

В.И.Рябушко, С.В.Щуров, Н.П.Ковригина,
Е.В.Лисицкая, Н.В.Поспелова

*Институт морских биологических исследований им.А.О.Ковалевского РАН,
г.Севастополь*

**КОМПЛЕКСНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО КРЫМА С ЦЕЛЬЮ ВЫБОРА
МЕСТА РАЗМЕЩЕНИЯ МОРСКОЙ ФЕРМЫ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)**

С целью изучения современного экологического состояния прибрежной зоны западного Крыма и её пригодности для организации марихозяйств по выращиванию двухстворчатых моллюсков в июле 2018 г. проведены гидрологические, гидрохимические и гидробиологические исследования в акватории от устья р.Бельбек до м.Маргопуло. Концентрации кислорода, величины БПК₅ и окисляемости имели значения ниже ПДК. Величины минеральных форм фосфора и азота были типичными для летнего периода незагрязненных морских вод. Индекс эвтрофикации *E-TRIX* изменялся от 1,44 до 2,20 и по этому критерию воды акватории соответствуют низкому трофическому уровню. Средние показатели биомассы фитопланктона являются достаточными для обеспечения кормом выращиваемых моллюсков. Таксономический состав меропланктона типичный для прибрежных вод Крыма в летний период. Отмечены велигеры хищного брюхоногого моллюска рапаны, оказывающего негативное воздействие на культивируемых моллюсков. Результаты комплексных исследований позволяют рекомендовать данный район прибрежной зоны западного Крыма как потенциально пригодный для развития хозяйств по выращиванию двухстворчатых моллюсков.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *гидрохимические характеристики, индекс эвтрофикации E-TRIX, фитопланктон, меропланктон, Чёрное море*

doi: 10.22449/2413-5577-2019-2-67-77

В большинстве стран мира в последнее десятилетие происходит перераспределение объёмов добычи морепродуктов от экстенсивного рыболовного промысла к промышленной марикультуре. Рыбохозяйственное значение Азово-Черноморского бассейна, к сожалению, неуклонно снижается. Ценные в хозяйственном отношении рыбы практически исчезли из числа промысловых. Вместе с тем, приоритетным является развитие марикультуры моллюсков – строительство в прибрежных акваториях Крыма мидийно-устричных ферм. В основу разработки экологически обоснованных технологий крупномасштабного культивирования моллюсков должно быть положено комплексное исследование абиотических и биотических факторов среды в местах размещения марихозяйств [1]. Знание основных гидролого-гидрохимических и гидробиологических характеристик необходимо для правильного выбора районов и разработки технологии выращивания, а также определения оптимальных объёмов урожая культивируемых моллюсков.

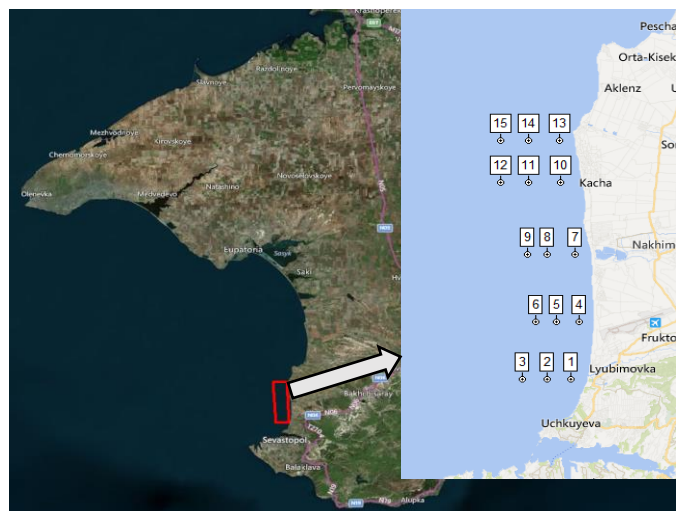
© В.И.Рябушко, С.В.Щуров,
Н.П.Ковригина, Е.В.Лисицкая, Н.В.Поспелова, 2019

Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2019. вып.2. С.67-77.

