

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
“АЗОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА”
(ФГБНУ «АЗНИИРХ»)**



**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АКВАКУЛЬТУРЫ
В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД**

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ

28.09–02.10.2015 Г.

**Ростов-на-Дону
2015**

нереста. Среднее значение высоты раковины годовиков – около 56 мм, а товарного размера (85 – 120 мм) большинство устриц достигало в возрасте 1,5 - 2 года. При высоте раковины 100 мм общий вес устрицы был более 100 г. За период подращивания *C. gigas* в море их выживаемость составляла 95 – 97%.

Таким образом, к настоящему времени биотехника выращивания гигантской устрицы в условиях Чёрного моря полностью разработана и испытана. Однако марикультура в Азово-Черноморском бассейне развивается крайне медленно, что сильно затрудняет внедрение разработок, выполненных в отраслевых и академических институтах. Черноморское устрицеводство может развиваться и базироваться на подращивании спата, полученного в местных питомниках. Так как природные поселения гигантской устрицы в Чёрном море отсутствуют, то для предотвращения инбридинга необходимо пополнение маточного стада устрицами из разных географических регионов естественных мест обитания.

Список литературы

1. Ладыгина Л.В. Мироводоросли как кормовые объекты личинок мидий и устриц : автореф. на соиск. учён степ. канд. биол. наук : 03.00.17 / Л.В. Ладыгина, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского. – Севастополь, 2007. – 24 с.
2. Орленко А.Н. Гигантская устрица *Crassostrea gigas* (Bivalvia, Mytiloformes, Crassostreidae) как объект акклиматизации и основные этапы её трансплантации в Чёрное море / А.Н. Орленко // Зоол. журнал. – 1994. – 73, вып. 1. – С. 51-54.
3. Пиркова А.В. Генетическое улучшение гигантской устрицы *Crassostrea gigas* Th. (Bivalvia) как аспект биотехнологии её культивирования в Чёрном море / А.В. Пиркова // Материалы Международной конференции «Актуальные вопросы рыбного хозяйства и аквакультуры бассейнов южных морей России»: сб. науч. работ. – Из-во ЮНЦ РАН, 2014. – С. 212-216.
4. Раков В.А. Биология и культивирование устриц / В.А. Раков // Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей: сб. науч. работ. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 72-84.
5. Холодов В.И. Акклиматизация тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* в Чёрном море / В.И. Холодов, А.В. Пиркова Л.В. Ладыгина // Рыбное хозяйство Украины. – 2003. – № 2. – С. 6-8.
6. Холодов В.И. Выращивание мидий и устриц в Чёрном море: практическое руководство: монография / В.И. Холодов, А.В. Пиркова, Л.В. Ладыгина; под ред. В.Н. Еремеева. – Севастополь: DigitPrint, 2010. – 424 с.
7. Хребтова Т.В. Культивирование черноморской и акклиматизация тихоокеанской устриц в Чёрном море / Т.В. Хребтова, О.Б. Моница // Биологические основы аквакультуры в морях европейской части СССР: сб. науч. работ. – М.: Наука, 1985. – С. 180-185.

**BIOTECHNICS OF HOLO-CYCLIC CULTIVATION OF GIGANTIC OYSTER
CRASSOSTREA GIGAS (TH.) IN THE BLACK SEA**

Pirkova A.V., Ladygina L.V.

*The A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of RAS, Sevastopol, Russia,
maricultura@mail.ru*

The article describes biotechnics of holo-cyclic cultivation of the gigantic oyster *Crassostrea gigas* in the Black Sea. The description embraces the following stages: selecting and conditioning spawners; spawning stimulation and fertilization; larvae's cultivation and settling on substrate; upstream of algae serving as a food for larvae and spat; growing spat in the sea up to the market size. It is shown that the Black Sea oyster farming could be developed and based on completion of growing of spat which is obtained in local hatcheries.

