

О.А.Трощенко, Е.А.Куфтаркова, Е.В.Лисицкая,
Н.В.Поспелова, Н.Ю.Родионова,
А.А.Субботин, И.Ю.Еремин

Институт биологии южных морей НАН Украины, г.Севастополь

РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА АКВАТОРИИ МИДИЙНО-УСТРИЧНОЙ ФЕРМЫ (ГОЛУБОЙ ЗАЛИВ, КРЫМ, ЧЁРНОЕ МОРЕ)

По данным ежемесячных комплексных мониторинговых наблюдений в течение годового цикла (март 2010 – март 2011 гг.) в районе расположения мидийно-устричной фермы в Голубом заливе рассмотрены особенности изменчивости гидролого-гидрохимических и некоторых биологических параметров и их взаимодействия. Сделан вывод о соответствии исследуемых характеристик района оптимальным для развития марикультуры моллюсков.

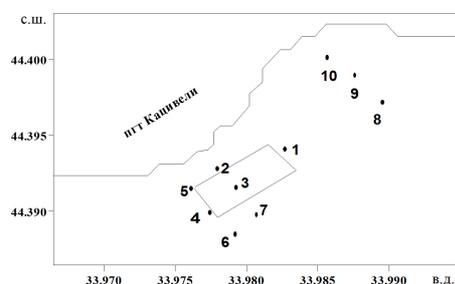
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *термохалинная структура, сезонный термоклин, гидрологический режим, загрязняющие вещества, биогенные элементы, фитопланктон, меропланктон, спектр питания.*

Мидийно-устричная ферма, принадлежащая ООО «Яхонт ЛТД», площадью около 5 га, расположена в районе Южного берега Крыма (ЮБК) на траверзе мыса Кикинейз (акватория Голубого залива). Создание морской фермы по выращиванию мидий и устриц на первый план ставит вопросы экологического мониторинга с целью определения состояния экосистемы, тенденций ее изменчивости и выработки рекомендаций по рациональному использованию природных ресурсов.

Примеров комплексных исследований в районах расположения коммерческих морских ферм у побережья Крыма практически нет. Можно назвать работы [1, 2 и др.], в которых рассматривались отдельные элементы состояния и изменчивости среды на взморье Севастополя в районе расположения мидийной фермы. Поэтому опыт разноплановых и разносторонних наблюдений на мидийно-устричной ферме представляется весьма интересным как с научной, так и с практической точек зрения.

Материалы и методы. Мидийно-устричная ферма в Голубом заливе начала действовать с 2006 г., а с марта 2010 г. здесь начали выполняться ежемесячные комплексные экологические исследования. Виды и методики выполнения работ определялись основными задачами и условиями для оптимального функционирования марикультурного комплекса. Схема станций на полигоне исследований представлена на рис.1.

При проведении комплексных экологических исследований определяли следующие параметры: температура, соленость, плотность морской воды; содержание растворенного кислорода; величина рН; содержание нитритного, нитратного, аммонийного азота; содержание фосфатов; содержание силикатов; содержание органического азота; содержание органического фосфора;



Р и с . 1 . Схема расположения станций отбора проб на ферме в районе пос.Качивели.

возможными источниками загрязнения, условия питания и жизнедеятельности объектов культивирования.

В задачу гидрохимического мониторинга входило: изучение изменений абиотических параметров водной среды в районе морской фермы (экологический аспект); оценка обеспеченности биогенами как основы формирования кормовой базы моллюсков (продукционный аспект).

Одновременно с гидролого-гидрохимическими исследованиями проводили изучение меропланктона – временного компонента зоопланктона, представленного пелагическими личинками донных беспозвоночных, и фитопланктона. Качественные и количественные характеристики меропланктона косвенно отражают состояние бентосных популяций, что необходимо учитывать при контроле экологического состояния крымского взморья. Изучение сезонной динамики численности личинок промысловых видов позволяет прогнозировать сроки и интенсивность их оседания на естественные и искусственные субстраты.

Трофически ценной для моллюсков-фильтраторов частью взвешенного органического вещества и основной составляющей пищевого спектра культивируемых мидий и устриц является фитопланктон, а точнее, доступные для питания виды микроводорослей. Исследования динамики численности, биомассы, видового состава фитопланктона, а также спектра питания мидий и устриц в акватории морской фермы необходимы для контроля качества и объема получаемой продукции.

Гидрофизические параметры от поверхности до дна определяли с помощью СТД-зонда «Катран-04». Пробы морской воды на гидрохимические показатели отбирали в поверхностном и придонном слоях. Химические анализы выполняли в аккредитованной лаборатории ИнБЮМ НАН Украины согласно общепринятым методам их определения [3].

Пробы меропланктона отбирали сетью Джели (диаметр входного отверстия 36 см, размер ячеек мельничного газа 135 мкм) в слое 0 – 10 м на ст.2, 3 и 7 (рис.1). Обработку проб проводили на живом материале путем тотального подсчета личинок в камере Богорова под биноклем МБС-9, для уточнения их видовой принадлежности использовали световой микроскоп Микмед-5. Личинок, идентификация которых была затруднена, подращивали в лабораторных условиях до появления характерных видовых признаков. Для дальнейшей обработки материал фиксировали 4 % раствором формалина.

окисляемость морской воды; БПК₅; численность и видовой состав меропланктона; численность, биомасса и видовой состав фитопланктона, в том числе и кормового; состав пищевого комка в желудках культивируемых моллюсков.

Гидрофизические характеристики – температура, соленость и плотность – определяют термохалинную структуру и динамику вод в районе фермы, их соответствие среднемноголетним данным, гидрохимический режим, связь с

Пробы воды на фитопланктон отбирали с поверхности и в придонном слое на ст.3, 7 в пластиковые ёмкости объемом 1 – 1,5 л. В лаборатории их сгущали методом обратной фильтрации через ядерные мембраны с диаметром пор 1 мкм. Обработку проводили методом прямого счета микроводорослей в живой и сгущенной капле ($V = 0,01$ мл), в камере ($V = 1$ мл). Для изучения питания моллюсков их вскрывали при помощи скальпеля, препарировали желудок, пипеткой отбирали и анализировали содержимое под микроскопом. Для сбора и исследования состава фекалий и псевдофекалий моллюсков высаживали в профильтрованную морскую воду на 2 – 4 ч.

Обсуждение результатов. *Термохалинная структура.* Анализ основных факторов, определяющих и формирующих термохалинную структуру и динамику прибрежных вод ЮБК, показал, что главными из них являются: климатические и синоптические особенности района, динамическая активность основного черноморского течения (ОЧТ), влияние прибрежных апвеллингов, азовоморских вод и береговой сток [4].

Гидрофизические данные за период исследования представлены в табл.1. Здесь также приведены среднемесячные значения температуры, полученные за 30 лет наблюдений с гидрологической платформы, которая находится в 200 м от фермы [5], а также среднемесячные значения солёности для района большой Ялты, взятые из [6].

Из табл.1 видно, что температура имеет четкий годовой ход с максимальными значениями в августе и минимальными в феврале. Это характерно как для среднемноголетних данных, так и для измеренных величин в 2010 – 2011 гг. Однако, из опыта работ в прибрежных районах Крыма можно сказать, что в отдельные годы эти пики сдвигаются на 1 месяц [5].

Проведенный цикл измерений показал, что в 11 из 13 месяцев наблюдений температура была аномально высокой. Максимальное отклонение наблюдалось в июне – июле (от 4 до 6 °С). В остальные месяцы превышение температуры к средним значениям было около 2 °С. В октябре и феврале наблюдалась обратная аномалия, когда температура была ниже среднемноголетних значений, однако, эти отклонения были незначительны (от 0,4 °С в октябре до 1 °С в феврале). Пространственное распределение поверхностной температуры в пределах фермы было весьма однородным. На различных участках данной акватории колебания температуры не превышали 0,2 – 0,3 °С, за исключением мая, когда разница составила 0,6 °С.

