-рыжика в нижнем и среднем Днестре.

**РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИХТИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**



Современное распространение бычковых рыб в водоемах Р. Молдова: *Benthophilus nudus* (1); *Knipowitschia longicaudata* (2); *Mesogobius batrachocephalus* (3); *Neogobius eurycephalus* (4); *N. fluviatilis* и *N. melanostomus* (5); *Babka gymnotrachelus* (6); *Ponticola kessleri* (7); *Proterorhinus semilunaris* (8); *Gobius niger* (9)

Разработан и применяется новый метод для быстрого определения бычков по расположению и форме присоски и межжаберного промежутка. Эти критерии являются достаточными для первичного анализа видового состава.

Критерии для определения бычков – окраска, форма тела и головы, форма рта и губ, форма и окраска непарных плавников, парных плавников – грудных и присоски, их размеры и положение относительно друг друга и анального отверстия, наличие чешуи и костных пластинок, расположение генипор (применяются обычно в лабораторных условиях).

Изменены в соответствии с новым кодексом зоологической номенклатуры названия для 2 родов (*Babka Iljin*, 1927; *Ponticola Iljin*, 1927) и 4 видов бычков (*Benthophilus nudus*, *Babka gymnotrachelus*, *Ponticola kessleri* и *Proterorhinus semilunaris*).

На основе данных по систематике бычков водоемов Р. Молдова показано, что доминируют представители понто-арало-каспийского фаунистического комплекса – реликты морской трансгрессии, с примесью мигрантов средиземноморского комплекса (*Gobius niger*, *Knipowitschia longicaudata*) [21]. Из них – бычок-головач дунайско-днестровский эндемик.

Наряду с увеличением площадей благоприятных гидробиотопов для обитания бычков, существенным фактором, способствующим их расселению, является слабый прессинг со стороны хищников и обедненный состав ихтиоценозов.

Нами сделаны карты, показывающие современное распространение разных видов бычков в водоемах РМ (см. рисунок).

Наиболее обычными в нашем регионе являются бычок-песочник и бычок-кругляк, затем бычок-цуцик и бычок-гонец.

Концентрация бычка-песочника в биотопах текучих и стоячих водоемов, а бычка-кругляка - в заиленных участках тех же биотопов. Бычок-цуцик предпочитает стоячие прибрежные биотопы с мягкой водной растительностью, как правило, вблизи источников. Бычок-головач, черный бычок и бычок-кнут приурочены к крупным рекам и их водохранилищам (см. рисунок).

Распределение бычка-рыжика указывает на недавнее возникновение в регионе подходящих для него биотопов, характеризующиеся медленным течением и высокой минерализацией (водохранилища Днестра). Бычок-гонец предпочитает малые реки с медленным течением, а книповичия - водохранилища юга региона. Пуголовка, кроме придунайских водоемов и Кучурганского водохранилища, встречается и в русле нижнего Днестра (от Днестровского лимана до города Криулень). Сравнительно большое разнообразие бычковых рыб в водохранилище Гидигич (р. Бык, бассейн Днестра) вызвано антропогенной интродукцией.

Распространение и рост численности бычков оказался возможным на основе широкого спектра их адаптаций связанных с галинностью, кормами и размножением. В настоящее время в водоемах Р. Молдова произошли изменения: повышение минерализации вод [2], появление мелководных водохранилищ со множеством биотопов: песчаных, растительных, ракушечниковых, илистых, – пригодных для обитания бычков. Так по отношению к галинности бычки проявили себя как эвригалинные (обитают и в реках и в море) например бычки – песочник, кругляк, рыжик, а пресные воды предпочитают головач, гонец (отсутствуют в море). Снижение численности промысловых рыб и уменьшение прессинга со стороны хищников тоже способствует повышению численности.

Эврифагия бычковых также играет большую роль. Среди них есть виды стенофаги-малакофаги (бычок-кругляк), другие являются эврифагами, питаются ракообразными, полихетами, хирономидами, взрослыми рыбами и их молодь, что позволяет избежать межвидовой конкуренции.

Популяциям разных бычков свойственны особенности рыб с коротким жизненным циклом: невысокий темп роста, сравнительно небольшие размеры и небольшое количество возрастных групп, при достаточно раннем половом созревании, что способствуют быстрому восстановлению популяций.

Еще повышению численности и распространению способствует широкий спектр адаптаций связанных с размножением: синхронный и асинхронный оогенез, единовременное (кнут) и порционное (песочник, кругляк и др.) икрометание, разнообразие нерестовых температурных диапазонов – узких 8 - 9 °С у кнута и широких 10 - 24 °С у песочника, кругляка и др., построение гнезд, сложное нерестовое поведение самок и самцов, охрана кладок самцом, эмбриогенез без личинки и с личинкой.

### Заключение

В водоемах Р. Молдова нами идентифицированы 10 видов бычковых рыб. По численности они занимают следующие места: бычок-песочник, бычок-кругляк, бычок-цуцик, бычок-гонец, бычок-головач, пуголовка голая, черный бычок, бычок-кнут, бычок-рыжик, книповичия длиннохвостая. Распределение бычков в указанном регионе повсеместно, но преимущественно - в бассейнах больших рек.

Бычки Р. Молдова, как и бычки других регионов, проявляют тенденцию к биологическому прогрессу на основе морфофизиологических и экологических адаптаций этой группы рыб (присоска, генипоры на голове, половые сосочки, сложные формы поведения в размножении, охрана потомства, эвригалинность).

Росту разнообразия, расширению ареала, повышению численности бычковых рыб способствуют широкая экологическая валентность, увеличение количества благоприятных биотопов в условиях водоемов Р. Молдова.

### Литература

1. Брума И.Х., Бурнашев М.С. Рыбные ресурсы низовьев Днестра и их воспроизводство в современных условиях // Биогидроресурсы бассейна Днестра, их охрана и рациональное использование. – Кишинев, 1980. – С. 159 - 178.
2. Бызгу С.Е. Гидрохимия рек, водохранилищ и прудов Молдавской ССР : Автореф. дис. ... канд. хим. наук. – Новочеркасск, 1964. – 24 с.
3. Владимиров М.З., Кубрак И.Ф. О нахождении нового для ихтиофауны бассейна Днестра вида бычков *Caspiosoma caspium* (Kessler) // Вопросы ихтиологии. – 1972. – Т. 12, вып. 2. – С. 386 - 387.
4. Долгий В.Н. Ихтиофауна бассейнов Днестра и Пруга // Современное состояние, генезис, экология и биологические основы рыбохозяйственного использования. – Кишинев: Штиинца, 1993. – 323 с.
5. Животный мир Молдавии: Рыбы, земноводные, пресмыкающиеся. – Кишинев, 1981. – С. 126 - 130.
6. Замбриборщ Ф.С. Рыбы низовьев рек и приморских водоемов северо-западной части Черного моря и условия их существования : автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Одесса, 1965. – 46 с.
7. Лобченко В.В., Тромбицкий И.Д., Цуркан А.Н. Ихтиофауна Днестра (Л.С. Берг, М.С. Бурнашев и другие) // Academician Leo Berg – 125 years : Collection of Scientific Articles. – Bendery: Biotica, 2001. – С. 73 – 79.
8. Попа Л.Л. Рыбы Молдавии : Справочник определитель. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1977. – 250 с.
9. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-ть, 1966. – 376 с.
10. Романеску В.К. Длиннохвостая книповичия – *Knipowitschia longecaudata* (Kessler) – новый вид бычковых (Gobiidae), найденный в бассейне реки Днестр // Международное сотрудничество и управление трансграничным бассейном для оздоровления реки Днестр : материалы международной конференции. – Одесса, 2009. – С. 234 - 236.
11. Романеску В.К. К вопросу о критериях для определения бычков (Gobiidae) бассейна реки Днестр // Академику Л.С. Бергу – 130 лет : сборник научных статей. – Бендеры: Eco-Tiras, 2006. – С. 112 - 116.
12. Романеску В. Систематика и экология бычков (Gobiidae) бассейна реки Днестр // Analele științifice ale USM : Seria «Lucrării studentești», Științe naturale. – Chișinău : CEP USM, 2004. – Pp. 182 - 184.
13. Романеску В. Черноморские бычки (Gobiidae) в пресноводной экосистеме реки Днестр // Современные проблемы зоологии и экологии : материалы международной конференции. – Одесса, 2005. – С. 227 - 230.
14. Световидов А.Н. Рыбы Черного моря. – М.-Л.: Наука, 1964. – 550 с.
15. Томнатик Е.Н., Владимиров М.З., Карлов В.И. Ихтиофауна малых водохранилищ Молдавии и пути ее направленного изменения // Биологические ресурсы водоемов Молдавии. – Кишинев, 1964. – Вып. 2.
16. Томнатик Е.Н. Ихтиофауна Дубоссарского водохранилища, ее изменение и пути увеличения запасов промыслово-ценных рыб // Дубоссарское водохранилище. – М., 1964. – С. 175 - 209.
17. Чепурнова Л.В., Романеску В. Экспресс-метод для определения бычков (Gobiidae) в бассейне реки Днестр // Analele științifice ale USM : Seria «Lucrării studentești», Științe naturale. – Chișinău : CEP USM, 2004. – Pp. 182 - 184.
18. Bănărescu P. Zoogeography and History of the Freshwater Fish of Europe // The Freshwater Fishes of Europe / ed. J. Holcik; Aula-Verlag Wesbaden. – 1989. – V.1. – Pp. 88 - 107.
19. Bănărescu P. Pisces, Osteichthyes // București: Ed. Acad. R. P. Române. – Fauna R. P. Române. – 1964. – V. 13. – 935 p.
20. Cozari T., Usatîi M., Vladimirov M. Pești, amfibieni, reptile : Seria «Lumea animală a Moldovei». : Chișinău, 2003. – V. 2. – 152 p.
21. Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European freshwater fishes. – Berlin, 2007. – 646 p.
22. Șarapanovscaia T. Problemele ecologice ale Nistrului Medial. – Chișinău: Biotica, 1999. – 88 p.
23. Usatîi M. Evoluția, conservarea și valorificarea durabilă a diversității ihtiofaunei ecosistemelor acvatice ale Republicii Moldova // Teză de doctor habilitat în științe biologice. – 2004. – 34 p.

**ПАЗАРИТОФАУНА ПУХЛОЩЕКОЙ РЫБЫ-ИГЛЫ  
SYNGNATHUS ABASTER RISSO, 1827 (SYNGNATHIFORMES: SYNGNATHIDAE)  
ВОДОЕМОВ ДНЕСТРОВСКО-ПРУТСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ**

**А. Я. Мошу<sup>1</sup>, И. Д. Тромбицкий<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт зоологии Академии наук Молдовы

<sup>2</sup>Молдавская научно-исследовательская рыбохозяйственная станция

*Приводятся материалы по современному распространению пухлощеклой рыбы-иглы *Syngnathus abaster* в водоемах Днестровско-Прутского междуречья и ее паразитофауне. У рыбы-иглы выявлено 68 видов зоопаразитов (*Rhizopoda* – 1, *Dinoflagellata* – 1, *Kinetoplastida* – 4, *Apicomplexa* – 2, *Microsporidia* – 1, *Cnidosporidia* – 5, *Ciliophora* – 20, *Protista incertae sedis* – 3, *Plathelminthes* – 20, *Nemathelminthes* – 5, *Acanthocephales* – 2, *Annelida* – 1, *Mollusca* – 1 и *Arthropoda* – 2). Приводятся виды паразитов, локализация, степень заражения рыбы-иглы и рассмотрено эпизоотическое значение выявленных зоопаразитов.*

Ключевые слова: рыба-игла, *Syngnathus abaster*, распространение, паразиты, Молдова

В последние десятилетия особо актуальной стала проблема «биологических инвазий», под которыми понимаются случаи проникновения организмов в экосистемы, расположенные за пределами их первоначального ареала. Мировая практика показывает, что распространение «чужеродных» видов (*alien species*) имеет значительные последствия в природоохранном и рыбохозяйственном отношении, нарушает функциональность экосистем-реципиентов и вызывает экономические потери. Осмысление полной картины влияния экспансионистов (видов, расширяющих свой природный ареал) на аборигенную ихтиофауну/экосистему водоемов и предотвращение их дальнейшего распространения возможно только при всестороннем их исследовании.