УДК 574:639.3(262.5)

**ФОРМИРОВАНИЕ КОРМОВОЙ БАЗЫ МОЛЛЮСКОВ, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ
НА МОРСКОЙ ФЕРМЕ (КАЦИВЕЛИ, КРЫМ, ЧЁРНОЕ МОРЕ)**

Н.В. Поспелова

*ФГБУН Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН,
Севастополь, Россия, nvspelova@mail.ru*

По данным ежемесячных наблюдений в течение двухгодичного цикла (март 2010 – февраль 2012 гг.) в районе расположения мидийно-устричной фермы в Качивели (южный берег Крыма) рассмотрена динамика численности, биомассы и видового состава фитопланктона, как основной составляющей пищевого спектра культивируемых моллюсков. На основе анализа содержимого желудков, фекалий и псевдофекалий исследован спектр питания культивируемых мидий *Mytilus galloprovincialis* и устриц *Crassostrea gigas*. Показано, что пищевые условия в районе размещения марихозяйства являются благоприятными для выращивания моллюсков.

Качество и объём получаемой на морских фермах продукции в значительной степени зависит от состояния кормовой базы культивируемых моллюсков. Трофически ценной для культивируемых мидий и устриц частью взвешенного органического вещества и основной составляющей пищевого спектра является фитопланктон. С целью определения соответствия пищевых условий района размещения морской фермы (Кацивели, Голубой залив) оптимальным для развития марикультуры моллюсков получены данные по численности, биомассы, видовому составу фитопланктона, спектру питания мидий и устриц.

Исследования проведены с марта 2010 по февраль 2012 гг. на 2-х станциях: ферма, контроль (открытое море). Пробы воды ($V=1,5$ л), собранные с приповерхностного и придонного горизонтов, сгущали методом обратной фильтрации через ядерные фильтры (\varnothing пор 1 мкм) до $V=25-50$ мл. Фиксировали раствором Люголя, обрабатывали под световым микроскопом Jenaval в живой и сгущённой капле ($V=0,1$ мл) и в камере ($V=1$ мл). Расчёты выполнены с помощью компьютерной программы «Планктон» [3]. Для оценки спектра питания препарировали желудки моллюсков, анализировали их содержимое под микроскопом. Для получения псевдофекалий и фекалий моллюсков высаживали в фильтрованную морскую воду на 3–4 ч.

Сезонная динамика фитопланктона. За период наблюдений обнаружено 168 видов и разновидностей микроводорослей, относящихся к 85 родам и 9 отделам. Наибольшим количеством видов представлены динофитовые (75) и диатомовые (59 видов) водоросли, значительно меньше встречено золотистых (20 видов). Зелёные водоросли представлены 5, цианобактерии – 4, криптофитовые – 3 видами. В исследуемый период суммарная численность фитопланктона на ферме изменялась в пределах $25 - 3541$ млн. кл. \cdot м⁻³, биомасса – $19 - 1070$ мг \cdot м⁻³; на контрольной станции численность составляла $8 - 28548$ млн. кл. \cdot м⁻³, биомасса – $19 - 676$ мг \cdot м⁻³. Максимальные значения численности зафиксированы в мае, июне 2011 г., биомассы – в июле 2010 г., в мае, августе 2011 г. Наибольшего количественного развития достигали диатомовые, золотистые водоросли и цианобактерии.