Вертикальная термическая структура характеризовалась наличием сезонного термоклина (СТ), формирование которого началось уже в апреле. Весной СТ был слабо выражен и занимал слой между 5 и 10 м при среднем градиенте 0,49 °С/м. Начиная с мая, в районе фермы СТ отмечался во всей толще воды, но его «ядро» также находилось в слое 5 – 10 м. Температурный градиент составлял 1,13 °С/м в мае и 1,56 °С/м в июне. В последующие месяцы произошел интенсивный прогрев воды, что привело к образованию квазиоднородного температурного слоя до глубин 15 – 20 м. В сентябре – октябре начинается выхолаживание поверхностных вод и заглубление СТ. Поэтому вся изучаемая толща вод (до 30 м) становится однородной до весеннего прогрева.

Температура воды в придонном слое также заметно отличалась от среднемесячных значений. Максимальное превышение отмечено в июле (более 8 °С).

Т а б л и ц а 1. Термохалинные показатели в районе мидийно-устричной фермы.

месяц	H	$T_{\text{ср.}}$	$T_{\text{изм.}}$	$S_{\text{ср.}}$	$S_{\text{изм.}}$
2010 г.					
март	0	7,9	9,78	18,06	17,79
	5	7,9	9,78		17,79
	10	7,9	9,78		17,79
	15	7,9	9,76		17,79
апрель	0	9,4	12,59	17,89	17,60
	5	9,3	12,25		17,59
	10	9,2	9,78		17,60
	15	9,1	9,76		17,58
май	0	13,5	16,47	17,82	17,73
	5	13,1	15,91		17,71
	10	12,5	10,27		17,93
	15	11,8	9,67		18,03
июнь	0	17,6	23,43	17,85	17,22
	5	16,7	22,34		17,23
	10	14,7	14,52		17,53
	15	12,8	11,85		17,73
июль	0	22,3	26,51	17,88	17,19
	5	21,4	26,13		17,20
	10	20,1	26,11		17,21
	15	17,7	26,00		17,23
август	0	24,3	26,67	17,92	17,65
	5	24,0	26,57		17,67
	10	23,6	26,36		17,73
	15	22,4	26,30		17,73
сентябрь	0	20,8	22,55	17,99	17,37
	5	20,6	22,54		17,37
	10	20,1	22,53		17,39
	15	19,3	22,53		17,40
октябрь	0	17,7	17,29	18,08	17,58
	5	17,6	17,29		
	10	17,4	17,29		
	15	17,2	17,58		
ноябрь	0	13,7	15,54	18,12	17,60
декабрь	0	10,6	12,1	18,10	17,70
2011 г.					
январь	0	8,5	11,0	18,11	17,70
февраль	0	7,8	6,8	18,13	18,06
март	0	7,9	8,8	18,06	17,78

Однако в мае и июне температура у дна была ниже среднемесячных значений на 2 и 1 °С соответственно.

Соленость в районе ЮБК является оптимальной для развития марикультуры двустворчатых моллюсков [4], сезонный диапазон ее колебаний невелик и составляет менее 1 ‰ (табл.1). 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 ‰.

Гидрохимическая структура. Литературные данные по гидрохимическому режиму исследуемой акватории немногочисленны [7 – 9]. Большая часть работ посвящена исследованию гидрологических и гидрооптических характеристик вод района океанографической платформы, расположенной вблизи пос.Кацивели. Гидрохимические наблюдения проводились фрагментарно и не дают представления о гидрохимическом режиме района в целом. Узкая прибрежная зона исследуемого района испытывает антропогенную нагрузку. Так, по данным [7] акватория Голубого залива содержит большое количество взвешенного и растворенного органического вещества, содержание которых значительно превышает фоновые значения и которые могут быть отнесены к загрязняющим веществам (ЗВ). Основными источниками поступления взвешенного и растворенного органического вещества являются сток пос.Кацивели, поверхностный сток “Старый слип“ и

предприятие “Аквапарк“. Структура стоков и содержание ЗВ различно. Это обуславливается характером стоков и технологическим процессом предприятий, их формирующих.

Особенностью исследуемого периода является проведение двух съемок через сутки после апвеллинга (в мае и июне) и, кроме того, в июне накануне съемки прошел сильный ливень. По данным А.С.Кузнецова с соавторами [10] специфика рельефа суши исследуемого района состоит в том, что пологие горные склоны прибрежной полосы пересечены глубокими оврагами, по тальвегам которых с суши в море происходит сток дождевых и карстовых вод. Местная горная речка Лименка постоянно, но с различной активностью, выносит в Голубой залив вместе с пресной водой растворенный и взвешенный материал. По этой причине на всей исследуемой акватории от пос.Кацивели до Голубого залива в период съемки в июне соленость в поверхностном слое моря была пониженной и колебалась в пределах 17,19 – 17,29 ‰ (рис.2, б). Природно-климатические особенности, отмеченные в мае и июне, отразились на значениях гидрохимических параметров в этот период.

Растворенный кислород. Сезонное распределение кислорода определяется несколькими основными природными факторами: климатическими (температура и гидродинамика вод) и биологическими. На рис.2, в, г представлено распределение абсолютных величин O_2 и относительное его содержание с марта 2010 по март 2011 гг. В целом, распределение кислорода имеет классический характер. Высокое содержание (6,50 – 7,50 мл/л) отмечалось с декабря по май, низкое (5,30 – 6,50 мл/л) – с июня по ноябрь. Относительное содержание кислорода большей частью превышало равновесное с атмосферой содержание, и только в зимний период с декабря по февраль, из-за снижения интенсивности фотосинтеза, наблюдалось частичное недонасыщение вод кислородом (97 – 99 %). Максимальные значения относительного содержания кислорода (115 – 116 %) наблюдались по всей толще вод в июле. Минимально наблюдаемое значение относительного содержания кислорода (91 – 92 %) отмечалось в мае и июне в придонном слое на контрольной станции. Там же отмечались повышенные значения солености,

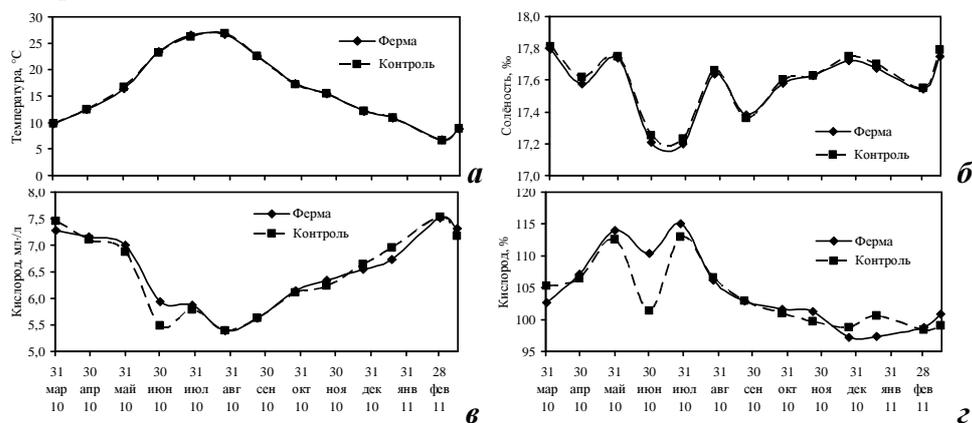
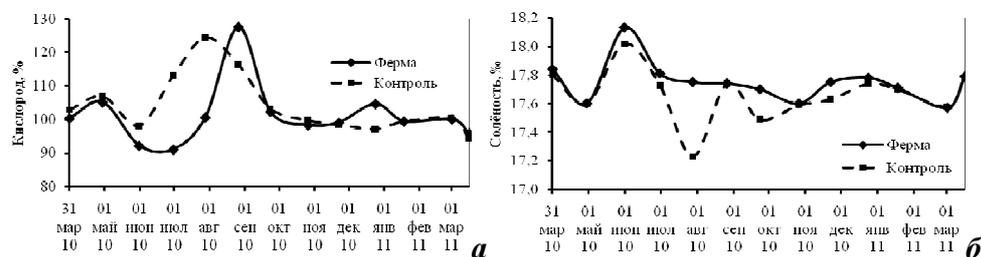


Рис. 2. Сезонная динамика гидролого-гидрохимических показателей на ферме (ст.3) и в контрольной точке (ст.7) на поверхности: температура, °С (а); соленость, ‰ (б); абсолютное содержание кислорода, мл/л (в); относительное содержание кислорода, % (г).