Одним из существенных регулирующих факторов, определяющих численность, устойчивость популяций, успешность расселения любого вида, и через них влияющих на структуру и состояние экосистем, также могут стать и паразиты. В процессе экспансии в новых условиях вид-вселенец может распространять своих или приобретать новых паразитов. Поэтому, с точки зрения оценки последствий распространения чужеродных видов в экосистемы-реципиенты, несомненно, должен учитываться состав их паразитарных сообществ.

К таким видам рыбам-интервентам, быстро саморасселяющимся в водные экосистемы Днестровско-Прутского междуречья при невольном участии и человека, относится и пухлощеклая рыба-игла *Syngnathus abaster* Risso, 1827. Ситуация последних лет свидетельствует о масштабной аутоэкспансии и увеличении численности этого вида в различных, порой неожиданных, типах водоемов рассматриваемой территории.

Между тем, сведения о паразитах пухлощеклой рыбы-иглы в доступной нам литературе немногочисленны. У нее обнаружено около 20 видов зоопаразитов [9, 17]. Однако эти данные касаются в основном рыб из морских вод и вод Дуная. В литературе, касающейся паразитофауны рыб водоемов Республики Молдова, для рыбы-иглы ранее указывалось паразитирование лишь трипаносомы, эймерии и триходин [3 - 6, 12 - 16].

Цель данной работы – анализ собранных авторами материалов по паразитам пухлощеклой рыбы-иглы в водоемах Днестровско-Прутского междуречья.

Отлов пухлощеклой рыбы-иглы производили в период с марта по декабрь 2001 - 2011 гг. из различного типа водоемов Прутско-Дунайско-Днестровского междуречья (Республика Молдова и юго-западная часть Украины): бассейна Днестра – средний участок русла (Наславча-Каменка), Дубэсарское водохранилище (Каменка-Дубэсарь), нижний участок русла (Дубэсарь-Паланка), Днестровский лиман и дельта, р. Рэут (нижнее русло и устье), р. Бык (Гидигичское водохранилище и нижнее русло), р. Ботна (Дэнченское водохранилище), р. Кучурган (нижнее русло и Кучурганское водохранилище); рекреационных озерах/прудах г. Кишинэу – Скулень-1, -2 и -3, Ботаника, Валеа Трандафирилор и Валеа Морилор; некоторых прудов рыбхозов Р. Молдова – Вережень, Миток и Иванча (р. Рэут), Костешть (р. Ботна) и Кахул (р. Прут); бассейна Прута – средний и нижний участки русла (Костешть-Джурджулешть), водохранилище Костешть-Стынка (Вишоара-Костешть), р. Драгиште и Раковэц (устье), р. Чухур (Почумбень-Костешть), водохранилище Корпач, озера Манта и Белеу; водоемов нижнего Дуная – русло и дельта, озера Кахул, Ялпуг, Кухурлуй, Катлабуг, Китай и Сасык, Конгазское и Тараклийское водохранилища, канал между оз. Ялпуг и Тараклийским водохранилищем, р. Когылник (устье и дельта); северо-западных черноморских лиманов (Малый Сасык, Шаган, Алибей, Бурнас, Шаболат); прибрежных участков

Черного моря (от с. Приморское Килийского р-на до с. Затока Белгород-Днестровского р-на, Одесская область).

Всего паразитологическому обследованию было подвергнуто 384 экз. рыб различных размерно-возрастных групп (L от 1,8 - 16,6 см, 1 - 3<sup>+</sup>) и полов (223 ♀ и 161 ♂). Сбор, фиксацию, обработку и определение материала осуществляли по общепринятым методикам, используя определители, монографические сводки и целый ряд других литературных источников [1 - 2, 7 - 11]. Экстенсивность инвазии оценивали в процентах, а интенсивность инвазии в баллах (+ – единичные экз., ++ – много экз., +++ – очень много экз.).

В результате проведенных нами исследований у обследованных особей пухлощечкой рыбы-иглы водоемов изученного гидрографического региона в общей сложности было выявлено 68 видов зоопаразитов (35 определенных до вида и 33 неопределенных), относящихся к различным систематическим группам: тип Rhizopoda – *Rhizopoda incertae* gen. sp. (мочеточники и мочевого пузыря; 3,1; ++); тип Dinoflagellata – *Piscinoodinium* sp. (жабры, кожа и плавники, 2,1; ++); тип Kinetoplastida – *Trypanosoma carassii* (кровеное русло; 9,9; ++); *Ichthyobodo necator* (жабры, поверхность тела, плавники и носовые ямки; 19,8; ++); *Cryptobia branchialis* (жабры и носовые ямки; 89,0; +++); *Cryptobia* sp. (жабры; 29,4; +++); тип Apicomplexa – *Goussia syngnathi* (кишечник, желчный пузырь и мочевого пузыря; 9,5%; ++); *Eimeria* sp. (кишечник; 1,6; +); тип Microsporidia – *Glugea* sp. (брыжейка и стенка кишечника; 0,8; +); тип Cnidosporidia – *Sinuolinea* sp. (желчный пузырь; 2,8; +); *Sphaeromyxa* sp. (желчный пузырь; 4,2; ++); *Muxidium* sp. (желчный пузырь; 6,3; ++); *Chloromyxum* sp. (желчный пузырь; 0,3; +); *Kudoa* sp. (мышцы; 7,0; +); тип Ciliophora – *Cryptocaryon* sp. (жабры, поверхность тела и плавники; 1,6; +); *Ichthyophthirius multifiliis* (жабры, поверхность тела и плавники; 6,5; +); *Chilodonella hexasticha?* (жабры, поверхность тела и плавники; 3,6; +); *Clausophrya* sp. (поверхность тела; 1,8; +); *Scyphidia* sp. (поверхность тела и плавники; 8,8; ++); *Apiosoma campanulatum* (плавники, жабры, поверхность тела и носовые ямки; 3,1; +); *Apiosoma* sp. (жабры, 5,5; +); *Trichodina partidisci* (жабры, ротовая полость, носовые ямки, поверхность тела и плавники; 100; +++); *T. jadratica* (поверхность тела, жабры, плавники, ротовая полость, носовые ямки, мочевого и желчный пузыри; 100; +++); *T. tenuidens* (поверхность тела, плавники, жабры, носовые ямки, мочевого пузыря и клоака?; 39,6; ++); *T. domerguei* (поверхность тела, плавники и жабры; 57,1; ++); *T. lepsii* (жабры; 2,9; +); *T. pediculus* (плавники, поверхность тела, жабры и носовые ямки; 3,1; +); *T. reticulata* (поверхность тела и плавники; 2,1; +); *T. rectuncinata* (жабры; 6,0; ++); *T. ovonucleata* (жабры; 0,8; ++); *T. acuta* (поверхность тела и плавники; 2,6; +); *Trichodina* sp. 1 (жабры; 0,3; +); *Trichodina* sp. 2 (жабры; 0,8; +); *Trichodinella epizootica* (жабры; 4,2; +); *Protista incertae sedis* – *Protista* i.s. 1 (эпителий и содержимое кишечника, желчный и мочевого пузыри; 3,9; +++); *Protista* i.s. 2 (мочеточники и мочевого пузыря; 2,1; +++); *Protista* i.s. 3 (желчный пузырь; 1,1; +++); тип Plathelminthes – *Gyrodactylus* sp. (поверхность тела; 1,3; +); *Dactylogyrus* sp. (жабры; 4,7; +); *Orientocreadium siluri* (кишечник, 10,7; ++); *Acanthostomum imbutiformis* (кишечник; 3,1; ++); *Acanthostomum* sp., met. (жабры и почки; 1,3; +); *Cryptocotyle concava*, met. (жабры, мышцы, кишечник и сердце; 7,5; +); *C. lingua*, met. (мышцы; 4,7; +); *Nicolla skrjabini* (кишечник; 12,2; ++); Cyathocotylidae fam. sp., met. (мышцы; 8,6; +); *Ichthyocotylurus pileatus*, met. (серозные покровы полости/стенок тела и органов; 17,4; ++); *Diplostomum* sp., met. (хрусталик глаза; 6,8; ++); *Posthodiplostomum cuticola* (плавники и кожа; 17,7; +); *Plagioporus* sp. (кишечник; 5,7; +); *Echinochasmus perfoliatus*, met. (жабры и подкожные мышцы; 17,2; ++); *Galactosomum lacteum*, met. (ротовая полость и жабры; 8,3; +); *Trematoda* gen. sp. (кишечник; 4,2; ++); *Scolex pleuronectis?*, larv. (желчный пузырь; 4,2; +); *Proteocephalus* sp., larv. (кишечник; 9,6; ++); *Bothriocephalus* sp. (кишечник; 1,8; +); *Cestoda* gen. sp., larv. (кишечник; 0,5; +); тип Nematelminthes – *Cuculanellus minutus* (кишечник; 62,8; +++); *Eustrongylides excisus*, larv. (серозные покровы органов брюшной полости; 3,6; +); *Contracaecum microcephalum*, larv. (серозные покровы органов брюшной полости; 9,4; +); *Contracaecum* sp., larv. (полость тела; 1,3; +); *Anisakis* sp., larv. (печень; 4,7; +); тип Acanthocephales – *Acanthocephaloides propinquus?* (кишечник; 7,5; +); *Pomphorhynchus laevis* (кишечник; 2,1; +); тип Annelida – *Piscicola geometra* (жаберные крышки; 1,6; +); тип Mollusca – *Uniodidae* gen. sp. (плавники и жабры; 9,4; ++); тип Arthropoda – *Ergasilus nanus* (жабры; 11,7; ++); *Ergasilus* sp. (жабры; 3,4; +).

Особое многообразие и распространение в паразитофауне рыбы-иглы имеют протисты (37 видов) и плоские черви (20). Из протистов доминировали цилиаты (20), книдоспоридии (5), жгутиконосцы (4) и апикомплексиды (2), а из метазоев – представители трематод (14), нематод (5) и цестод (4). Остальные группы паразитов менее представлены в паразитофауне рыбы-иглы.

Из найденных видов зоопаразитов специфичными для данной рыбы с полной уверенностью можем назвать только 13 (*Cryptobia* sp.\*, *Goussia syngnathi*, *Eimeria* sp.\*, *Glugea* sp., *Sinuolinea* sp., *Sphaeromyxa* sp., *Clausophrya* sp.\*, *Scyphidia* sp.\*, *Trichodina partidisci*, *Trichodina* sp. 2\*, *Protista* i.s. 1\*, *Protista* i.s. 2\*, *Protista* i.s. 3\*), а 8 (\*) – предположительно, являются новыми для науки.

Следовательно, паразитофауна рыбы-иглы не является специфичной и состоит в основном из фоновых видов местной ихтиофауны (более 80 %).

Зараженность рыб носила смешанный характер. Общая экстенсивность инвазии обследованных рыб составила 100 %, однако, экстенсивность заражения отдельными видами паразитов незначительная. Наиболее распространенными у рыбы-иглы оказались *T. partidisci*, *T. jadranica*, *C. branchialis*, *Cryptobia* sp., *T. domerguei*, *T. tenuidens*, *I. necator*, *P. cuticola*, *I. pileatus*, *E. perfoliatus*, *N. skrjabini*, *E. nanus* и *O. siluri*.

При очень высокой интенсивности инвазии встречались некоторые жгутиконосцы (*C. branchialis*, *Cryptobia* sp., *T. carassii*) и цилиаты (*T. partidisci*, *T. jadranica*, *T. tenuidens*, *T. domerguei*), а также *Protista* i.s. 1 - 3 и нематода *C. minutus*.