В весенний период максимум развития фитопланктона отмечен в апреле 2010 г. (до 500 млн. кл. \cdot м⁻³); в 2011 г. пик был сдвинут на май (до 1050 млн. кл. \cdot м⁻³). С марта по июнь доминировала кокколитофорида *Emiliania huxley* (кормовой объект мидий и устриц), в апреле ей сопутствовали виды рода *Chaetoceros spp.*, не представляющие пищевой ценности для моллюсков из-за очень длинных щетинок. В мае – в июне 2010 г. отмечено снижение всех количественных показателей фитопланктона, что, возможно, связано с формированием «ядра» слоя термоклина на глубине 5–10 м [7]. Иная картина наблюдалась в 2011 г. В мае водная толща равномерно прогрелась ($t=17,4^{\circ}\text{C}$) до 15 м, численность *E. huxley* достигала максимальных за период наблюдения значений (850 млн. кл. \cdot м⁻³). В июне зафиксирован длительный апвеллинг, при котором температура воды в поверхностном слое снизилась на 7°C , по сравнению с маем [3]. Негативным последствием апвеллинга явились повышенные концентрации органического вещества на поверхности моря и, как следствие, численность фитопланктона на всех станциях резко возросла, достигая 2–3 млрд. кл. \cdot м⁻³ на поверхности и 28 млрд. кл. \cdot м⁻³ у дна, причём 83–98 % от суммарной численности составили мелкие цианобактерии (\varnothing клеток 2-3 мкм), которые, как известно, могут выделять биотоксины [9]. Продолжается развитие *E. huxley*, отмечено значительное количество бентосных диатомовых, динофитовых родов *Ceratium* и *Dinophysis*. Динофитовые водоросли рода *Dinophysis* являются наиболее опасными для марикультуры, их наличие в районе фермы представляет угрозу уже при концентрации 200 кл. \cdot л⁻¹ [10]. В июне 2011 г. численность *Dinophysis acuminata* составила 240 кл. \cdot л⁻¹. В последующие летние месяцы произошел интенсивный прогрев воды ($t=25-26^{\circ}\text{C}$) до глубин 10–25 м. Численность фитопланктона не превышала 200 млн. кл. \cdot м⁻³. В планктоне появилась крупноклеточная диатомовая водоросль *Pseudosolenia calcar-avis*, доминирующая по биомассе в июле 2010 (до 1 г \cdot м⁻³) и в августе 2011 гг. (до 0,5 г \cdot м⁻³). Этот вид не является кормовым для культивируемых моллюсков из-за больших размеров (Лкл. до 1200 мкм), а развитие его в районе марихозайства снижало пищевую ценность живой составляющей взвешенного вещества. Однако, наряду с недоступными для питания моллюсков видами, развивались мелкие диатомовые, динофитовые и золотистые, являющиеся ценным кормом.

В осенний период численность фитопланктона оставалась низкой (до 110 млн. кл.·м⁻³). В сентябре 2010 г. на смену *P. calcar-avis* пришли диатомовые рода *Pseudo-nitzschia spp.* и крупноклеточная *Proboscia alata*. Численность же динофитовых – ценных кормовых объектов для моллюсков – было низким. В сентябре 2011 г. на фоне высокой температуры морской воды (+22,5°C) в планктоне доминировали по численности – цианобактерии и зелёные водоросли, а по биомассе – динофитовые, доступные по размерам для питания моллюсков. В октябре–ноябре по численности и биомассе доминировали мелкоклеточные динофитовые (øкл. 4–50 мкм), вновь в фитопланктоне появилась *E. huxley*. Это формировало благоприятную кормовую базу для культивируемых моллюсков. В октябре–ноябре 2010 г. отмечено значительное количество колониальной диатомовой водоросли – вселенца – *Chaetoceros tortissimus*. Продолжала развитие *P. alata*. С октября 2011 г. появилась холодолюбивая мелкоклеточная диатомея *Skeletonema costatum*.

Зимний период в акватории фермы характеризовался доминированием в фитопланктоне кокколитофориды *E. huxley*. Декабрь отличался не только снижением общей численности и биомассы фитопланктона, но и уменьшением его видового разнообразия. В январе отмечалось увеличение количественных показателей фитопланктона; наряду с кокколитофоридами вклад в суммарную численность вносили силикафлагелляты *Octactis octonaria*, *Dictyocha speculum*. В феврале 2011 г. на фоне увеличения солнечной радиации, а также повышения концентрации нитратного азота в результате зимнего конвективного перемешивания в акватории фермы численность *E. huxley* увеличилась, ей сопутствовала диатомовая *S. costatum*. Февраль 2012 г. отмечен минимальной численностью (до 70 млн. кл.·м⁻³) и биомассой (до 26 мг·м⁻³) микроводорослей. Причиной депрессии фитопланктона, возможно, явился сильный шторм (6-8 баллов) в районе южного берега Крыма, аналогичный которому наблюдался лишь в 1980-х годах [12].