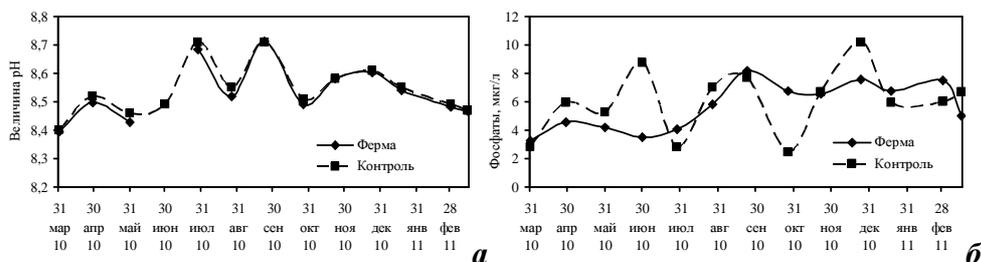


Р и с . 3 . Сезонная динамика относительного содержания кислорода (а) и со- лённости (б) на ферме и в контрольной точке в придонном слое.

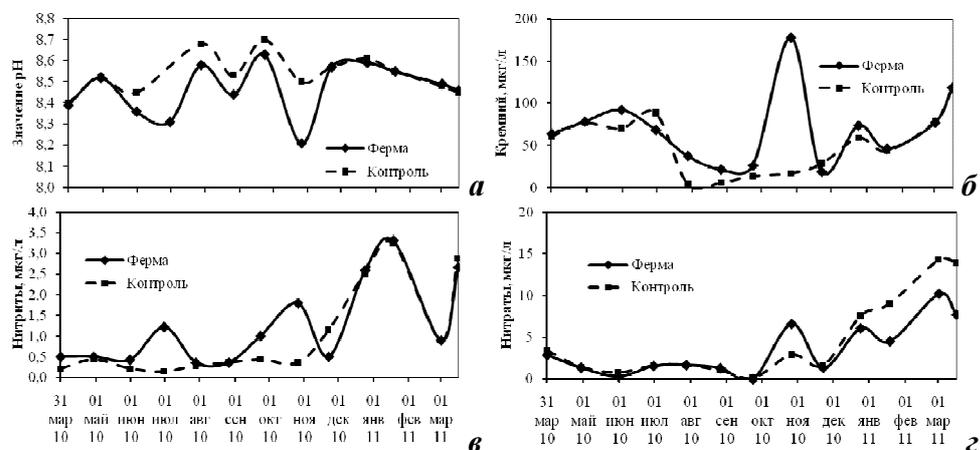
что возможно является результатом апвеллинга накануне съемки (рис.3). Наибольший градиент в значениях абсолютного содержания кислорода между поверхностью и дном (1,73 мл/л) отмечался в июле и был обусловлен градиентом температур, составляющем в этот период 11,63⁰С. Из рис.2 видно, что в июне, в период проведения съемки после ливня, наблюдалось понижение абсолютного и относительного содержания кислорода в районе фермы и, в большей степени, на контрольной станции.

Значения величины рН в течение исследуемого периода на поверхности колебались от 8,39 до 8,72. Минимальные значения отмечались в марте в период пониженной вегетационной активности фитопланктона; максимальные значения наблюдались в июле и сентябре (рис.4, а). Наиболее низкое значение рН (8,21) в придонном слое отмечалось в октябре на контрольной ст.14, что, наряду с другими показателями (кремнием, нитритами и нитратами), свидетельствуют о поступлении водных масс иного генезиса (рис.5).

Биогенные элементы. В период наблюдений концентрация минерального фосфора в районе фермы колебалась в пределах от 3,5 (март, июнь) до 8,5 мкг/л (октябрь). На контрольной станции диапазон колебаний значений был шире: от 2,0 до 10,5 мкг/л, а также изменчивость фосфатов имела более динамический характер (рис.4, б). Существует несколько источников пополнения фотического слоя фосфатами: в холодный период года – за счет зимнего конвективного перемешивания вод, в теплый период года – за счет рециклинга в результате деструкции органического вещества, скорость которого в теплое время года достаточно высока, а также за счет летних апвеллингов. Наиболее высокое значение фосфатов (51,5 мкг/л) регистрировалось в январе в придонном слое западной глубоководной части полигона (ст.б) за счет зимнего конвективного перемешивания вод и в июне (45,6 мкг/л) на глубине 25 м в восточной части полигона (ст.8) в период ап-



Р и с . 4 . Сезонная динамика величины рН (а) и фосфатов (б) на ферме и в контрольной точке в поверхностном слое.



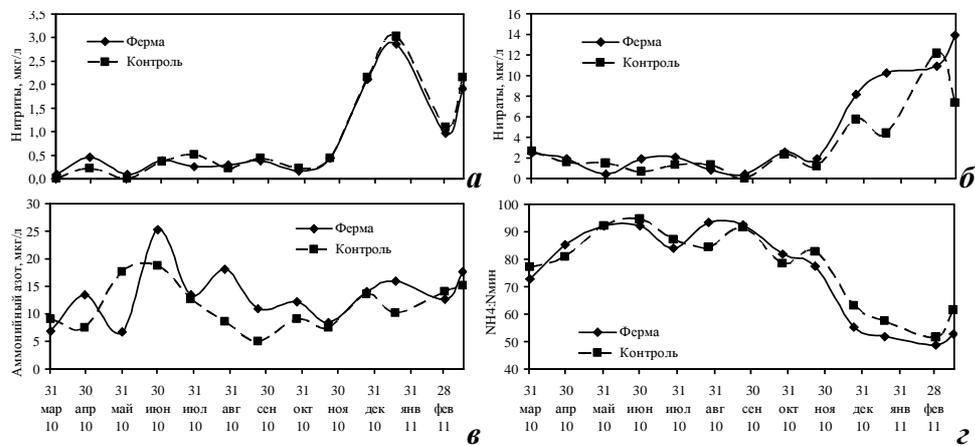
Р и с . 5 . Сезонная динамика величины рН (а), кремния (б), нитритов (в) и нитратов (г) на ферме и в контрольной точке в придонном слое

веллинга. Там же отмечались повышенные значения солености, пониженные значения величины рН и насыщения вод кислородом. Следует также отметить, что для данного района характерным является отсутствие случаев дефицита фосфатов даже в периоды весенней и осенней вегетации фитопланктона. Это свидетельствует об активных динамических процессах, способствующих обогащению вод фосфатами.

Минеральные формы азота представлены нитритным, нитратным и аммонийным азотом. Нитриты, будучи нестойким промежуточным продуктом окислительно-восстановительных процессов в морской воде, как правило, присутствовали в невысоких концентрациях – от аналитического нуля до 2,9 мг/л. Максимальные значения наблюдались в период повышенной динамической активности вод – с декабря по февраль (рис.6, а). Случаев повышения концентрации нитритного азота до значений ПДК (20 мг/л) в исследуемый период не наблюдалось.