Исследования показали, что массовыми видами паразитов у рыбы-иглы являются паразиты с прямым циклом развития (цилиаты) и численно те виды, предрыбьи стадии которых обычно развиваются в беспозвоночных (ракообразных и моллюсках) – трематоды, цестоды, нематоды, книдоспоридии, эймерии и пр. Однако гельминты являются ведущим компонентом паразитофауны рыбы-иглы как по числу видов, так и по степени патогенности для местной ихтиофауны, рыбадных птиц и млекопитающих.

Распространенность у рыбы-иглы трипаносом связана с обилием мягкой водной растительности – мест обитания их промежуточных хозяев (пиявок). Распространенность апикомплексид и книдоспоридий связываем с большой биомассой мягкого зообентоса (олигохет), а цилиат и моногеней – с органическим и термальным загрязнением водоемов. Обилие трематод, цестод и глохий моллюсков связано с большой численностью в водоемах (их зарослевых участках) мелких планктонных ракообразных, моллюсков и птиц, а нематод – с богатством зоопланктона и зарастаемостью водоемов. Последнее в свою очередь определяется прогрессирующим заилением ложа и берегов, изменчивостью уровня, термального и гидрохимического режимов.

Распределение зоопаразитов по таксономическим группам у рыб из водоемов различного типа отличалось. Видовой состав паразитов и интенсивность инвазии у рыб варьировали в каждом конкретном случае, в зависимости вида паразита, особенностей состава гидробиоценоза, гидрохимических условий биотопа и прочих факторов. Большую вариабельность во временном аспекте, с более разнообразным видовым составом паразитов и большей интенсивностью инвазии наблюдали у рыб из пресных водоемов (Кучурганское, Гидигичское и Дубэсарское водохранилища, Днестровский лиман и придунайские озера), по сравнению с пойманными в Черном море его лиманах. В последних процент заражения паразитами гораздо ниже, паразитофауна качественно богаче морскими видами, но при низких уровнях заражения. Причинами этого, по всей видимости, являются наибольшая распространенность и многочисленность данной рыбы в этих биотопах, негативные изменения в водоемах и их высокое паразитарное загрязнение, а также большее число экземпляров, подвергнутых исследованию.

Из обнаруженных у рыбы-иглы паразитов эпизоотологическое значение видов рыб местного ихтиоценоза представляют около 40 таксонов (жгутиконосцы – 3, ресничные инфузории – 11, моногеней – 2, трематоды – 13, ремнецы – 2, круглые черви – 5, скребни – 2, членистоногие – 2). Проведенные нами исследования показали, что рыба-игла является носителем личиночных стадий 12 видов гельминтов (*Cyathocotylidae* fam. sp., *Cryptocotyle concava*, *C. lingua*, *Ichthyocotylurus pileatus*, *Diplostomum* sp., *Posthodiplostomum cuticola*, *Echinochasmus perfoliatus*, *Galactosomum lacteum*, *Eustrongylides excisus*, *Contracaecum microcephalum*, *Contracaecum* sp., *Anisakis* sp.), возбудителей ихтиозоонозов (циатокотилуроз, криптокотилез, ихтиокотилуроз, диплостомозы, постодиплостомоз, эхинохазмоз, галактостомоз, эустронгилидиоз, контрацекоз, анизакидоз), представляющие серьезную угрозу для здоровья рыбадных птиц и млекопитающих, патогенных зоопаразитов как для самих рыб-хозяев, так и для рыбадных птиц, плотоядных животных и человека включительно. Органо-минеральное загрязнение воды и чрезмерное развитие водных растений стимулируют массовое размножение промежуточных хозяев возбудителей опасных гельминтозоонозов.

Обычно, инвазированность рыбы-иглы паразитами не сопровождалась болезнью или смертностью среди рыб. При сильном заражении рыб патологический ответ обычно был слабо выражен и включал фибринозную инкапсуляцию некоторых гельминтов. В ряде случаев (массовое заражение жабр и плавников инфузориями) реакция организма хозяина проявлялась в виде эпителиальной гиперплазии, клеточной пролиферации, частичном разрушении эпителия, клеточно-го некроза, слущивания эпителия, многочисленных кровоизлияний и атрофии ткани.

Таким образом, изучение процесса распространения пухлощечкой рыбы-иглы в регионе позволяет считать ее полностью натурализовавшимся видом, пока не получившим широкого распространения. По характеру экспансии рыбу-иглу можно отнести к категории видов-интервентов (аутовселенец). Список паразитов пухлощечкой рыбы-иглы обследованных водоемов Днестровско-Прут-

ского междуречья включает 68 видовых таксона, относящиеся к различным систематическим группам (тип Rhizopoda – 1, тип Dinoflagellata – 1, тип Kinetoplastida – 4, тип Apicomplexa – 2, тип Microsporidia – 1, тип Cnidosporidia – 5, тип Ciliophora – 20, *Protista incertae sedis* – 3, тип Plathelminthes – 20 (класс Monogenea – 2, класс Trematoda – 14, класс Cestoda – 4), тип Nematelminthes – 5, тип Acanthocephales – 2, тип Annelida – 1, тип Mollusca – 1 и тип Arthropoda – 2). Паразитофауна представлена в основном местными фоновыми видами, с примесью специфичных для этого хозяина и редких таксонов. У рыбы-иглы обнаружен не только ряд потенциально патогенных для компонентов ихтиоценоза возбудителей, но и личиночные формы паразитов, представляющих опасность для здоровья рыбоядных животных (гельминтозоозы). Основными факторами, определяющими такую высокую зараженность рыбы-иглы зоопаразитами, являются особенности термального режима, гидрохимии и гидробиологии водных экосистем региона (а также их большая вариабельность), богатый качественный и количественный состав промежуточных хозяев паразитов, состояние и распространенность рыб по биотопам, высокий уровень антропогенной нагрузки. Полученные нами результаты позволяют предположить, что паразитофауна данного экспансиониста находится на стадии формирования и способна к постепенному включению в себя некоторых элементов аборигенной ихтиопаразитофауны. Результаты исследования указывают на недостаточность изученности паразитов рыбы-иглы, а продолжение изучения выявит дополнительные интересные научные и практические аспекты.

### Литература

1. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран // Определители по фауне СССР. – М.-Л.: АН СССР, 1948 - 1949. – Т. 1 - 3. – 1382 с.
2. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб // Руководство по изучению. – Л.: Наука, 1985. – 117 с.
3. Мошу А.Я. Эпibiонтные простейшие рыб водоемов Молдовы // Тез. докл. II-го Съезда гидробиологов Молдовы. – Кишинев: Штиинца, 1991. – С. 73 - 74.
4. Мошу А.Я. К фауне кокцидий (Apicomplexa: Eimeriidae) рыб водоемов Молдовы // Систематика, экология и эпизоотологические особенности паразитов в условиях хозяйственной деятельности человека : тез. докл. конф. – Тбилиси, 1992. – С. 33 - 35.
5. Мошу А.Я., Тромбицкий И.Д., Синяева Т.С. Паразитологическое состояние рыб Кучурганского лимана // Геоэкологические и биоэкологические проблемы северного Причерноморья : материалы Международной конференции. – Тирасполь, 2001. – С. 174 - 175.
6. Мошу А., Стругуля О. Распространенность возбудителей гельминтозоозов у рыб Кучурганского водохранилища // Transboundary river basin management and international cooperation for healthy Dniester River : Proc. Int. Conf. – Odessa: IMREER NAS of Ukraine, 2009. – Pp. 190 - 194.
7. Определитель паразитов позвоночных Черного и Азовского морей / Отв. ред. В.Н. Грезе, С.Л. Делямуре, В.М. Николаева. – К.: Наукова думка, 1975. – 552 с.
8. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР : т. 1 - 3. – Л.: Наука, 1984 - 1987.
9. Фауна Украины : Вьюновые, сомовые, икталуровые, пресноводные угри, конгеровые, тресковые, колюшковые, игловые, гамбузиные, зеусовые, сфиреновые, кефалевые, атериновые, ошибные : Рыбы / Ю.В. Мовчан. – К.: Наукова думка, 1988. – Т. 8. – Вып. 3. – С. 189 - 218.
10. Bănărescu P. Pisces, Osteichthyes : Fauna Republicii Populare Romîne . – București: Ed. Acad. Rep. Populare Romîne , 1964. – V. 13. – 935 p.
11. Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European freshwater fishes. – Berlin, 2007. – 646 p.
12. Мошу А. Протопаразитофауна și protozoazele peștilor din apele Moldovei // Rez. Acvacultura și pescuitul viitorului : Simp. Int. – Galați, 1992. – Pp. 357 - 364.
13. Мошу А., Vulpe V., Irimia D. Aspecte ale spectrului de incidențe patologice întâlnite la populațiile piscicole aparținând lacului de acumulare Stâncă-Costești // Acvacultura și pescuitul : Rez. lucr. Simp. Int. – Galați, 1995. – Pp. 335 - 340.
14. Мошу А. The coccidiofauna (Protista: Apicomplexa) of fishes of Basarabia waters // Protecția, redresarea și folosirea rațională a biodiversității lumii animale : Rez. comunic. III Conferință a zoologilor din Moldova cu participare internațională. – Chișinău, 1995. – P. 39.
15. Moșu A. On the fish flagellates (Protista, Sarcocystophora) from Moldova // J. of Romanian Parasitology. – 1996. – V. 6, N. 3. – Pp. 75 - 76.
16. Мошу А. Studii privind parazitofauna peștilor din Prutul și Dunărea de Jos și din unele bazine limitrofe. I. Протопаразиты (Protista) // Managementul pescăriei în bazinul Dunării : Rez. Simpozionului Internațional Aquarom`98. – Galați, 1998. – Pp. 210 - 212.
17. Slováčková I. Parasite fauna of black-striped pipefish *Syngnathus abaster* in the lower Danube River // Bakalářská práce, Masarykova univerzita v Brně, Přírodovědecká fakulta, Ústav botaniky a zoologie. – 2010. – 41 p.

## ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЮГНИРО В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АСФА

Е. О. Кулакова, Б. Г. Троценко

Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО)

*В статье приведена информация о международной информационной системе по водным наукам и рыболовству (Aquatic Sciences and Fisheries Information System) – ASFIS, учрежденной FAO. В феврале 1995 г. ЮгНИРО было подписано «Соглашение о партнерстве», и начата работа по формированию для ASFA реферативной информации из периодических научных журналов Украины. ЮгНИРО имеет полный доступ к базе данных и обладает правом предоставления сторонним организациям в пределах страны доступа к базе данных в минимальных пределах, установленных ASFA. Практическая значимость работы с подобными информационными системами приводит к качественному поиску, синтезу и анализу разноплановой информации, подготовке и предоставлению справок и аналитических заключений для развития системы управления в исследовательском и хозяйственном секторах морского рыбохозяйственного комплекса.*

Ключевые слова: поисковая система, АСФА, база данных, открытый доступ, цифровой контент, реферат, абстракт

### Введение

Лавинообразный рост объемов создаваемой и собираемой человечеством информации, происходящий в течение XX века, привел к необходимости создания информационно-поисковых систем, связанных с быстрым и надежным поиском необходимых данных и обеспечением доступа к ним.

Международная информационная система по водным наукам и рыболовству (Aquatic Sciences and Fisheries Information System) – ASFIS учреждена Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН – FAO, базируясь на уставе FAO. Устав определяет основные задачи FAO следующим образом: «Сбор, анализ, трактовка и распространение информации, связанной с питанием, продовольствием и сельским хозяйством. В данном уставе термин «Сельское хозяйство» и его производные включают рыболовство, морские продукты, лесное хозяйство и первичная продукция из леса».

ASFIS является одной из крупнейших, а возможно и крупнейшей из существующих в мире специализированных информационных систем, направленных на распространение информации о рыболовстве, а также прочих биотических и абиотических процессах, протекающих в водной среде [3].

ASFIS – это полноценная крупномасштабная международная информационная система с разнообразным набором информационного обслуживания.