С целью изучения современного экологического состояния прибрежной зоны западного Крыма и её потенциальной пригодности для организации марихозяйств по выращиванию двухстворчатых моллюсков на акватории моря от устья р.Бельбек до м.Маргопуло нами начаты комплексные исследования, включающие гидрологические, гидрохимические и гидробиологические исследования. Следует отметить, что район исследования практически не изучен, лишь в период 1986 – 1990 гг. прошлого столетия в районе устья реки Бельбек были проведены гидролого-гидрохимические исследования по оценке экологической ситуации в районе сброса хозяйственно-бытовых сточных вод [2]. Следовательно, выполненные нами комплексные работы отличаются новизной и актуальностью.

Материал и методы. Комплексная съёмка на полигоне от устья р.Бельбек до м.Маргопуло проведена в июле 2018 г. (рис.1). Всего выполнено 15 станций. Меридиональная протяженность полигона составила 15 км, а удаленность станций от берега – от 1 до 4 км. Пробы на каждой станции отбирали на трех горизонтах: поверхность, 10 м, дно. Всего было отобрано 45 проб воды в течение каждой съёмки. Глубины в точках отбора проб изменялись от 13 до 45 м. В пробах определяли солёность, окисляемость, растворенный кислород, БПК₅, перманганатную окисляемость в щелочной среде, кремний, минеральные и органические формы азота и фосфора по общепринятым методикам [3, 4]. Всего выполнено 480 гидролого-гидрохимических анализов.

Для изучения видового разнообразия и численности фитопланктона пробы воды объёмом 1,5 л сгущали до 25 – 50 мл методом обратной фильтрации через ядерные мембраны (диаметр пор 1 мкм). Обработку проб фитопланктона проводили методом прямого счёта микроводорослей в живой и сгущённой капле ($V = 0,01$ мл) и в камере ($V = 1$ мл) в трёх повторностях с использованием светового микроскопа *Jenaval C. Zeiss* при увеличении 10×25 . Расчёты численности и биомассы микроводорослей выполнены с помощью компьютерной программы «Планктон» [5]. На прибрежных станциях 1, 4, 7, 10, 13



Р и с . 1 . Карта-схема района исследований. 1 – 15 – номера станций отбора проб.

выполнен отбор проб меропланктона сетью Джеди (диаметр входного отверстия 36 см, размер ячеек мельничного газа 135 мкм). Облавливали слой воды 0 – 10 м. 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.

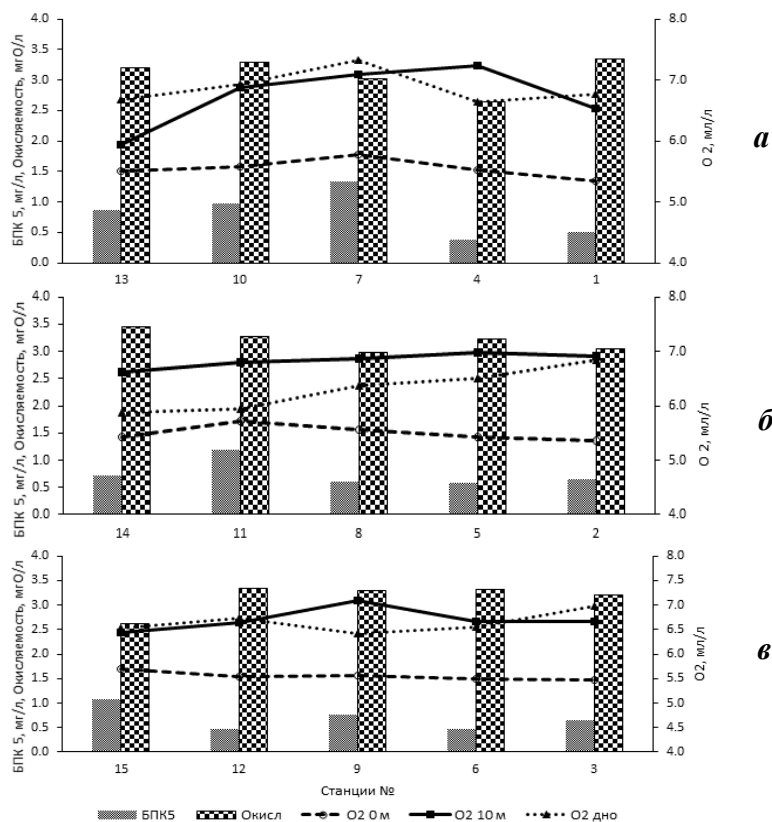
Результаты и обсуждение. Температура и солёность. В результате прогрева воды в июне (температура воздуха менялась от 25 до 30 °С) к началу июля сформировался однородный слой воды толщиной до 10 м и температурой более 23 °С. В период, предшествующий съёмке, преобладали ветра северо-западных направлений, в результате чего развился апвеллинг. Температура воды поверхности моря на всех станциях была однородной – около 25 °С. Холодные воды в результате апвеллинга не вышли на поверхность, но его влияние хорошо заметно в слое 10 – 15 м. Так, толщина однородного прогретого слоя уменьшилась до 5 м. Температура воды на глубине 10 м понизилась до 11,8 – 16,7 °С, а на 15 м – до 11 °С. Для сравнения отметим, что 15 июня 2018 г. температура воды на взморье Севастополя была 22 °С на горизонте 6 м, 19 °С на горизонте 18 м.