Диапазон изменчивости средних концентраций нитратного азота в поверхностных водах фермы определяется минимальными значениями в теплый период года (от 0 до 2,0 мг/л) и максимальными (от 8,0 до 14,0 мг/л) – с декабря по март (рис.6, б). Основным источником поступления нитратного азота на исследуемую акваторию является зимнее конвективное перемешивание вод. Среднее значение нитратного азота составляло 3,7 мг/л. Поскольку в районе ЮБК роль речного стока в формировании гидрохимического режима минимальна, концентрация нитратного азота невысокая.

Пределы колебаний значений аммонийного азота составляли от 5,1 в мае до 30,3 мг/л в августе (рис.6, в). Среднее значение аммонийного азота составляло 13,5 мг/л. Это наиболее значимая и изменчивая по своим значениям форма минерального азота. Об этом свидетельствует соотношение доли аммонийного азота от суммы минеральных форм азота. Доля аммонийного азота имеет максимальные значения (от 80 до 98 %) в теплый период года, когда процессы бактериальной деструкции органического вещества усиливаются. В зимний период, напротив, доля аммонийного азота от суммы минерального азота снижается до 50 % (рис.6, г). В этот период происходит пос-

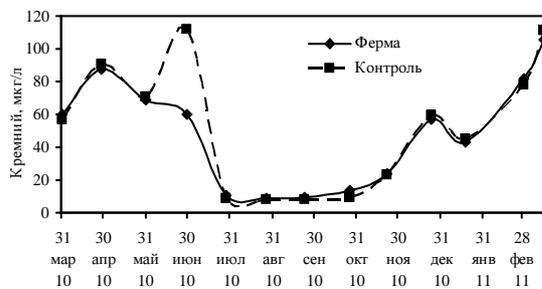


Р и с . 6. Сезонная динамика биогенных элементов на ферме и в контрольной точке: нитриты, мкг/л (а); нитраты, мкг/л (б); аммонийный азот, мкг/л (в); $NH_4:N_{мин}$ (г).

тупление нитритного и нитратного азота в поверхностный слой моря за счет зимнего конвективного перемешивания вод.

В период наблюдений содержание кремния колебалось в пределах 4,6 – 106,2 мкг/л в поверхностном слое и 5,3 – 116,8 мкг/л у дна. Среднее значение составляло 48,3 и 51,6 мкг/л соответственно. Сезонное распределение кремния определяется следующими основными факторами, такими как динамика вод, речной сток и потребление диатомовыми водорослями. Максимальные значения кремния отмечались в зимний период за счет перемешивания вод, а также в июне при адвекции глубинных вод в период летнего апвеллинга (рис.7). Отсутствие влияния речного стока в формировании гидрохимической структуры вод в исследуемом районе определило относительно невысокие концентрации кремния. В процессе анализа результатов комплексных исследований обнаружена обратная корреляционная связь между биомассой диатомовых водорослей и концентрацией кремния.

Степень обеспеченности вод биогенными элементами основана на сопоставлении отношений их молярных концентраций в среде с классическим отношением Редфилда $C:Si:N:P = 106:23:16:1$ (табл.2). Исходя из стехиометрической модели Редфилда, можно утверждать, что с марта по май экосистема фермы была лимитирована минеральными формами азота. В июне все биогенные элементы были сбалансированы между собой и не лимитировали



Р и с . 7. Сезонная динамика кремния (мкг/л) на ферме и в контрольной точке.

рост водорослей. С июля по ноябрь наблюдается истощение эвфотического слоя кремнием. В феврале – марте соотношение между кремнием и азотом было оптимальным. Выделенные в табл.2 соотношения величин азота, фосфора и кремния соответствуют оптимальным для жизнедеятельности фитопланктона значениям.

Т а б л и ц а . 2 . Содержание основных биогенных элементов и соотношение между ними в районе мидийно-устричной фермы (пос.Кацивели) с марта 2010 по март 2011 гг.

месяцы	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>Si</i>	<i>Si:P</i> (норма-23)	<i>Si:N</i> (норма-1.4)	<i>N:P</i> (норма-16)
	мкг-ат/л					
март	0,55	0,11	4,23	38	7,7	5
апрель	0,90	0,15	3,09	20	3,4	6
май	0,38	0,14	2,40	17	6,3	3
июнь	1,76	0,11	2,68	24	1,5	16
июль	1,41	0,14	0,18	1,3	0,13	10
август	2,35	0,19	0,26	1,4	0,12	12
сентябрь	1,14	0,27	0,40	1,5	0,35	4
октябрь	1,25	0,34	0,56	1,7	0,45	4
ноябрь	0,77	0,21	0,86	4,1	1,12	4
декабрь	1,74	0,25	2,03	8,1	1,17	7
январь	2,09	0,22	1,50	6,8	0,72	10
февраль	1,92	0,22	2,82	12,8	1,46	9
март	2,23	0,22	4,06	18,5	1,82	10

Содержание органического фосфора в поверхностном слое моря колебалась в пределах от 5,2 до 10,7 мкг/л, в придонном слое – от 2,4 до 11,5 мкг/л. Средние значения на поверхности и у дна были одинаковыми и составляли 8,2 мкг/л.

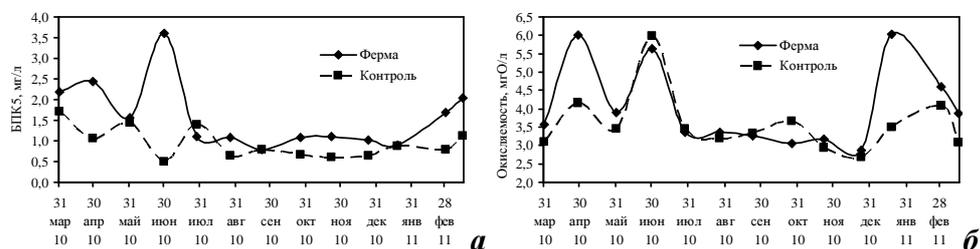
Концентрация органического азота в поверхностном слое моря изменялась от 174 до 339 мкг/л, в придонном слое – от 171 до 634 мкг/л. Средние значения соответственно составляли 259 и 277 мкг/л.

Средние величины органического фосфора и азота, в целом, соответствуют значениям, характерным для незагрязненных прибрежных акваторий.

Исследуемая узкая прибрежная зона моря испытывает антропогенную нагрузку. Характер пространственного распределения значений БПК₅ и окисляемости указывают на точечные источники загрязнения. В большей степени повышенные концентрации наблюдались в узкой прибрежной зоне в районе коллектора сточных вод пос.Кацивели и в районе аквапарка в Голубом заливе. В отдельные периоды наблюдений значения БПК₅ и окисляемости в этих районах превышали ПДК (рис.8, а, б). В зависимости от направления течения, это загрязнение может поступать на акваторию мидийно-устричной фермы. Значения БПК₅ и окисляемости изменялись синхронно изменениям аммонийного азота в районе фермы, что подтверждает загрязнение района фермы нестойким органическим веществом.

Меропланктон. В период исследований в акватории пос.Кацивели идентифицированы пелагические личинки 47 видов донных беспозвоночных, относящихся к классам Bivalvia, Gastropoda, Polychaeta, отрядам Cirripedia и Decapoda.

Динамика видового состава и численности меропланктона в первую очередь зависит от репродуктивного цикла взрослых особей. Приуроченность размножения отдельных видов к определенной температуре воды отмечал

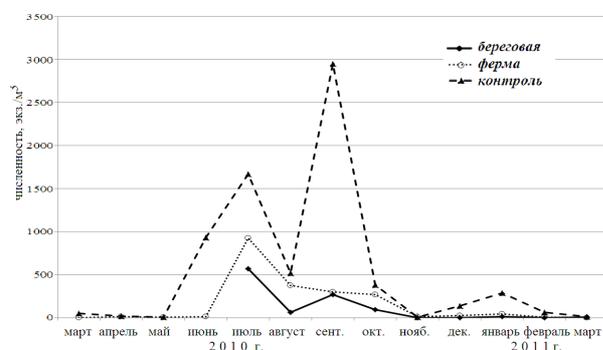


Р и с . 8 . Сезонная динамика БПК₅ (а) и окисляемости (б) на ферме и в контрольной точке.