В настоящее время система состоит из 67 партнеров (4 партнера – организации системы ООН в т. ч. (FAO, IOC, UN/DOALOS, UNEP), 11 международных партнеров, 51 национальный партнер и 1 партнер-издатель ProQuest [9], обеспечивающий пользователям развитую систему поиска (рис. 1).

Всемирно известная база данных ProQuest является лидером среди поисковых систем вследствие того, что ее основные функции:

1. Обеспечивать доступ к коллекциям электронных публикаций различных издательств в рамках единого поискового интерфейса с применением собственных систем индексирования и электронных тезаурусов;
2. Всегда предлагать полный список доступных изданий, с указанием доступных номеров, периода эмбарго, наличия и формата полного текста публикации;
3. Предоставлять поиск по ключевым словам, по автору, названию источника, дате публикации и по другим информационным полям, как правило, по сравнению с другими системами, поиск достаточно ограничен.

База данных ASFA издается на компакт-дисках (CD-ROM), доступна через Интернет, а также публиковалась в виде печатных журналов (рис. 2) с момента основания системы до 2011 г. [6].

В 1996 г. Всемирная ассоциация библиотек морских научных центров (IAMSLIC) признала реферативную систему ASFIS лучшей среди информационных систем, представляющих инфор-

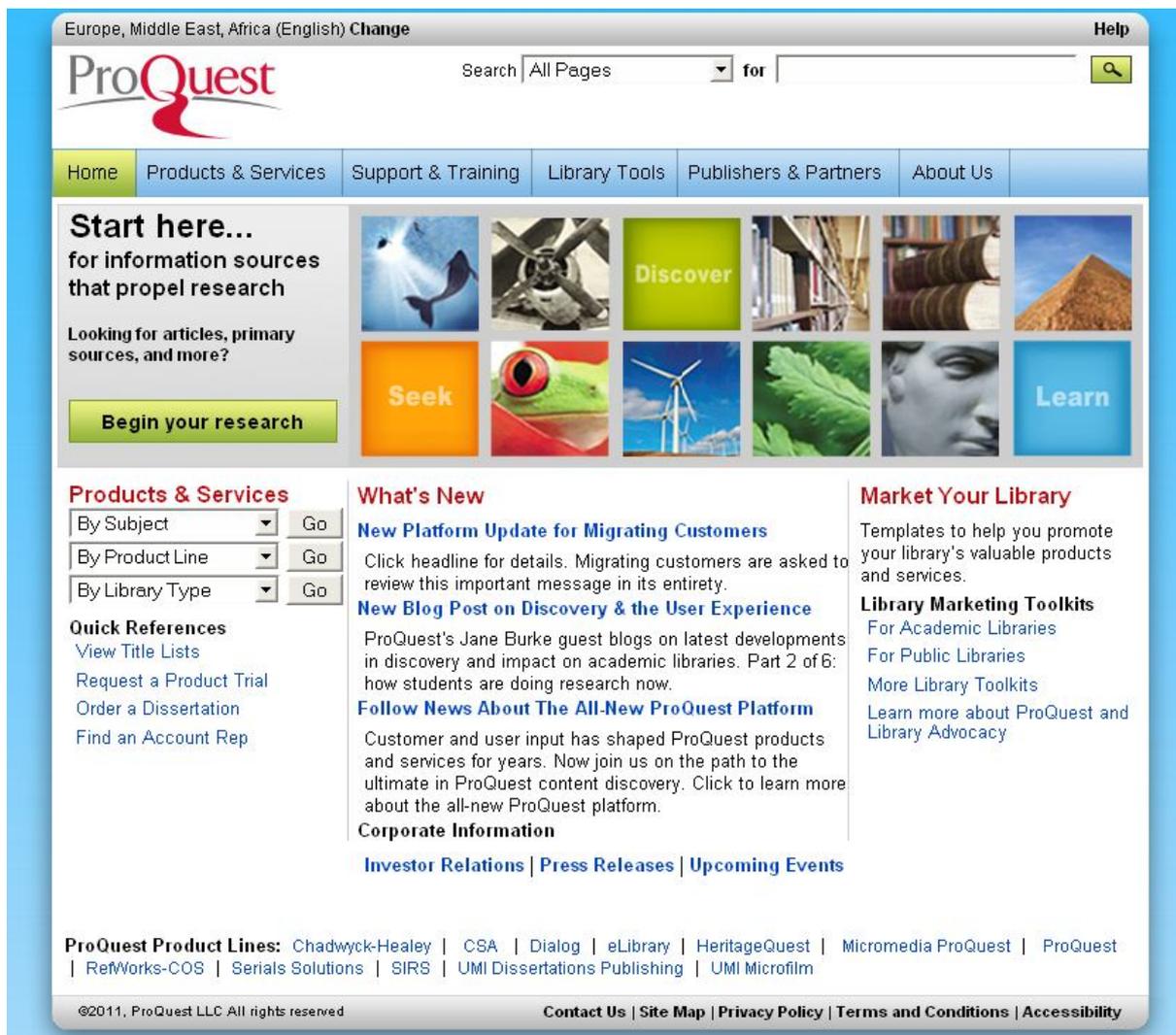


Рисунок 1 – Стартовая страница партнера-издателя ProQuest

мацию по водным наукам. База данных системы (рефераты по водным наукам и рыболовству - ASFA) на 1 марта 2012 г. насчитывает свыше 1600000 библиографических записей, доступных в электронном виде. База данных ежемесячно пополняется на более чем 3700 рефератов из более 5000 периодических журналов, издаваемых во всем мире, а также монографий и «серой литературы». Ежемесячное пополнение базы данных в Интернет и ежегодное пополнение базы на компакт-дисках позволяет пользователям ASFA получать информацию о новейших открытиях и достижениях в области водных наук, рыбного хозяйства, океанографии, гидробиологии, гидрологии и др. направлениях исследований и практической деятельности в водной среде.

Прообразом ASFA являлся целый ряд реферативных изданий, публиковавшихся ФАО под разными названиями с 1950 г. [8, 10].

- с 1950 г. ФАО начато издание World Fisheries Abstracts – обзоры текущей литературы о рыболовстве и рыбной промышленности;
- в 1958 г. после включения в сферу рассмотрения биологических рефератов, данных об аквакультуре и промысловой океанографии началось издание Current Bibliography for Fisheries Science, сменивших в 1959 г. название на Current Bibliography for Aquatic Sciences and Fisheries.

В 1970 г. ФАО и национальные партнеры из Германии и Франции совместно с британским коммерческим издателем договорились о публикации ASFA, первое издание которых вышло в 1971 г.

Советский Союз присоединился к ASFA в 1972 г. В роли национального центра выступал Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) [1, 4]. За свое участие в работе ВНИРО получал несколько копий печатных журналов ASFA и предоставлял их ЮгНИРО, как и ряду других институтов системы Минрыбхоза СССР и АН СССР [1]. Из ВНИРО ЮгНИРО получал и другую часть международной подписки, организованной Минрыбхозом СССР.

06  
F74**ASFA 1****Biological Sciences and  
Living Resources**VOLUME 40 NUMBER 11 NOVEMBER 2010  
ISSN 0140-5373 (Print) ISSN 1555-6204 (E-Journal)

ProQuest

Рисунок 2 – Титульный лист печатной версии ASFA-1 за ноябрь 2010 г.

рале 1995 г. было заключено «Соглашение о партнерстве» – «Partnership Agreement Providing for Cooperation in the Preparation and Publication of the Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA) and for the Reconstitution of the Advisory Board» [7]. «Соглашение о партнерстве» было подписано директором ЮгНИРО, что фактически завершило процесс формального оформления статуса ЮгНИРО как национального партнера ASFA от Украины. После подписания соглашения о партнерстве была начата работа по формированию для ASFA реферативной информации из периодических научных журналов Украины.

ЮгНИРО имеет полный доступ к базе данных и обладает правом предоставления сторонним организациям в пределах страны доступа к базе данных в минимальных пределах, установленных ASFA. В своей работе ЮгНИРО опирается на созданную в течение 17 лет национальную сеть сотрудничающих центров, включающую в настоящее время 5 членов: ЮгНИРО – национальный партнер ASFA от Украины (руководящий и координирующий центр), сотрудничающие партнеры (центры ввода информации): ИнБЮМ (Севастополь), Институт Зоологии им. И.И. Шмальгаузена (Киев), Керченский морской технологический университет (Керчь) и Морской Гидрофизический Институт (Севастополь).

За период 2001 - 2012 гг. общее количество вводов, подготовленных специалистами ЮгНИРО, ИнБЮМ (Севастополь) и Института зоологии (Киев) составило более 1400 рефератов: все они проходят предварительную проверку ФАО и отправляются в ProQuest; по меньшей мере 200 абстрактов находятся на завершающей стадии обработки (межсессионный период 2011 - 2012 подойдет к концу в июне 2012 г.).

Институт биологии Южных морей регулярно выполняет работы по вводу и наполнению базы данных АСФА. Как видно из приведенной ниже таблицы, деятельность института была прервана в течение четырех лет, однако на данном этапе абстракты поступают в базу на постоянной основе и, что делает их еще более ценными, с прямыми ссылками на полнотекстовые статьи в формате PDF.

Институт зоологии не экспортировал свои вводы в ЮгНИРО в течение 3 лет, однако с марта 2008 г. работа по реферированию АСФА возобновлена: на сегодняшний день национальному партнеру АСФА в Украине прислано 64 ввода, все они уже находятся в базе данных ProQuest [2].

После распада СССР с 1992 г. доступ ЮгНИРО к международной научной информации резко сократился. Госрыбхозпром, а впоследствии Минрыбхоз Украины не выделяет целевых средств для подписки института на издания, публикуемые за пределами СНГ. Поступление в ЮгНИРО иностранных научных трудов практически прекратилось. Небольшая часть публикаций нерегулярно поступает на условиях научного обмена.

В интересах рыбного хозяйства Украины с целью расширения доступа к передовой научной и технической информации было принято решение, что ЮгНИРО следует предпринять шаги по получению статуса национального партнера ASFIS. ЮгНИРО был не в состоянии получить средства, необходимые для подписки на ASFA-1, и статус национального партнера был единственным способом доступа к этой базе данных.

ЮгНИРО впервые высказал пожелание присоединиться к ASFIS в 1992 г. После предварительной переписки, успешных переговоров, проведенных в 1994 г. Е. В. Романовым в штаб-квартире ФАО с руководителями ASFIS, других предварительных процедур, связанных с подготовкой списка журналов Украины, входящих в сферу мониторинга ЮгНИРО, в фев-

**Общее количество вводов в систему АСФА ЮгНИРО и сотрудничающими с ним партнерами за 10 лет**

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
YugNIRO	154	175	64	0	0	44	56	14	52	53
IBSS	30	0	0	0	0	39	31	24	39	42
IZ	52	25	0	0	0	13	0	51		1
KMTU	0	0	0	0	0	0	0	0		0
MHI	-	0	0	0	0	0	0	0		0
Total	236	200	64	0	0	96	87	89	91	96

обсудили ряд вопросов, стоявших на повестке дня, и пришли к выводам, изменившим отбор и порядок наполнения базы данных национальными партнерами:

1. Секретариат ФАО порекомендовал всем странам-участникам АСФА сделать приоритетным ввод «серой литературы» в максимально полном объеме, обеспечивая появление данных материалов в открытом доступе (независимо от выбранного репозитория либо электронной библиотеки). Секретариат ФАО также выразил надежду на то, что все вводы в базу, в случае их размещения он-лайн, будут включать электронные адреса страниц для облегчения перехода от абстракта к полнотекстовому документу прямо по ссылке.