Пищевой спектр моллюсков. Проанализировано содержимое желудков, состав фекальных пеллет и псевдофекалий культивируемых моллюсков. Подобные работы проводились ранее как для культивируемых моллюсков [5, 8], так и для мидий из естественных популяций [2, 11]. Спектр питания культивируемых на ферме в Голубом заливе мидий *Mytilus galloprovincialis* и устриц *Grassostrea gigas* был аналогичным. Состав содержимого желудков моллюсков соответствовал таксономическому составу фитопланктона в районе фермы, однако более 80 % клеток в желудках мидий и устриц на протяжении годового цикла составляли динофитовые водоросли: *Prorocentrum micans*, *P. cordatum*, *P. compressum*, *Scropsiella trochoidea*, которые обычно немногочисленны в суммарном фитопланктоне. Известно, что моллюски отфильтровывают огромное количество взвеси, значительно превышающее по объёму их суточные рационы [5, 8], сортируя при этом частицы по размерам и пищевой ценности. Несъедобные (крупные и минеральные) частицы взвеси формируются в так называемые псевдофекалии и, минуя кишечник, выводятся наружу. Неусвоенные водоросли выводятся живыми в составе фекалий [1, 5].

Во все месяцы года, кроме июля-августа, желудки мидий и устриц наполнены микроводорослями – от 500 до 2500 кл./1 экз. моллюска. Весной, осенью и в декабре в желудках также встречались личинки двустворчатых моллюсков. В зимне-весенний период часто встречаются диатомовые: *S. costatum*, *Thalassionema nitzschioides*, виды рода *Pseudo-nitzschia spp.* Июнь и зимние месяцы характеризовались наличием в пищевом комке большого количества кокколитофориды *E. huxley*, а в январе-феврале – встречаются силикафлагелляты. В июне 2011 г. в желудках мидий отмечено большое количество потенциально ядовитой динофитовой *Dinophysis acuminata* – до 100 кл./1 экз. моллюска. Недостаток корма отмечали только в июле-августе при низкой численности фитопланктона с доминированием крупноклеточных видов. В желудках моллюсков в это время обнаружены единичные клетки водорослей. На дефицит корма указывала и светло-соломенная окраска гепатопанкреаса (пищеварительной железы) устриц. Цвет гепатопанкреаса у моллюсков может варьировать от светло-желтого (при недостатке) до тёмно-коричневого (при обилии корма), что связано с концентрацией в нём пигментов (хлорофилл, каротиноиды), потребленных с пищей [6].

Псевдофекалии моллюски фермы формировали на протяжении всего периода исследований. В их составе обнаружены бентосные, крупноклеточные, колониальные виды диатомовых водо-

рослей, жгутиковые зелёные водоросли, крупные клетки динофитовых, цианобактерии, зоопланктонные организмы, инфузории – объекты, не представляющие пищевой ценности для моллюсков. В фекалиях моллюсков отмечены те же виды, что и в содержимом желудков, а также фрагменты зоопланктонных организмов, большое количество цианобактерий и мелких жгутиковых водорослей. Многие из указанных видов водорослей были живыми и сохраняли подвижность.

Таким образом, акватория Голубого залива, с точки зрения обеспеченности кормом, является благоприятной для культивирования моллюсков. Мидии и устрицы практически не испытывали дефицита корма. За период исследования в районе фермы постоянно вегетировали виды микроводорослей, доступные для питания и имеющие пищевую ценность для культивируемых моллюсков: золотистые, мелкоклеточные диатомовые и динофитовые водоросли, что подтверждается содержимым желудков моллюсков, а также тремя пиками нереста мидий в год (весна, осень, начало зимы).