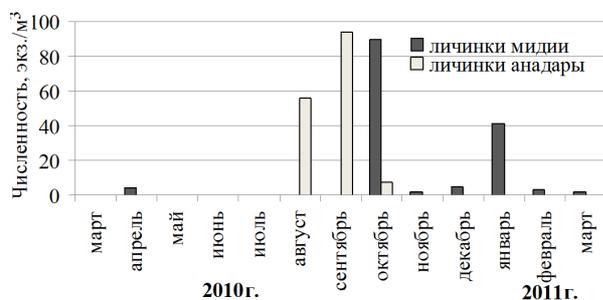
еще С.А.Зернов [11]. В весенний период 2010 г. температура воды повышалась от 9,78 до 16,47 °С (табл.1), численность меропланктона была низкой и не превышала 53 экз./м³ (рис.9).

В планктоне встречались великонхи двустворчатых моллюсков семейств Mytilidae (*Mytilus galloprovincialis*) и Cardiidae. Численность личинок мидий в районе мидийно-устричной фермы не превышала 5 экз./м³ (рис.10). Единично отмечены личинки брюхоногих моллюсков семейства Rissoidae и многощетинковых червей (*Harmothoe imbricata* и представители семейства Spionidae). Постоянно в пробах присутствовали науплиусы усонного рака *Amphibalanus improvisus* – вида, являющегося массовым в обрастании у берегов Крыма.

В июне при прогреве воды до 23,43 °С появились личинки видов, размножающихся в летний сезон – двустворчатого моллюска митилястера *Mytilaster lineatus*, брюхоногих моллюсков, усонного рака



Р и с . 9 . Динамика численности меропланктона в районе Кацивели (март 2010 – март 2011 гг.).



Р и с . 10 . Динамика численности личинок мидии и анадары в районе мидийно-устричной фермы (Кацивели 2010 – 2011 гг.).

верруки *Verruca spengleri*. В районе фермы (ст.3) количество видов меропланктона составляло 5, численность 14 экз./м³, тогда как на контрольной станции идентифицированы пелагические личинки 15 видов гидробионтов, их численность составляла 929 экз./м³ (рис.9). Доминировали личинки массовых видов – митилястера (466 экз./м³) и брюхоножного моллюска биттиума *Bittium reticulatum* (356 экз./м³). Численность личинок других видов гастропод (*Gibbula adriatica*, *Rissoa parva*), обычных у берегов Крыма, не превышала 10 экз./м³. Единично встречались ранние некто-

хеты многощетинковых червей семейства Spionidae (*Spio filicornis*, *Prionospio* sp.) и трохофоры *Lysidice ninetta*. Представители этого вида многощетинковых червей могут перфорируют раковины двустворчатых моллюсков [12] и наносить вред марикультуре. Численность личинок усонюгих раков – обрастателей гидротехнических сооружений составляла 4 – 5 экз./м³, что на порядок ниже, чем в районах размещения марихозьяйств в акватории Севастополя.

В июле при повышении температуры воды до 26,51 °С продолжалось размножение многих видов гидробионтов – идентифицированы пелагические личинки 16 видов донных беспозвоночных. На всех станциях по численности преобладали личинки двустворчатых моллюсков, нерестящихся в теплый период. Доминировали великонхи *M. lineatus*, их максимальное значение (1146 экз./м³) зарегистрировано на ст.7, минимальное (482 экз./м³) – на ст.2, расположенной у берега. На ферме (ст.3) численность личинок митилястера составила 718 экз./м³. На ст.2 в небольшом количестве (6 экз./м³) появились личинки *Anadara inaequalis* – моллюска, вселившегося в Чёрное море в середине XX в. У берегов Крыма анадара начинает размножаться в конце июля. Данный вид моллюсков является перспективным для культивирования. Из личинок брюхоногих моллюсков по численности доминировали *B. reticulatum* – до 152 экз./м³. На ст.7 в большом количестве (252 экз./м³) отмечены велигеры Gastropoda размером менее 160 мкм. В планктоне появились личинки хищного моллюска *Rapana venosa* (9 экз./м³). Молодь рапаны, оседая на коллекторы и устричные садки, перфорирует створки и поедает культивируемых моллюсков, что наносит вред марихозьяйству [12]. Из многощетинковых червей встречались личинки *S. filicornis*, *Prionospio* sp., *Nephtys hombergii*. Эти эврибионтные виды массовые у берегов Крыма [13]. Численность науплиусов усонюгих раков *A. improvisus* не превышала 56 экз./м³, они находились на 5 – 6 стадиях развития.

В августе максимальное значение меропланктона (519 экз./м³) зарегистрировано на контроле (ст.7), минимальное (62 экз./м³) – у берега (ст.2). В районе фермы (ст.3) численность личинок донных беспозвоночных достигала 378 экз./м³ (рис.9). Отмечено практически полное отсутствие личинок многощетинковых червей, лишь единично встречались нектохеты *N. hombergii* и *L. ninetta*. Аналогичная картина наблюдалась и в районе Севастополя. Можно предположить, что аномально высокая температура воды в море (табл.1) негативно отразилась на нересте представителей класса Polychaeta. Численность личинок ракообразных была невысока. Науплиусы усонюгих раков *A. improvisus* встречались на поздних стадиях, увеличилось количество их циприсовидных личинок готовых к оседанию. Только в летний период в планктоне обнаружены личинки десятиногих раков – крабов (*Xantho poressa*, *Pachygrapsus marmoratus*), раков-отшельников *Diogenes pugilator* и креветок (*Athanas nitescens*, *Hippolyte longirostris*).

На всех станциях отбора проб преобладали, как и в июле, личинки моллюсков – двустворчатых *M. lineatus* и брюхоногих *B. reticulatum*, но численность их существенно снизилась – до 214 и 204 экз./м³ соответственно. Необходимо отметить увеличение численности великонх двустворчатого моллюска *A. inaequalis* до 56 экз./м³ в районе фермы (рис.10) и до 68 экз./м³ на

контроле. В планктоне появились личинки «корабельного червя» *Teredo navalis* (8 экз./м³).

В сентябре, как и в летний период, в меропланктоне преобладали личинки моллюсков митилястера и биттиума с плотностью до 1600 и 108 экз./м³ соответственно. Отмечено существенное увеличение численности личинок анадары – до 94 экз./м³ в районе фермы (рис.10) и 728 экз./м³ – на контроле (ст.7). Науплиусы усонного рака балянуса находились на поздних стадиях развития, максимальное количество циприсов 42 экз./м³ зафиксировано на ст.7. Если в августе в планктоне практически отсутствовали личинки многощетинковых червей, то в сентябре их численность достигала 317 экз./м³. Доминировали нектохеты *N. hombergii* – до 150 экз./м³ и *Prionospio cirrifera* – до 133 экз./м³. Увеличение численности личинок этих видов полихет отмечено нами и в районе Севастополя.

В акватории Кацивели в сентябре обнаружены пелагические личинки многощетинкового червя *Polydora websteri*. Эти полихеты перфорируют створки культивируемых моллюсков и наносят ущерб марихозяйству. На мидийно-устричной ферме *P. websteri* были обнаружены у культивируемых устриц *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) в возрасте 1 и 2 лет. Площадь блистера занимала до половины площади всей створки, максимальное количество полидору в блистере 4 экз. [14]. Так как для культивирования в марихозяйстве используется спат *C. gigas*, прошедший контроль и не пораженный полидорой, то можно предположить, что заражение устриц происходит при последующем их дорашивании в садках. Предположительно, *P. websteri* в Черном море образует популяцию, обитающую в прибрежных известняках, которая и служит источником инвазии при культивировании устриц.