2. В этом смысле на повестке дня были подняты такие вопросы, как оцифровка документов, находящихся в ведении института, и своевременное размещение полнотекстных файлов в Интернете. Однако данный процесс затрагивает ряд проблем:

- на сегодняшний день в цифровом формате доступно менее 1 % коллекций научных документов. ФАО ставит перед странами-членами АСФА задание активизировать усилия по оцифровыванию «серой» информации, т. е. трудов, публикаций, изданных небольшими тиражами и имеющими ограниченное распространение.
- необходимо решить вопрос авторских прав. Например, механизм поведения с так называемыми статьями-сиротами (автора статьи сложно либо невозможно найти) и неопубликованными трудами, которые в значительной мере составляют научное наследие мира;
- цифровой контент должен оставаться доступным для грядущих поколений. Носители могут выйти из строя, компьютерные системы могут устареть, а форматы кодирования измениться. Стратегии решения этих вопросов еще не продуманы.

3. Секретариат АСФА порекомендовал национальным партнерам изменить порядок пересылки подготовленных вводов в ProQuest (партнер, ответственный за размещение и публикацию всех рефератов, присылаемых в АСФА), сократив его до нескольких вводов в одном файле (не более 20), но выполняя пересылку ежемесячно. Секретариат выразил надежду, что в данных файлах будут именно те материалы, которые были напечатаны в стране за истекший месяц. Таким образом, база данных АСФА окажется вне конкуренции по сравнению с остальными подобными проектами, принимая во внимание вопрос своевременности попадания документов в базу [5].

Присоединение ЮгНИРО к проекту СЕЕМаR инициировано НТБ института с целью развития вышеупомянутой миссии – обеспечение доступности и открытости информации, с целью организации удобной и эффективной работы читателя при поддержке современных технологий. Использование современных информационных технологий дало возможность сделать научные работы сотрудников ЮгНИРО максимально доступными мировому научному сообществу, что повысило авторитет не только отдельных работников, но и института.

За истекший период оцифрованы и размещены в открытом доступе репозитория СЕЕМаR три выпуска Трудов Южного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии за 1998 - 2008 гг., а также материалы конференций, проведенных в 2002 - 2010 гг., то есть на данный момент можно утверждать, что за последние десять лет практически все статьи, изданные в ЮгНИРО, уже представлены конечному пользователю в полном объеме с возможностью дальнейшего распространения, скачивания и использования данной информации в научных разработках других ученых.

#### Литература

1. *Богданов А.С.* Международный информационный журнал по рыбному хозяйству и водным наукам ASFA // Рыбное хозяйство. – 1983. – № 3. – С. 78.
2. *Кулакова Е.О.* Национальный отчет Украины по АСФА для ежегодной встречи стран-членов АСФА в г. Гуаякиль, Эквадор. – 4 с.

39-я ежегодная встреча всех партнеров АСФА состоялась 5 - 9 июля 2010 г. в Марокко (Касабланка). Во время конференции представители ФАО, а также участники стран-членов данной организации

3. *Романов Е.В.* Международная информационная система ASFIS и роль ЮгНИРО в ее деятельности // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 1996. – Т. 42. – С. 38 - 42.
4. *Смольянова Т.И.* Международная информационная система по водной среде и рыбному хозяйству // Рыбное хозяйство. – 1986. – № 3. – С. 73 - 74.
5. *Draft Minutes of Action Items and Decisions Agreed at ASFA Advisory Board Meeting.* INRH, Casablanca, Morocco, 5 - 9 July 2010. – 8 p.
6. *Minutes of Action Items and Decisions Agreed at ASFA Advisory Board Meeting.* INP, Guayaquil, Ecuador, 5 - 9 September 2011. – 8 p.
7. *Partnership Agreement Providing for Cooperation in the Preparation and Publication of the Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA) and for the Reconstitution of the Advisory Board.* – Rome: FAO, 1995. – 12 p.
8. *Pepe R. (Ms.).* Introduction to ASFIS // ASFA. Lecture Notes for trainees. Training course on ASFA input methodology. 6 - 10 March 1995. – National Institute of Oceanography (NIO), Dona Paula, Goa, India, 1985.
9. *ProQuest (CSA).* – <http://www.proquest.com>.
10. *Varley A.* ASFA: The first twenty years : An outline history of Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts, 1971 - 1990. – Paris: IOC, UNESCO, 1995. – 70 p.

## ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА, РЕПОЗИТОРИЙ И РЕКУРРЕНТНАЯ БАЗА ЮГНИРО

Б. Г. Троценко, Е. О. Кулакова, О. И. Соколова

Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО)

*В статье проанализирована организация процессов управления информационными потоками и эффективного использования информации, а также показан синтез традиционных методов накопления и сохранения информации (бумажные носители) и технологий, возникших в современных условиях, в частности при создании электронных библиотек. Представлены такие информационные системы, как РБД (рекуррентная база данных) ЮгНИРО и репозиторий в рамках проекта СЕЕМаR, ориентированные на совместное использование и интеграцию этих технологий и являющиеся на данный момент двухсегментной системой. Установлено, что формирование электронной библиотеки за период 2008 - 2012 гг. способствовало активизации обмена научными знаниями, позволило широкому кругу заинтересованных лиц познакомиться с состоянием и развитием научной работы в ЮгНИРО и состоянием дел, проблем и перспектив рыбохозяйственной отрасли Украины.*

Ключевые слова: электронная библиотека, информационные ресурсы, репозиторий, база данных, полный текст, ссылка

### Введение

Квалифицированное управление знаниями в условиях динамично развивающихся информационных технологий – важная и актуальная задача, успешное решение которой дает возможность организации получать дополнительные преимущества за счет накопления и эффективного управления информационными и техническими ресурсами, и в результате – обеспечение планирования и оптимальной реализации ее деятельности с целью достижения максимально возможного успеха [6].

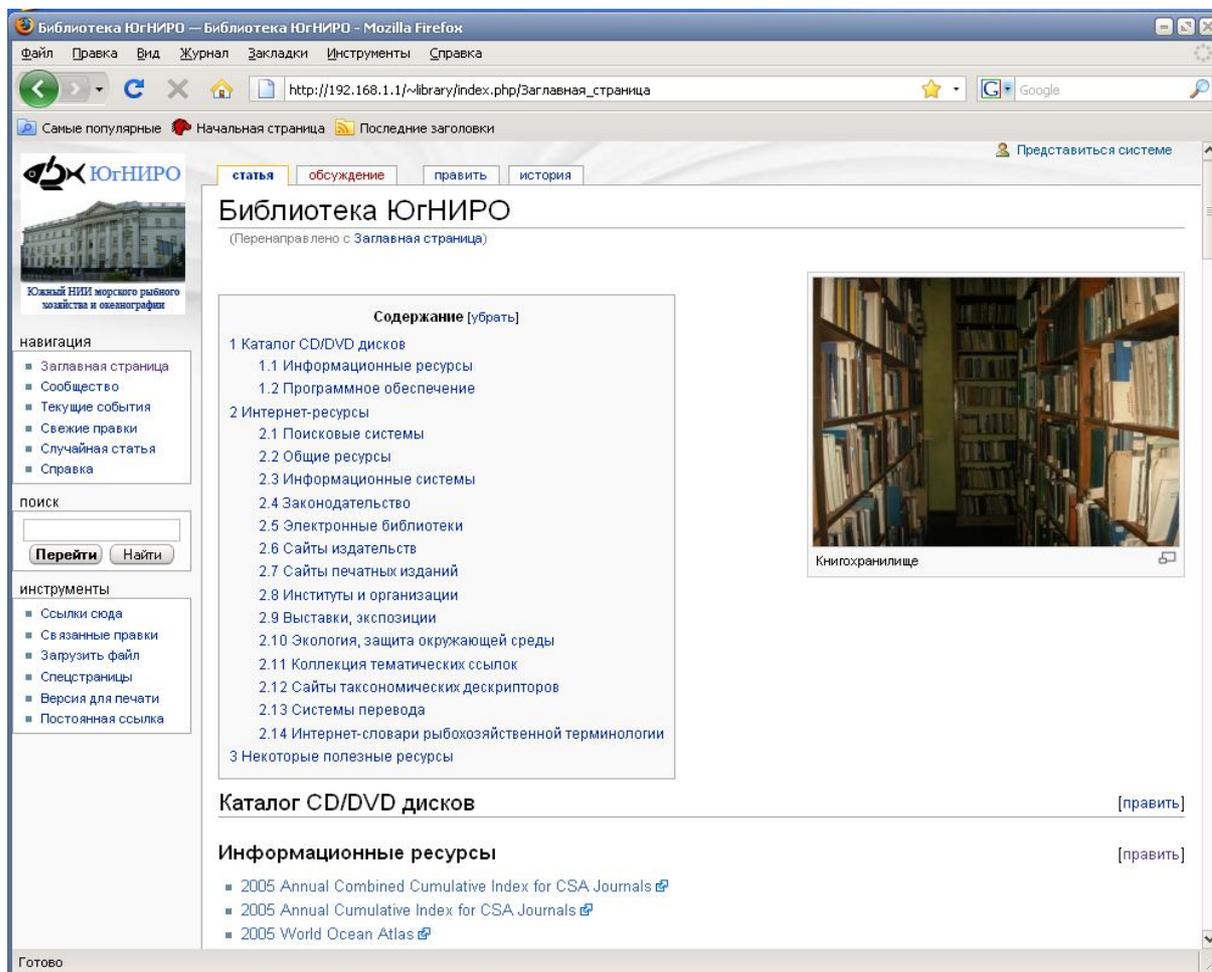
Значительный рост обращения объемов информации в обществе требует критического отбора необходимой/затребованной информации в специфической области и ее предоставления в удобной для пользователей форме, что в свою очередь требует целенаправленного научного исследования ее содержания и аналитической обработки. 70 % пользователей начинают работу в Интернете со странички поисковой системы. Однако, дав задание на поиск, в ответ пользователь обычно получает в лучшем случае сотни ссылок, а в худшем – может и десятки тысяч. Причем, в большинстве случаев это будет так называемый «мусор», в котором нет и зерна полезной информации [3].

Управление знаниями заключается в сборе, описании, формализации, хранении, критическом анализе и использовании информации, созданной данной организацией в процессе своей деятельности и ассимиляции сторонней информации, что в итоге позволяет повысить эффективность решения конкретных задач [5].

### Электронная библиотека

В организации процессов управления информационными потоками и эффективного использования информации важнейшим моментом является синтез традиционных методов накопления и сохранения информации (бумажные носители) и технологий, возникших в современных условиях, в частности при создании электронных библиотек [9]. В силу этого рекуррентная база (база данных ссылок) ЮгНИРО ориентирована на совместное использование и интеграцию этих технологий и является на данный момент двухсегментной системой.

Как и другие подобные системы, данная электронная библиотека не рассчитана на предоставление мгновенной помощи в поиске конкретного документа. Представляя собой скорее каталог полезных ссылок, эта электронная библиотека состоит из различных подразделов, содержащих ссылки на научную периодику, издательские дома, базы данных, словари и глоссарии научных терминов, сборники электронных публикаций материалов конференций, симпозиумов, семинаров и т.д., сайты поиска и уточнения таксономических дескрипторов, а также полный перечень материалов на CD и DVD носителях. Электронная библиотека ЮгНИРО предоставляет отдельную систему поиска и услуг доступа для работников данного учреждения (рисунок).



## Стартовая страница РБД ЮгНИРО

### Перечень рекуррентных ссылок рекуррентной базы данных ЮгНИРО

1. Каталог CD/DVD дисков:
  - диски с информационными ресурсами – 54;
  - диски с программным обеспечением – 13.
2. Интернет-ресурсы:
  - поисковые системы – 28;
  - репозитории – 1;
  - общие ресурсы – 1;
  - информационные системы – 3;
  - законодательство – 1;
  - электронные библиотеки – 2;
  - сайты издательств – 6;
  - сайты печатных изданий – 13;
  - институты и организации – 39;
  - выставки и экспозиции – 4;
  - экология, защита окружающей среды – 1;
  - коллекция тематических ссылок – 7;
  - сайты таксономических дескрипторов – 4;
  - системы перевода – 1;
  - интернет-словари рыбохозяйственной терминологии – 11.

Таким образом, создана тестовая версия рекуррентной базы по морской рыбохозяйственной деятельности на основании критерия – цена/качество, учитывающий степень функциональности и удобства работы для пользователей различного уровня подготовки.