Список литературы

1. Биология культивируемых мидий / В.Н. Иванов, В.И. Холодов, М.И. Сеничева и др. – К.: Наук. думка, 1989.- 100 с.
2. Данилова, М.М. Соотношение растительных и животных объектов пищевого спектра мидий из разных районов Черного моря / М.М. Данилова // Міжнар. наук.-практ. конф. «Екологічні проблеми Чорного моря»: зб. наук. статей. – Одеса, 2007. – С. 77–81.
3. Двухлетний цикл наблюдений за термохалинным режимом на мидийно-устричной ферме в районе Качивели (Чёрное море) / О.А. Трощенко, А.А. Субботин, С.В. Щуров, И.Ю. Ерёмин // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: матер. VIII междунар. конф. – Керчь, ЮгНИРО, 2012. – С. 152–156.
4. Лях, А.М. Компьютерная программа для расчета основных параметров фитопланктона / А.М. Лях, Ю.В. Брянцева // Экология моря. – 2001. – Вып. 58. – С. 36–37.
5. Марикультура мидий на Черном море / Под ред. Иванова В.Н. // НАНУ, ИнБЮМ. – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2007. – 314с.
6. Пospelova, Н.В. Элементы баланса каротиноидов, α -токоферола и некоторых металлов в системе «взвешенное вещество – мидии – биотложения»: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.17 / Пospelova Наталья Валериевна, ИнБЮМ. – Севастополь, 2008. – 24 с.
7. Результаты комплексных экологических исследований на акватории мидийно-устричной фермы (Голубой залив, Крым, Чёрное море) / О.А. Трощенко, Е.А. Куфтаркова, Е.В. Лисицкая и др. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа : сб. науч. тр. – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2012. – Вып. 26, Часть 1. – С. 291–309.
8. Сеничева, М.И. Характеристика фитопланктона как объекта питания *Mytilus galloprovincialis* Lam. в районе марихозяйства бухты Ласпи / М.И. Сеничева // Экология моря. – 1990. – Вып. 36. – С. 7–15.
9. Стоник, В.А. Морские токсины: химические и биологические аспекты изучения / В.А. Стоник, И.В. Стоник // Успехи химии, 2010. – 79 (5). – С. 442–465.
10. Холодов, В.И. Выращивание мидий и устриц в Черном море / В.И. Холодов, А.В. Пиркова, Л.В. Ладыгина. – Севастополь: DigitPrint, 2010. – 424 с.
11. Novac, A. Studies on phytoplankton structure of *Mytilus galloprovincialis* LMK. digestive tubes / A. Novac, A. Sburlea, L. Boicenco // Lucrările Conferinței Naționale “Biodiversitate și impact antropic în Marea Neagră și în ecosistemele litorale ale Mării Negre”. – Editura Universității “Alexandru Ioan Cuza” Iași, 2006. – P. 13–29.
12. http://library.kiwix.org/wikipedia_ru_all/A/html/%D0%AF/%D0%BB/%D1%82/%D0%B0/%D0%AF/%D0%BB/%D1%82/%D0%B0.html (Проверено 22.05.2015).

THE FORMATION OF FOOD POTENTIAL OF MOLLUSKS CULTIVATED ON THE MARINE FARM (KATSIVELI, CRIMEA, BLACK SEA)

Pospelova N.V.

*A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research RAS, Sevastopol, Russia,
nvspelova@mail.ru*

According to the monthly monitoring during the two-year cycle (March 2010 – March 2012) in marine farm area in the Katsiveli (southern coast of Crimea) there were considered dynamics of abundance, biomass and species composition of phytoplankton, as the main component of the food spectrum of cultivated mollusks. Based on the analysis of stomach contents, faeces and pseudofaeces, food spectrum of cultivated mussel *Mytilus galloprovincialis* and oyster *Grassostrea gigas* was investigated. It was showed food conditions in the area of accommodation marine farm are favorable for the cultivation of bivalve mollusks.