В октябре температура воды понизилась до 17,3 – 17,6 °С, численность меропланктона на всех станциях уменьшилась (рис.9). Появились личинки мидии *M. galloprovincialis*, большинство их находилось на стадии «великоухи без глазка». Их численность на ст.2 составляла 61 экз./м³ (рис.2), на ст.3 и 7 148 экз./м³. Личинки перспективного для культивирования двустворчатого моллюска *A. inaequalvis* у берега и в районе фермы встречались единично (рис.10), на контроле их численность составляла 30 экз./м³, тогда как в сентябре она достигала 728 экз./м³. Можно предположить, что прошло их оседание на естественные и искусственные субстраты – в том числе и на коллекторы мидийно-устричной фермы. Необходимо отметить увеличение численности личинок *T. navalis* до 34 экз./м³. В прошлые годы у берегов Крыма он встречался единично. Вероятно, это вызвано аномально высокой температурой воды. Численность личинок брюхоногих моллюсков в октябре существенно уменьшилась и не превышала 14 экз./м³, что типично для крымских вод в осенний период. Личинки многощетинковых червей характеризовались высоким видовым разнообразием – отмечено 11 видов полихет, но численность их была невысока – до 30 экз./м³. Доминировали нектохеты семейства Spionidae, к которому относится и род *Polydora*. Личинки *P. websteri* не встречались, вероятно, уже произошло их оседание, в том числе и на устричные садки. Но отмечены личинки другого представителя этого рода – *Polydora cornuta*. Эти полихеты не являются перфораторами, они строят илестые трубки и не поражают моллюсков. Максимальная чис-

ленность науплиусов усонного рака *A. improvisus* (90 экз./м³) отмечена в районе фермы, более половины личинок находилось на циприсовидной стадии, следовательно, оседание баянусов на гидротехнические конструкции фермы в этот период продолжалось.

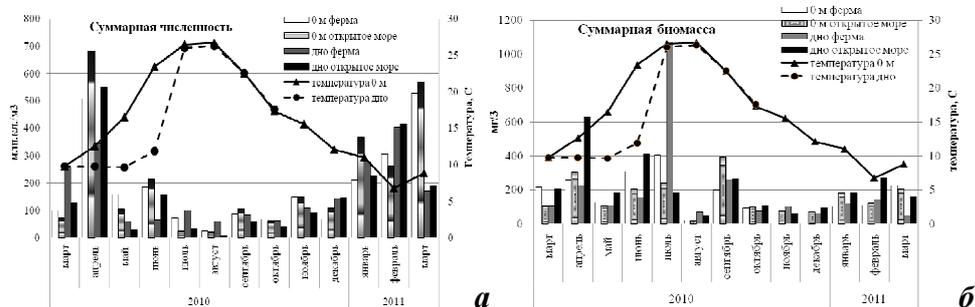
В прибрежных водах Крыма в осенний период, когда температура воды понижается до 15 – 16 °С, видовой состав меропланктона изменяется. Личинки теплолюбивых видов практически не встречаются. В планктоне преобладают личинки мидий и баянусов, нерестящихся в этот период.

В декабре – январе 2010 г. численность меропланктона в акватории Кацивели не превышала 287 экз./м³ (рис.9). В планктоне преобладали личинки мидии (до 239 экз./м³) на стадии «великонха без глазка». Встречались личинки *Spisula subtruncata* (до 34 экз./м³) и семейства Cardiidae (до 10 экз./м³). Появились представители зимнего меропланктона – личинки многощетинковых червей *Harmothoe imbricata*, нерестящихся в этот период. В конце февраля – начале марта 2011 г. при средней температуре воды 7,8 – 7,9 °С (табл.1) численность личинок донных беспозвоночных существенно уменьшилась – до 61 экз./м³ (рис.9). Данная ситуация характерна для прибрежных вод Крыма, так как при такой температуре размножается небольшое количество видов донных беспозвоночных. Это многощетинковые черви *H. imbricata* и брюхоногие моллюски семейства Rissoidae, их личинки отмечены на контрольной станции в незначительном количестве (2 экз./м³). Из двустворчатых моллюсков в планктоне единично встречались личинки *M. galloprovincialis*.

Данные по видовому составу и численности личинок донных беспозвоночных, полученные в период 2010 – 2011 гг. в районе Кацивели, соответствуют результатам многолетних исследований динамики меропланктона в прибрежных водах Крыма.

Фитопланктон. За период наблюдений обнаружено 137 видов и разновидностей микроводорослей, относящихся к 7 отделам и 68 родам. Наибольшим количеством видов представлены динофитовые (60 видов) и диатомовые (53 вида), значительно меньше встречено золотистых (12 видов) водорослей. Зеленые водоросли представлены шестью видами, цианобактерии – 3, криптофитовые – 1 и эвгленовые – 2. Наибольшим видовым разнообразием выделялись диатомовые рода *Chaetoceros* (14 видов), динофитовые рода *Gymnodinium* (9 видов), *Protoperidinium* (8 видов), *Prorocentrum* (6 видов), *Peridinium*, *Glenodinium* и *Dinophysis* (по 5 видов).

С марта 2010 по март 2011 гг. суммарная численность фитопланктона на ферме изменялась в пределах 24 – 528 млн. кл.·м⁻³, биомасса 20 – 1070 мг·м⁻³. На контрольной станции (ст.7) численность изменялась от 8 до 683 млн. кл.·м⁻³, биомасса от 18 до 630 мг·м⁻³ (рис.11). Максимальные значения численности зафиксированы на поверхности обеих станций в апреле 2010 и марте 2011 гг. Максимальные значения биомассы отмечены в придонном слое фермы в июле, контрольной станции – в сентябре 2010 г. Отмечено, что с повышением температуры воды количество фитопланктона и его видовое разнообразие снижается, что наиболее четко проявляется в приповерхностном слое. Высокие значения численности и биомассы в отдельные периоды в придонном слое обусловлены наличием большого количества бентосных видов диатомовых водорослей.



Р и с. 1 1 . Динамика суммарной численности (а) и биомассы (б) фитопланктона в районе мидийно-устричной фермы (пос.Кацивели, 2010 – 2011 гг.).

Максимального количественного развития в районе фермы достигали диатомовые, золотистые водоросли и цианобактерии. Численность диатомовых на протяжении года не достигала уровня «цветения» морской воды. В весенний период 2010 г. при температуре морской воды выше 9 °С и максимальной концентрации кремния в планктоне обеих станций преобладали мелкоклочные диатомовые *Skeletonema costatum*, *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, виды рода *Chaetoceros*. В придонном слое отмечено большое количество бентосных диатомей, которые единично встречались и на поверхности, что говорит об активном вертикальном перемешивании вод в этом районе. С конца мая по август при недостатке минерального питания и прогревании всего слоя воды выше 26 °С численность фитопланктона снижалась до минимальных значений. Летом по биомассе доминировала крупноклеточная диатомовая водоросль *Pseudosolenia calcaravis* (75 – 94 % от суммарной биомассы), что снижало пищевую ценность живой составляющей взвешенного вещества и приводило к снижению концентрации кремния в воде.