Научная значимость работы определяется тем, что отраслевая рыбохозяйственная рекуррентная база создается в Украине впервые и как специфическая разновидность подобных проектов требует творческого подхода при совместном участии специалистов различных профилей и яв-

ляется важной и актуальной задачей в современных условиях развития и использования информационного пространства.

Практическая значимость работы связана с возможностью использования создаваемой рекуррентной базы для качественного поиска, синтеза и анализа разноплановой информации, подготовки и предоставления справок и аналитических заключений для развития системы управления в исследовательском и хозяйственном секторах морского рыбохозяйственного комплекса. Релевантность поиска и соответственно адекватность реализации задачи «Вопрос-Поиск-Результат» позволяет на основе выбранной информации подготовить разноплановые аналитические заключения в соответствии с запрошенными участниками деятельности в сфере рыбного хозяйства различного уровня (от государственных структур до частного предпринимателя).

Решение этой задачи дает организации возможность получать дополнительные преимущества за счет накопления и эффективного управления информационными и техническими ресурсами, и в результате обеспечить планирование и оптимальную реализацию ее деятельности с целью достижения максимально возможного успеха [10].

Репозиторий – это открытый архив, куда поступают и хранятся полнотекстовые научные труды исследовательских институтов и университетов. В реализуемом в рамках проекта СЕЕМаR репозитории участвуют научные учреждения Болгарии, Латвии, Польши, России и Украины; данный проект представляет собой широкий по содержанию и составу документов фонд, отражающий интеллектуальное богатство ученого мира: диссертации и авторефераты; научные издания; опубликованные статьи ученых, преподавателей, сотрудников; учебно-методические материалы; наборы данных и т. д. Чем больше научных работ будет находиться в открытом архиве, тем выше будет научный статус любого НИИ в мире.

Основными целями создания Открытого электронного репозитория СЕЕМаR являются:

- обеспечение открытого доступа к научному потенциалу НИИ;
- предоставление электронной среды для дистанционного пользования материалами;
- популяризация морских исследований;
- предоставление широкой общественности информации «серой литературы»;
- долговременная сохранность работ.

Открытая электронная библиотека предоставляет следующие преимущества:

1) Для отдельных авторов (ученых, исследователей):

- создание централизованного архива их исследований;
- более широкое распространение и растущее влияние работ;
- авторитет организации, где работает автор;
- авторитет страны, где живет и проводит свои исследования ученый.

2) Для Научного Учреждения:

- рост авторитета и значимости;
- возможность использования работ для привлечения внебюджетных средств, открытия новых программ, привлечения иностранных партнеров;
- обеспечение электронной среды для исследователей.

3) Для общества:

- предоставление доступа к результатам исследований, выполненных в любой точке мира и на основании этого – активное участие в принятии решений, направленных на улучшение экологического состояния Земли и ее отдельных регионов [7];
- обеспечение долговременной сохранности научных публикаций учреждения;
- рост влияния науки в обществе.

Деятельность таких систем отвечает принципам международной инициативы открытого доступа к информации. Основное количество материалов размещается в таких архивах добровольно, а поиски и получение документов производится бесплатно. Важным признаком подобных систем является определение организационной базы, которая обеспечивает ее функционирование на протяжении длительного времени (университет, научное учреждение и т. д.) [12].

Существуют институциональные репозитории, которые объединяют публикации авторов не по организационной принадлежности, а по тематике деятельности или исследований – количество таких репозиториях увеличивается с каждым днем. Существуют специальные каталоги, которые дают возможность ознакомиться с почти полным его перечнем на таких сайтах, как ROAR (Перечень репозиториях в открытом доступе) [14], однако это всего один из 20 независимых реестров репозиториях. Инициатором участия НИИ Украины в этом проекте является НТБ ИнБЮМ [13].

Присоединение ЮгНИРО к участию в проекте СЕЕМаR инициировано НТБ института с целью развития ее миссии – доступности и открытости информации, с целью организации удобной

и эффективной работы читателя при поддержке современных технологий. Формирование электронной библиотеки за период 2008 - 2012 гг. способствовало активизации обмена научными знаниями, позволило широкому кругу заинтересованных лиц познакомиться с состоянием и развитием научной работы в ЮгНИРО и состоянием дел, проблем и перспектив рыбохозяйственной отрасли Украины. Использование современных информационных технологий дало возможность сделать научные работы сотрудников ЮгНИРО максимально доступными мировому научному сообществу, что повысило авторитет не только отдельных работников, но и института. Таким образом, будет лучше сказать, что электронный репозиторий – это система, которая включает в себя не только программное и аппаратное обеспечение, но и политику размещения информации и документов, процедуры и правила обращения документов [4, 11].

За истекший период оцифрованы и размещены в открытом доступе репозитория СЕЕМaR три выпуска «Трудов Южного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии», включающие исследования ученых с 1998 по 2008 гг., а также материалы пяти международных конференций, проведенных на базе института с 2002 по 2010 г. Таким образом, на данный момент можно утверждать, что за последние десять лет все статьи, написанные учеными ЮгНИРО и опубликованные его издательским центром, представлены конечному пользователю в полном объеме с возможностью дальнейшего распространения, скачивания и использования данной информации в научных разработках других ученых.

Попадая на главную страницу репозитория, пользователь имеет возможность подойти к поиску интересующих его публикаций с разных сторон. Поиск обеспечивается посредством введения в заданное поле фамилии автора, названия статьи, либо (при отсутствии точных данных о статье) искомый документ будет найден путем набора ключевых слов и предметных указателей, которые могут упоминаться в необходимой статье.

Во время поиска коллекции статей «Трудов ЮгНИРО» за любой год пользователь сможет найти нужную публикацию, набирая известную ему информацию о статье, либо воспользоваться четырьмя разделами, которые обеспечат поиск «по умолчанию»: по автору, названию статьи, дескрипторам или дате.

Выбирая поиск «по умолчанию» с указателем «Название», пользователю будут представлены все публикации данной коллекции с ссылкой на автора либо группу авторов, а также необходимой информацией о размещении публикации на соответствующем бумажном носителе.

В случае если депозитор намерен совершить поиск по имени, ему будет предоставлен список всех авторов, чьи статьи включены в данную коллекцию. Подобная функция сделает возможным ознакомление с дополнительными статьями искомых авторов, что значительно расширит поиск и накопление найденного материала.

Многие организации доверяют работу по созданию электронных репозитория своим информационным подразделениям. Однако это не всегда оправданно: техспециалисты могут помочь настроить систему, но не могут работать с публикациями на научном уровне. Именно библиотека совместно с ведущими специалистами подразделений организации должна заниматься поддержкой (наполнение, структурирование и т. д.) электронного репозитория библиотеки учреждения, так как только в библиотеке могут быть сконцентрированы в наиболее полной мере все возможные информационные ресурсы и инструменты для поиска информации из различных источников – печатных или электронных вариантов/материалов [1, 2, 8].

Создание репозитория института на базе Dspace (платформа с открытыми исходными кодами для управления и хранения научных работ) в рамках проекта СЕЕМaR – это:

- легкость работы с выходным кодом;
- механизмы безопасности (авторизация, безопасность публикации);
- совместимость (возможность интеграции в другие репозитории);
- локализация (поддержка языков);
- высокое качество документооборота в системе.

Одним из основных достоинств системы Dspace является возможность выбора типа документа, который будет помещен в репозиторий. Перед пользователем будут скрыты поля метаданных, не предназначенные для поиска того или иного документа. Однако программа позволяет сделать такие настройки, но только для коллекции в целом, и для этого необходимо вручную редактировать специальный файл.

Размещение научных публикаций, статей и другой информации в сети Интернет эффективно и полезно, только если эта информация доступна для поиска. 70 % пользователей начинают работу в Интернете со странички поисковой системы. В этом случае придется потратить некоторое

время на скрупулезную «чистку», просматривание каждого найденного документа и отделение полезных данных от ненужных ссылок. Эта проблема решается в рамках СЕЕМаR. В предлагаемом электронном хранилище поиск по дескрипторам может быть произведен автоматически, что в значительной мере облегчит как процесс сбора информации, так и сэкономит время, проведенное пользователем при выборе доступных электронных ресурсов.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы: процесс оцифровки информационных ресурсов – приоритетное направление деятельности ЮгНИРО на базе электронного репозитория СЕЕМаR. В соответствии с уже размещенной информацией планируется перенести на электронные носители наиболее ценные и значимые для научного мира документы из фондов традиционной библиотеки ЮгНИРО: соответствующие разделы и коллекции уже существуют в иерархии оцифрованных материалов института – «Книги», «Материалы конференций NAFO и ANTCOM», «Авторефераты диссертаций» и др.

#### Литература

1. Бенз С. Веб-послуги та електронні зібрання Бруклінської публічної бібліотеки // Бібліотечний вісник. – 2008. – № 1. – С. 11 - 13.
2. Жирова Н., Флегонтова Н. Шляхи розвитку європейських бібліотек у сучасному інформаційному суспільстві // Бібліотечна планета. – 2006. – № 4. – С. 33 - 34.
3. Завражний Д.В., Тихомирова Е.В. Тенденции развития электронных (цифровых) библиотек. – <http://www.e-learningcenter.ru>
4. Иващенко С. Організація обслуговування користувачів Національної бібліотеки Білорусії електронними інформаційними ресурсами // Бібліотечний вісник. – 2008. – № 2. – С. 27 - 29.
5. Кірюхіна Л., Кузьмінич Т. Інноваційна місія Національної бібліотеки Білорусії в інформаційній інфраструктурі країни // Бібліотечний вісник. – 2008. – № 2. – С. 7 - 10.
6. Наукове супроводження інформаційно-аналітичної бази даних органів управління рибним господарством України на базі Міжнародної інформаційної системи ASFA та інших міжнародних баз даних : годової звіт о НИР ; рук. НИР Б.Г. Троценко. – Керчь: ЮгНИРО, 2008. – 30 с.
7. Орхуська Конвенція. – <http://www.ecoaccord.org/doc/aarhus>
8. Пелагеша Н. Європейська цифрова бібліотека: проект створення // Бібліотечний вісник. – 2008. – № 5. – С. 3 - 8.
9. Проект створення Європейської цифрової бібліотеки: можливості для України. – <http://www.niss.gov.ua>
10. Річицький В. Відкритість інформації як універсальна вимога // Вісник НАН України. – 2003. – № 9. – С. 26 - 45.
11. Сербін О. Конгломерат інформаційно-пошукових мов як консолідаційна модель загального механізму впорядкування та пошуку бібліографічної інформації // Бібліотечний вісник. – 2008. – № 1. – С. 3 - 10.
12. Симоненко Т. Проект «відкритого доступу» – портал «Наукова періодика України» // Бібліотечний вісник. – 2009. – № 1. – С. 3 - 6.
13. Слупецький Д., Горбунов В., Сергєєва О. Створення електронного репозиторію Інституту біології південних морів НАН України на основі вільно поширюваного програмного забезпечення // Бібліотечний вісник. – 2008. – № 3. – С. 16 - 21.
14. ROAR (Registry of Open Access Repositories). – <http://roar.eprints.org>

## PARTICIPATION OF YUGNIRO IN «UPGRADE BLACK SEA SCIENTIFIC NETWORK» (UBSS) PROJECT

S. S. Smirnov, B. G. Trotsenko

Southern Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (YugNIRO)

*From 2009 till 2011 YugNIRO participated in the project «Upgrade Black Sea Scientific Network». The main aim of its' predecessor – «Black Sea Scientific Network» project – was to establish a network of leading environmental and socio-economic research institutes, universities and NGO's from the countries around the Black Sea and develop a distributed virtual data and information infrastructure to improve the identification, access, exchange, quality indication and use of their data and information about the Black Sea. The Black Sea Scientific Network research infrastructure stimulates scientific cooperation, exchange of knowledge and expertise, and strengthens the regional capacity and performance of marine environmental data and information management, providing improved data and information delivery services for the Black Sea region at a European level.*

*Research was accomplished under the FP7 Program, Project «Upgrade Black Sea Scene», contract #226592*

Key words: information, metadata, database, information system, on-line access

### Introduction

Southern Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (YugNIRO) is a unique institution in Ukraine, carrying multidisciplinary scientific, engineering, consulting, and expert research in the sphere of marine fisheries and commercial oceanography.