В сентябре отмечено увеличение численности и биомассы фитопланктона. Преобладали диатомовые водоросли (67 – 75 % от суммарной численности, 81 – 95 % от суммарной биомассы). 47 – 74 % от общей биомассы во всех районах составила крупноклеточная диатомея *Proboscia alata*, по численности доминировала колониальная диатомовая водоросль *P. pseudodelicatissima* (37-44 %). С октября по декабрь 2010 г. численность фитопланктона на обеих станциях не превышала 150 млн. кл.·м⁻³. Биомасса при этом также была невысокой (до 110 мг·м⁻³), так как, в основном, преобладали мелкоклочные виды водорослей, что формировало благоприятную кормовую базу для культивируемых моллюсков. В октябре – ноябре в поверхностном слое отмечено значительное количество колониальной диатомовой водоросли *Chaetoceros tortissimus*. В январе – марте основную численность диатомей составляла *Thalassionema nitzschioides*, а с февраля, с повышением температуры морской воды, ей сопутствовала *S. costatum*, а также характерные для поздне-весеннего периода виды рода *Chaetoceros* (не являющиеся кормовыми объектами мидий и устриц из-за очень длинных щетинок и большого количества клеток в колонии).

Динофитовые водоросли в акватории пос.Кацивели отличались наибольшим видовым разнообразием (60 видов). За период наблюдений их численность изменялась от 0,57 до 41,06 млн. кл.·м⁻³, биомасса – от 3,84 до

149,0 мг·м⁻³. Их количество увеличивалось в апреле – октябре и снижалось до минимума поздней осенью и зимой. Динофитовые, доступные по размерам, являются ценным кормом для культивируемых моллюсков. На ферме и контрольной станции круглогодично доминировали *Prorocentrum cordatum*, *P. micans* и *Scrippsiella trochoidea*. В летний период к ним присоединились *Gymnodinium kovalevski*, *G. wulffii*, *Gyrodinium fusiforme*. В июне, в связи с активизацией сгонно-нагонных явлений, интенсивным перемешиванием толщи воды, увеличивалось количество холодолюбивых крупноклеточных видов родов *Ceratium* и *Dinophysis*, как и в августе – сентябре. В октябре, в связи с подъемом глубинных вод и обогащением фотического слоя фосфатами, отмечен пик численности динофитовых водорослей.

Особенностью акватории Качивели является круглогодичное доминирование в планктоне золотистой водоросли *Emiliana huxley*, высокая численность которой отмечена с января по июнь. Это связано с особенностями гидрохимической структуры вод этого региона. Как отмечено выше, 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 период, когда складывается наиболее благоприятные световые и температурные условия [15]. В районе фермы высокое количественное развитие *E. huxley* отмечено с января по март 2011 г. во всей толще, тогда как на взморье Севастополя вспышки ее численности наблюдались весной и осенью, а также летом после сгонных процессов [16].

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. Максимальной численности они достигали в марте – апреле 2010 г. у дна, в апреле – мае и ноябре – на поверхности обеих станций. Как известно, при их высокой численности в воде они способны подавлять развитие остальных водорослей метаболитами высокой биологической активности, а в отдельных случаях вызывать гибель зоопланктона. В феврале 2011 г. на поверхности фермы и открытого моря обнаружена нитчатая цианобактерия *Lyngbya limnetica*, характерная для распресненных морских вод. О повышенных концентрациях РОВ в воде можно судить также по наличию гетеротрофных криптофитовых и зеленых водорослей, являющихся «санитарами» вод. Увеличение их количества отмечено в летне-осенний период.

Микроводоросли, продуцирующие токсические соединения (биотоксины), вегетировали в планктоне фермы круглый год, но их численность за весь период исследований не достигала высоких значений. Наиболее опасными для конхиокультуры являются динофитовые водоросли рода *Dinophysis*. Биотоксины этих водорослей (токсин DSP) по пищевой цепи от моллюсков могут поступать человеку и представлять угрозу для его здоровья уже при концентрации 200 кл/л [17]. Однако иногда динофизис, образуя даже высокие концентрации, не проявляет токсичных свойств. Численность этих водорослей на ферме не превышала 118 кл·л⁻¹. В сентябре 2010 г. отмечено развитие диатомовой *P. pseudodelicatissima* (токсин ASP), численность которой достигала 4,7·10⁴ кл/л при ПДК 1·10⁵ кл/л. Мы не располагаем данными о случаях отравления токсинами водорослей на Черном море, контроль

содержания биотоксинов в морепродуктах в Украине не проводится. Цианобактерии также могут выделять биотоксины, что обычно происходит при их отмирании. Поэтому наблюдения за численностью микроводорослей, продуцирующих токсические соединения, необходимы для контроля качества продукции морских ферм.

Для уточнения пищевого спектра культивируемых на ферме моллюсков параллельно с исследованием динамики фитопланктона нами проведен анализ содержимого их желудков, а также фекальных пеллет и псевдофекалий. Наряду с одноклеточными водорослями, моллюски используют в пищу также бактерии, фитогенный детрит, растворенное органическое вещество [4, 16]. Известно, что минимальная концентрация трофически ценной части взвешенного органического вещества, позволяющая удовлетворить потребности культивируемых моллюсков, составляет $170 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$, а более высокие темпы роста и быстрое развитие гонад у моллюсков наблюдаются при питании водорослями, а не детритом [4, 18]. На ферме биомасса фитопланктона была ниже этого значения в августе и с октября по февраль 2010 г. Однако, состав пищевого комка моллюсков и развитие их гонад (на ферме в течение года зафиксировано три пика нереста мидий), в целом, свидетельствуют о благоприятных пищевых условиях. В литературе показано, что наиболее ценным кормом для культивируемых моллюсков являются мелкие одиночные водоросли размером до 20 мкм, не превышающие 2 – 10 % численности природного фитопланктона, а также довольно крупные клетки (до 40 – 80 мкм) динофитовых водорослей, в основном, из родов *Prorocentrum* и *Dinophysis* [4].

Как было указано выше, в течение года на ферме доминировали золотистые и мелкоклеточные диатомовые водоросли, наиболее подходящие моллюскам по размерам и пищевой ценности. Спектр питания мидий *Mytilus galloprovincialis* и устриц *Grassostrea gigas* на ферме был аналогичным. Состав содержимого желудков моллюсков соответствовал таксономическому составу фитопланктона в районе фермы. Более 80 % клеток в желудках мидий и устриц на протяжении годового цикла составляют динофитовые водоросли: *P. micans*, *P. cordatum*, *P. compressum*, *S. trochoidea*. Следует отметить, что эти виды обычно немногочисленны, а иногда и единичны в суммарном фитопланктоне, что свидетельствует о высокой фильтрационной активности моллюсков. Постоянно встречалась в пищевом комке золотистая водоросль *E. huxley*, которая, по предварительным данным, является ценным кормовым объектом моллюсков. Наряду с клетками фитопланктона, в желудках круглогодично присутствовали зоопланктонные организмы (размером до 200 мкм), личинки двусторчатых моллюсков. При наличии в планктоне некормового вида – крупноклеточной диатомовой *P. calcar-avis*, в желудки моллюсков попадали фрагменты панцирей ее клеток. С января по март 2011 г. при максимальной численности фитопланктона желудки мидий и устриц были «набиты» пищей (до 2500 тыс. кл. микроводорослей на одного моллюска). Недостаток доступного корма был отмечен в июле при низкой суммарной численности фитопланктона с доминированием *P. calcar-avis*. В этот период повышение температуры морской воды приводило к снижению концентрации кислорода (рис.2), что негативно влияло на фильтрационную активность моллюсков. В пищевом комке мидий в июле обна-

ружены единичные клетки *P. micans* и фрагменты *P. calcar-avis*.

Несмотря на низкие значения суммарной численности фитопланктона в течение года, мидии и устрицы формировали псевдофекалии, в составе которых в значительных количествах обнаружены пеннатные формы диатомовых водорослей, колониальные крупно- и мелкоклеточные диатомовые, мелкие зеленые водоросли и, единично, клетки динофитовых водорослей. В фекалиях моллюсков отмечены те же виды, что и в содержимом желудков, а также фрагменты зоопланктонных организмов, большое количество цианобактерий и жгутиковых водорослей. Большинство указанных видов водорослей были живыми и сохраняли подвижность.