Since 2009 to 2011 YugNIRO participated in the project «Upgrade Black Sea Scientific Network». The main aim of its' predecessor – «Black Sea Scientific Network» project – was to establish a network of leading environmental and socio-economic research institutes, universities and NGO's from the countries around the Black Sea and develop a distributed virtual data and information infrastructure that is populated and maintained by these organisations to improve the identification, access, exchange, quality indication and use of their data and information about the Black Sea. Principal goals of UBSS project were to extend datasets and improve on-line access to data and meta-data [3].

### Information infrastructure of the UBSS project

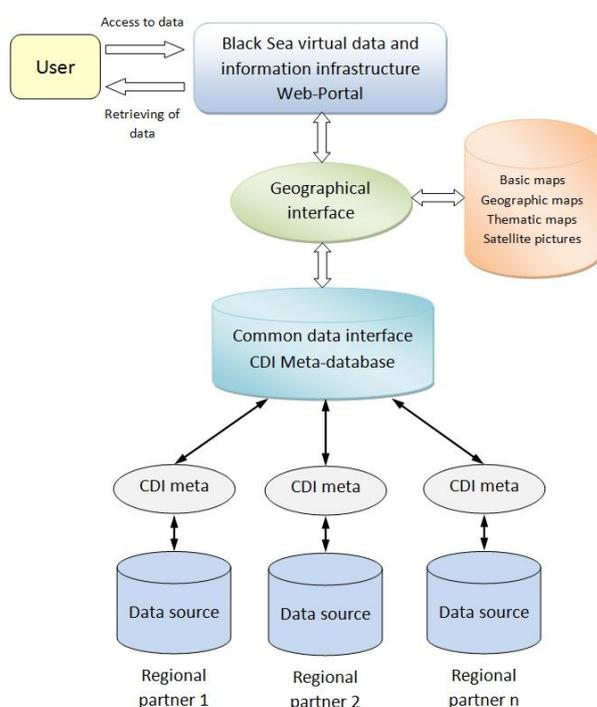


Figure 1 – Scheme of UBSS project information infrastructure

Briefly information infrastructure of the UBSS project consists of central web-portal, common meta-database and a set of regional partners' databases [1] (fig. 1).

For metadata storage and exchange different types of files in XML format are used.

Meta-database contains a set of metadata catalogues which makes a foundation of different metadata services.

The metadata services are aimed to make Black Sea scientific information and data easier traceable by scientists and the general public and can be divided in [4]:

- EDMED – Marine and Environmental Dataset catalogue;
- Data Quality Control – DQC methods overview and reference to support tools;
- EDMERP – Marine and Environmental Project catalogue;
- EDMO – Directory of Marine Organisations active in Black Sea region;
- CSR – Directory of Marine Research Cruises in the Black Sea;

- Marine biology – Metadata directories of important marine species;
- Scientists – Directory of Marine Scientists active in Black Sea region;
- Bibliography – Scientific Reports and Publications on the Black Sea;
- Socio-Economic Data on the Black Sea;
- Black Sea data products – An overview of specific data products developed under SeaDataNet by Black Sea partners;
- Black Sea EDIOS (ASCABOS project) – An overview of the current operational oceanography in the Black Sea by the bordering countries.

Besides a wide range of metadata services, UBSS project also provides data access service. The central role in data access service is performed by the Common Data Index (CDI). Its primary objective is to give users a highly detailed insight in the availability and geographical spread of marine data across the different data centres and institutes across Europe. The CDI provides an index (metadatabase) to individual data sets. Furthermore it provides direct online data access or direct online requests for data access or file downloads [2].

A CDI XML format supports the exchange between CDI-partners and the central CDI manager, and ensures interoperability with other systems and networks. CDI XML entries are generated by participating data centres (i.e. CDI-partners), directly from their databases.

### Data conversion activities

Two software tools – NEMO and MIKADO – were initially recommended by organizers for all participants of the UBSS project. Both software applications are written in Java language and can be executed on different platforms.

MIKADO used to generate XML catalogue descriptions, it creates XML-files for metadata exchange of [5]:

- CSR – Cruise Summary Reports;
- EDMED – Marine Environmental Data sets;
- CDI – Common Data Index;
- EDMERP – Marine Environmental Research Projects;
- EDIOS – Permanent Ocean-observing System.

NEMO is a reformatting software used to generate ASCII files at MEDATLAS or ODV formats which are defined as SeaDataNet formats for data exchange between SeaDataNet partners [6].

NEMO can support a vast number of input data formats because of flexible import settings, but it was found that NEMO is not suitable for YugNIRO data files – they are rather specific. So, we did not use NEMO and developed our own software for data conversion.

MIKADO software was used by YugNIRO with some limitations because of YugNIRO data files' peculiarities. And again it led to development of our own software applications.

The process of the YugNIRO data conversion in the UBSS project can be demonstrated on the following scheme (fig. 2).

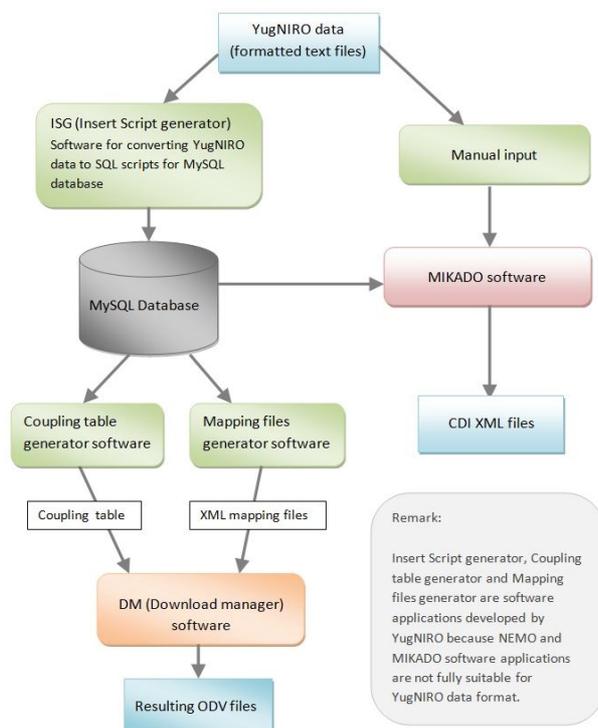


Figure 2 – Scheme of YugNIRO data conversion in UBSS project

### Data entry activities

During participation in UBSS project (2009 - 2011) YugNIRO contributed meta-data related to 9 datasets and 14 research projects, provided information about 2 marine organizations and also submitted metadata in CDI XML V2 format for its' physical oceanography database (19159 stations) with providing access to data in ODV format (by installing and configuring Download Manager software). Results of YugNIRO data entry activities are also represented in the following table.

### Contribution of YugNIRO during participation in UBSS project (2009 - 2011)

Directories	Records	
	MIKADO	CMS
EDMO	-	2*
SCR	-	-
EDMED	9	-
EDMERP	-	14
SCIENTIST	9	-
Publications	-	-
SED	-	-
CDI V2	19159	-

\* – data prepared by YugNIRO and entered by MHI

### Conclusion

Currently, the Black Sea CDI V2 metadatabase contains more than 150000 individual data entries from 11 Data Holding Centres from the 6 countries around the Black Sea, covering a broad scope and range of data, held by these organizations.

The Black Sea Scientific Network research infrastructure stimulates scientific cooperation, exchange of knowledge and expertise, and strengthens the regional capacity and performance of marine environmental data and information management, underpins harmonization with European marine data quality control/assessment procedures and adoption of international meta-data

standards and data-management practices, providing improved data and information delivery services for the Black Sea region at a European level.

### References

1. *Black Sea SCENE*. Black Sea SCENE I, Information Infrastructure. [Electronic resource]. – [http://www.blackseascene.net/content/content.asp?menu=0260008\\_000000](http://www.blackseascene.net/content/content.asp?menu=0260008_000000).
2. *Black Sea SCENE*. Data Access Service. [Electronic resource]. – [http://www.blackseascene.net/content/content.asp?menu=0030000\\_000000](http://www.blackseascene.net/content/content.asp?menu=0030000_000000).
3. *Black Sea SCENE*. Introduction. [Electronic resource]. – [http://www.blackseascene.net/content/content.asp?menu=0010000\\_000000](http://www.blackseascene.net/content/content.asp?menu=0010000_000000).
4. *Black Sea SCENE*. Metadata Services. [Electronic resource]. – [http://www.blackseascene.net/content/content.asp?menu=0020000\\_000000](http://www.blackseascene.net/content/content.asp?menu=0020000_000000).
5. *SeaDataNet*. MIKADO Software. [Electronic resource]. – <http://www.seadatanet.org/Standards-Software/Software/MIKADO>.
6. *SeaDataNet*. NEMO Software. [Electronic resource]. – <http://www.seadatanet.org/Standards-Software/Software/NEMO>.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н.</b> Аквакультура: состояние, перспективы, биотехнологии для юга России .....	3
<b>Шерман И.М.</b> Проблемы органического рыбоводства Азово-Черноморского бассейна и возможности малых водохранилищ .....	11
<b>Жигин А.В., Мовсесова Н.В.</b> Технично-экономические аспекты использования замкнутых систем в рыбоводных хозяйствах .....	15
<b>Туркулова В.Н., Новоселова Н.В.</b> Эколого-физиологические особенности стимуляции созревания производителей черноморского калкана ( <i>Psetta maeotica maeotica</i> Pallas) в условиях искусственного воспроизводства .....	22
<b>Новоселова Н.В., Туркулова В.Н.</b> Влияние некоторых экологических факторов среды на рост и выживаемость молоди черноморского калкана ( <i>Psetta maeotica maeotica</i> , Pallas) при выращивании в искусственных условиях .....	30
<b>Булли Л.И.</b> Сравнительная морфофизиологическая характеристика икры лобана, сингиля и пиленгаса, объектов культивирования в Азово-Черноморском бассейне .....	37
<b>Янковская В.А., Моисеева Е.В.</b> Эффективное сохранение и восстановление естественных запасов черноморской кумжи .....	41
<b>Пилипенко Ю.В., Довбиш О.Е.</b> Екологічні основи раціональної експлуатації гідроекосистем штучного походження степової зони України .....	44
<b>Кожокару Т.Т., Ульянов В.Н., Дерменжи П.</b> Выращивание товарной рыбы в ресурсосберегающем режиме при двух- и трехлетних оборотах .....	46
<b>Борткевич Л.В., Козичар М.В., Воліченко Ю.М.</b> Особливості вирощування товарної риби в умовах рибколгоспу ім. Кримських партизан .....	49
<b>Фулга Н.И., Райлян Н.К., Стороженко С.С., Ариков П.Д.</b> Использование впервые и повторно созревающих самок белого толстолобика <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Val.) из Кучурганского водохранилища-охладителя для искусственного воспроизводства .....	51
<b>Пономарева Е.Н., Тихомиров А.М., Богатырева М.М., Красильникова А.А.</b> Криоконсервация репродуктивного материала рыб: разработки Южного научного центра Российской академии наук.....	55
<b>Статкевич С.В.</b> Некоторые особенности биологии гигантской креветки <i>Macrobrachium rosenbergii</i> .....	59
<b>Холодов В.И.</b> К разработке нормативов производства спата устрицы <i>Crassostrea gigas</i> в питомниках .....	63
<b>Крючков В.Г.</b> Гидробиотехническое сооружение (ГБТС) экологического, санитарного и берегозащитного назначения .....	68
<b>Пиркова А.В.</b> Рост двустворчатого моллюска <i>Anadara inaequalvis</i> (Bivalvia) в Черном море при садковом выращивании .....	73
<b>Трощенко О.А.</b> Годовой цикл наблюдений за температурным режимом на мидийно-устричной ферме в районе Качивели (Черное море) .....	79
<b>Васечкина Е.Ф.</b> Объектно-ориентированный подход к моделированию интегрированной политрофической аквакультуры «мидии – макрофиты» .....	83
<b>Поспелова Н.В.</b> Динамика развития фитопланктона на акватории мидийно-устричной фермы (Голубой залив, Крым, Черное море) .....	90
<b>Евстигнеева И.К., Танковская И.Н., Беляев Б.Н.</b> Макроальгофлора обрастания в биотехнологических комплексах конхиокультуры .....	93
<b>Далекая Л.Б.</b> Структурные характеристики поселений митилид в сообществах обрастания искусственных субстратов .....	100
<b>Лисицкая Е.В.</b> Видовое разнообразие Polychaeta в обрастании мидийных коллекторов (Крым, Черное море) .....	104

<b>Лебедевская М.В., Далекая Л.Б.</b> Обрастание раковины гигантской устрицы <i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg, 1793), выращиваемой в бухте Казачья (Черное море) .....	107
<b>Челядина Н.С.</b> Индивидуальная изменчивость роста и морфометрических параметров <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lam с различной окраской раковины .....	110
<b>Горбунова С.Ю., Жондарева Я.Д.</b> Об эффективности использования микроводорослей в промышленной биотехнологии с целью мелиорации водной среды и получения кормов для различных отраслей сельского хозяйства .....	114
<b>Беляев Б.Н., Береговая Н.М.</b> Оптимизация условий культивирования для накопления R-фикоэритрина, суммарных каротиноидов и хлорофилла <i>a</i> в талломах гелидиума <i>Gelidium latifolium</i> (Grev.) Born. et Thur. (Rhodophyta) .....	120
<b>Ладыгина Л.В.</b> Взаимодействие микроводорослей в смешанных культурах .....	125
<b>Тарадина Д.Г., Чавычалова Н.И.</b> Современное состояние естественного воспроизводства полупроходных и речных рыб в Волго-Каспийском районе, оценка ущерба от нарушения рыбохозяйственных попусков воды в 2006 - 2011 гг. ....	130
<b>Заморов В.В., Джургубаев М.М.</b> Исследования Одесского национального университета им. И.И. Мечникова на придунайских озерах .....	135
<b>Булат Дн., Булат Дм.</b> Ихтиофауна нижнего участка реки Прут в современных экологических условиях .....	138
<b>Крепис О.И., Усатый М.А., Стругуля О.В., Усатый А.М., Бодян А.Н.</b> Сезонная динамика биоразнообразия ихтиофауны и особенности миграций рыб в кольцевых потоках сбросных вод МГРЭС в Кучурганском водохранилище .....	149
<b>Усатый М.А., Шитиков В.М., Крепис О.И., Стругуля О.В., Усатый А.М.</b> Влияние трансформации экосистемы Кучурганского водохранилища на видовой состав, численность и динамику ската молоди рыб в водозаборы БНС Молдавской ГРЭС .....	157
<b>Фулга Н.И., Райлян Н.К., Стругуля О.В.</b> Морфо-функциональное исследование гонад у самок <i>Carassius auratus gibelio</i> (Bloch) в современных условиях Кучурганского водохранилища-охладителя МГРЭС В в преднерестовый период .....	164
<b>Пашков А.Н.</b> Распространение и особенности биологии амурского чебачка <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846) в водоемах Северо-Западного Кавказа .....	168
<b>Романеску В.К.</b> Бычковые рыбы (Perciformes: Gobiidae) водоемов Республики Молдова .....	171
<b>Мошу А.Я., Тромбицкий И.Д.</b> Паразитофауна пухлощеккой рыбы-иглы <i>Syngnathus abaster</i> Risso, 1827 (Syngnathiformes: Syngnathidae) водоемов Днестровско-Прутского междуречья .....	175
<b>Кулакова Е.О., Троценко Б.Г.</b> Деятельность ЮгНИРО в рамках международной информационной системы АСФА .....	179
<b>Троценко Б.Г., Кулакова Е.О., Соколова О.И.</b> Электронная библиотека, репозиторий и рекуррентная база ЮгНИРО .....	184
<b>Смирнов С.С., Троценко Б.Г.</b> Participation of YugNIRO in «Upgrade Black Sea Scientific Network» (UBSS) project .....	189

## CONTENTS

<b>Matishov G.G., Ponomareva E.N.</b> Aquaculture: state, prospects, biotechnologies for the Southern Russia .....	3
<b>Sherman I.M.</b> Problems of organic fish culture in the Azov-Black Sea basin and possibilities of small water bodies .....	11
<b>Zhigin A.V., Movsesova N.V.</b> Technical and economic aspects of closed systems' in fish culture farms .....	15
<b>Turkulova V.N., Novoselova N.V.</b> Ecological and physiological features of stimulation for maturation of Black Sea turbot spawners ( <i>Psetta maeotica maeotica</i> Pallas) in conditions of artificial reproduction .....	22
<b>Novoselova N.V., Turkulova V.N.</b> Impact of some environmental factors on growth and survival rate of Black Sea turbot ( <i>Psetta maeotica maeotica</i> , Pallas) juveniles in conditions of artificial growing .....	30
<b>Bulli L.I.</b> Comparative morpho-physiological characteristics of eggs from grey mullet, striped mullet and Pacific mullet, culture species in the Azov-Black Sea basin .....	37
<b>Yankovskaya V.A., Moiseeva E.V.</b> Effective conservation and rehabilitation of Black Sea salmon natural stocks .....	41
<b>Pylypenko Yu.V., Dovbysh O.E.</b> Ecologic grounds of rational exploitation of hydroecosystems of artificial origin in the Steppe zone of Ukraine .....	44
<b>Kozhokaru T.T., Ulyanov V.N., Dermenzhi P.</b> Growing of commercial fish in resource-saving regime using two- and tree-years turns .....	46
<b>Bortkevich L.V., Kozychar M.V., Volichenko Yu.M.</b> Features of commercial fish growing in conditions of the Krymskihk Partizan fishing collective farm .....	49
<b>Fulga N.I., Raylyan N.K., Storozhenko S.S., Arikov P.D.</b> Use of the first and repeatedly maturing silver carp <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Val.) females from Kuchurganskoye cooling impoundment for artificial reproduction .....	51
<b>Ponomareva E.N., Tikhomirov A.M., Bogatyreva M.M., Krasilnikova A.A.</b> Cryo-preservation of fish reproductive material: developments of the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences .....	55
<b>Statkevich S.V.</b> Some features of giant prawn <i>Macrobrachium rosenbergii</i> biology .....	59
<b>Kholodov V.I.</b> On developmet of norms for production of oyster <i>Crassostrea gigas</i> spat in hatcheries .....	63
<b>Kryuchkov V.G.</b> Hydrobiotechnical construction (HBTC) for ecologic, sanitary and coast-protective purposes .....	68
<b>Pirkova A.V.</b> Growth of bivalve mollusk <i>Anadara inaequalvis</i> (Bivalvia) in the Black Sea while growing in cages .....	73
<b>Troshchenko O.A.</b> Annual observation cycle of temperature regime in mussel-oyster farm in the Katseveli area (Black Sea) .....	79
<b>Vasechkina E.F.</b> Object based approach to simulation of integrated polytrophic aquaculture «mussels – macrophytes» .....	83
<b>Pospelova N.V.</b> Dynamics of phytoplankton development in the area of the mussel-oyster farm (Goluboy Bay, Crimea, Black Sea) .....	90
<b>Evstigneeva I.K., Tankovskaya I.N., Belyayev B.N.</b> Macroalgoflora fouling in conchioculture biotechnological complexes .....	93
<b>Dalekaya L.B.</b> Structural characteristics of mussel populations in fouling communities of artificial substrates .....	100
<b>Lisitskaya E.V.</b> Species diversity of Polychaeta in the fouling of mussel collectors (Crimea, Black Sea) .....	104

<b>Lebedovskaya M.V., Dalekaya L.B.</b> Fouling of the giant oyster <i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg, 1793) shell grown in the Kazachya Bay (Black Sea) .....	107
<b>Chelyadina N.S.</b> Individual variations of growth and morphometric parameters of <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lam with different shell color .....	110
<b>Gorbunova S.Yu., Zhondareva Ya.D.</b> On effectiveness of microalgae use in industrial biotechnology for aquatic environment amelioration and obtaining of fodders for various agricultural fields .....	114
<b>Belyayev B.N., Beregovaya N.M.</b> Optimization of culture conditions for accumulation of R-phycoerythrin, total lipochromes and chlorophyll <i>a</i> in thallomes of helidium <i>Gelidium latifolium</i> (Grev.) Born. et Thur. (Rhodophyta) .....	120
<b>Ladygina L.V.</b> Interaction of microalgae in mixed cultures .....	125
<b>Taradina D.G., Chavychalova N.I.</b> Current state of natural and artificial reproduction of semi-anadromous and river fish in the Volga-Caspian Region, assessment of damage because infringements of fishery water release in 2006 - 2011 .....	130
<b>Zamorov V.V., Dzhurtubayev M.M.</b> Research of Odessa National University named after I.I. Mechnikov on the lakes near the Danube .....	135
<b>Bulat Dn., Bulat Dm.</b> Ichthyofauna of the lower Prut River in current environmental conditions .....	138
<b>Krepis O.I., Usatyj M.A., Strugulya O.V., Usatyj A.M., Bodyan A.N.</b> Seasonal dynamics of ichthyofauna biodiversity and features of fish migrations in annual flows of the power plant discharge waters in Kuchurganskoye impoundment .....	149
<b>Usatyj M.A., Shitikov V.M., Krepis O.I., Strugulya O.V., Usatyj A.M.</b> Impact of Kuchurganskoye impoundment ecosystem transformation on species composition, abundance and dynamics of juvenile fish downstream migrations to intake facilities of the Moldova power plant .....	157
<b>Fulga N.I., Raylyan N.K., Strugulya O.V.</b> Morpho-functional investigation of gonads in <i>Carassius auratus gibelio</i> (Bloch) females in current conditions of Kuchurganskoye cooling impoundment in the power plant during pre-spawning period.....	164
<b>Pashkov A.N.</b> Distribution and features of stone moroco <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846) biology in water bodies of the North-Western Caucasus .....	168
<b>Romanesku V.K.</b> Gobies (Perciformes: Gobiidae) in water bodies of the Republic of Moldova .....	171
<b>Moshu A.Ya., Trombitskiy I.D.</b> Parasitic fauna of pipefish <i>Syngnathus abaster</i> Risso, 1827 (Syngnathiformes: Syngnathidae) in the water bodies of the interstream area between the Dniester and the Prut .....	175
<b>Kulakova E.O., Trotsenko B.G.</b> YuGNIRO activities within the international information system ASFA .....	179
<b>Trotsenko B.G., Kulakova E.O., Sokolova O.I.</b> Electronic library, repository and recurrent data base of YugNIRO .....	184
<b>Smirnov S.S., Trotsenko B.G.</b> Participation of YugNIRO in «Upgrade Black Sea Scientific Network» (UBSS) project .....	189

**МАТЕРИАЛЫ  
VII МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«СОВРЕМЕННЫЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ  
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АЗОВО-  
ЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА»**

**ТОМ 2**

Главный редактор, к. геогр. н. *О. А. Петренко*

Технические редакторы *Т. А. Трушина, Е. А. Савчук*

2012 Издательский Центр Южного  
научно-исследовательского института морского  
рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО)

Подписано в печать 23.05.2012 г.

Формат 60x84/8. Усл. печ. лист. 24,5. Тираж 300 экз. Заказ № 67.

Отпечатано с оригинал-макета заказчика в типографии ФЛП Бражниковой Н.А.  
97513, пгт Гвардейское, ул. Н-Садовая, 22.  
тел. (0652) 70-63-31, 050-648-89-34.  
E-mail: braznikov@mail.ru