Выводы. Термохалинная структура морской воды в акватории мидийно-устричной фермы (пос.Кацивели) 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 сезонного термоклина отмечена на глубинах 5 – 10 м (градиент температуры составил 1,13 – 1,56 °С/м). 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 межгодовых 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 ‰.

В период наблюдений концентрации кислорода ниже оптимальной нормы, установленной для рыбохозяйственных водоемов (ПДК = 4,2 мл/л), обнаружено не было.

Характерным для данного района является отсутствие случаев дефицита фосфатов, даже в периоды весенней и осенней вегетации фитопланктона, что свидетельствует об активных динамических процессах, способствующих поступлению фосфатов с нижележащих слоев моря.

Минеральный азот большей частью представлен аммонийной формой. В теплый период года его концентрация составляет более 90 % от общей концентрации минерального азота, в холодный – более 50 %. Высокое содержание аммонийного азота в теплый период года, по сравнению с другими минеральными формами азота, обусловлено процессами деструкции органического вещества.

Антропогенное влияние отмечалось в узкой прибрежной зоне в районах пос.Кацивели (западная часть побережья) и предприятия «Аквапарк» (восточная часть побережья).

В период 2010 – 2011 гг. в акватории пос.Кацивели идентифицированы личинки 47 видов донных беспозвоночных, относящихся к классам Bivalvia, Gastropoda, Polychaeta, отрядам Cirripedia и Decapoda. В меропланктоне по численности доминировали в весенний и осенний периоды двустворчатый моллюск мидия *M. galloprovincialis* и усконогий рак баянус *A. improvisus*, в летний – двустворчатый моллюск митилястер *M. lineatus* и брюхоногий моллюск *Bittium reticulatum*.

В районе морской фермы обнаружены личинки брюхоногого моллюска

Rapana venosa и многощетинковых червей *Polydora websteri* и *Lysidice ninetta*, перфорирующих раковины культивируемых моллюсков и наносящих ущерб марихозайству. Данные по динамике численности этих видов в планктоне необходимо учитывать при планировании сроков проведения профилактических мероприятий на мидийно-устричных фермах.

В течение всего года отмечена тенденция увеличения численности мезопланктона по мере удаления от берега в открытое море.

В период 2010 – 2011 гг. в акватории пос.Кацивели обнаружены 137 видов и разновидностей микроводорослей, относящихся к 7 отделам и 68 родам. Наибольшим количеством видов представлены динофитовые (60 видов) и диатомовые (53 вида), значительно меньше встречено золотистых (12 видов) водорослей. Эти же отделы доминировали по численности и биомассе в различные периоды года. В целом, численность и биомасса фитопланктона в течение года были невысокими, однако, практически всегда в акватории фермы присутствовало значительное количество доступных для питания культивируемых моллюсков и ценных в кормовом отношении видов, что позволяет сделать вывод, что моллюски с марта 2010 по март 2011 гг. не испытывали недостатка в пище. Это подтверждают данные анализа содержимого желудков мидий и устриц, их фекалий и псевдофекалий. Микроводоросли, продуцирующие токсические соединения (биотоксины), вегетировали в планктоне фермы круглый год, но их численность за весь период исследований не достигала значений «цветения» воды. Данные по видовому составу и численности фитопланктона, в том числе токсичных микроводорослей, необходимы для контроля качества продукции морских ферм.

Наиболее благоприятные условия для процессов роста фитопланктона и первичного продуцирования как на ферме, так и на контрольной станции наблюдались в период с апреля по сентябрь, а также в феврале.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Куфтаркова Е.А., Немировский М.С., Родионова Н.Ю.* Гидрохимический режим района экспериментальной мидиевой фермы (рейд Севастополя) // *Экология моря.*– 2002.– вып.59.– С.61-65.
2. *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.*– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007.– вып.15.– С.120-131.
3. *Методы гидрохимических исследований основных биогенных элементов.*– М.: ВНИРО, 1988.– 119 с.
4. *Марикультура мидий на Чёрном море* / Под ред. Иванова В.Н.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007.– 312 с.
5. *Куклин А.К., Куклина Н.Я., Шабалина О.А.* Исследование гидрометеорологических характеристик ЮБК с океанологической платформы в Кацивели // *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.*– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003.– вып.2(7).– С.66-82.
6. *Проект «Моря СССР».* Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т.IV. Черное море. Вып.1. Гидрометеорологические условия.– СПб.: Гидрометеоздат, 1991.– 430 с.
7. *Зима В.В., Иванов В.А., Кондратьев С.И., Кузнецов А.С. и др.* Наблюдательный

полигон за гидрологическими, гидрохимическими и гидрооптическими характеристиками вод в прибрежной зоне Южного берега Крыма в 2001 – 2002 гг. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003.– вып.2(7).– С.44-59.

8. Кондратьев С.И., Лисиченко А.Д., Ляшенко С.В., Чепыженко А.И. Гидролого-гидрохимические и гидрооптические характеристики вод Голубого залива (пос. Качивели, сентябрь 2002 г.) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003.– вып.8.– С.119-131.
9. Шереметьева А.И., Шумченко О.А., Демин Б.Т. Сгонно-нагонные явления и гидрохимическая структура прибрежных вод. Вопросы океанологии Черного моря // Деп. рукопись № 460-85.– М.: ВИНТИ, 1984.– С.197-207.
10. Кузнецов А.С., Куклин А.К., Шаталова О.А. Локально распределенная техническая сеть морской наблюдательной системы у Южного берега Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003.– вып.2(7).– С.61-65.
11. Зернов С.А. К вопросу о годичной смене черноморского планктона у Севастополя // Изв. Императ. Акад. наук.– 1904.– т.ХХ, № 4.– С.1-16.
12. Киселева М.И. Многощетинковые черви (Polychaeta) Черного и Азовского морей.– Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2004.– 409 с.
13. Лисицкая Е.В., Болтачева Н.А., Лебедевская М.В. Новый для фауны Украины вид *Polydora websteri* Hartman, 1943 (Polychaeta: Spionidae) из прибрежных вод Крыма (Чёрное море) // Морской экологический журнал.– 2010.– т.ІХ, № 2.– С.74-80.
14. Чухчин В.Д. Экология брюхоногих моллюсков Черного моря.– Киев: Наукова думка, 1984.– 176 с.
15. 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.
16. Сеничева М.И. Характеристика фитопланктона как объекта питания *Mytilus galloprovincialis* Lam. в районе марихозяйства бухты Ласпи // Экология моря.– 1990.– вып.36.– С.7-15.
17. Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В. Выращивание мидий и устриц в Черном море / Под ред. В.Н.Еремеева.– Севастополь, 2010.– 424 с.
18. Иванов В.Н., Холодов В.И., Сеничева М.И. и др. Биология культивируемых мидий.– Киев: Наукова думка, 1989.– 100 с.

Материал поступил в редакцию 16.09.2012 г.

АНОТАЦІЯ. За даними щомісячних комплексних моніторингових спостережень протягом річного циклу (березень 2010 - березень 2011 рр.) в районі розташування мідійно-устричної ферми в Голубій затоці розглянуті особливості мінливості гідролого-гідрохімічних і деяких біологічних параметрів і їх взаємодії. Зроблено висновок про відповідність досліджуваних характеристик району оптимальним для розвитку марікультури молюсків.

ABSTRACT. According to the monthly complex monitoring observations over the annual cycle (March 2010 – March 2011) in the area of the mussel-oyster farm in the Blue Bay the features of variability of hydrological and hydrochemical and some biological parameters and their interactions were considered. It was concluded characteristics of the area correspond to the optimal ones for the development of molluscs mariculture.