Солёность вод Чёрного моря является более консервативной, по сравнению с температурой, характеристикой среды. Диапазон изменчивости солёности по глубинам был типичным для летнего сезона, т.е. солёность плавно увеличивалась от поверхности до дна (18,05 – 18,25 ‰). Поверхностное распределение солёности однородное. Влияние пресных вод на распределение солёности (сток рек Бельбек и Кача, а также распресненных вод Севастопольской бухты) не обнаружено.

Гидрохимический режим данного района определяется динамическими процессами, влиянием загрязнений, поступающих из Севастопольской бухты, стоком рек Бельбек и Кача, а также сбросами хозяйственно-бытовых сточных вод в узкую прибрежную часть моря. Рассмотрим гидрохимические характеристики вод на трех разрезах, выполненных вдоль берега от м.Маргопуло до устья р.Бельбек (прибрежный, промежуточный и мористый). Наибольший интерес представляет прибрежный, т.к. на станциях этого разреза, кроме гидрохимических работ, проводили исследования структуры, численности и биомассы фито- и меропланктона, а также хлорофилла *a*.

Растворённый кислород. Содержание кислорода изменялось от 5,34 до 5,77 мл/л на поверхности и от 5,88 до 7,32 мл/л в придонном слое, при средних значениях, равных 5,33 и 6,60 мл/л. Отмечена высокая обеспеченность кислородом – от 93 до 110 % насыщения. Минимальное содержание зафиксировано на поверхности прибрежной ст.4, расположенной вблизи выпуска сточных вод, максимальное – на поверхности прибрежной ст.7 (рис.2). Содержание кислорода не опускалось ниже предельно-допустимой концентрации (ПДК), равной 4,2 мл/л для рыбохозяйственных водоемов [6]. Дефицита кислорода в придонном слое не наблюдали.

Биохимическое потребление кислорода на пятые сутки (БПК₅) измеряли на поверхности. БПК₅ имело низкие значения и изменялось в пределах от 0,38 до 1,33 мг/л, что ниже ПДК (2,0 мг/л) [6]. Максимальная величина зафиксирована, как и для кислорода, на прибрежной ст.4. Среднее значение БПК₅ для всей акватории составило 0,75 мг/л, что говорит об относительной чистоте исследуемого района.



Р и с . 2 . Распределение кислорода (O_2), биохимического потребления кислорода на пятые сутки (BPK_5) и окисляемости на вдольбереговых разрезах: прибрежный (а), промежуточный (б), мористый (в).

Окисляемость измеряли так же, как и BPK_5 на поверхности. Она изменялась в узком диапазоне (2,61 – 3,45 мгО/л) и была ниже, чем ПДК (4,0 мгО/л) [6]. Среднее значение для поверхности составляло 3,15 мгО/л. По величинам окисляемости акватория является незагрязненной.

Биогенные вещества. Одним из критериев оценки пригодности прибрежных районов для искусственного воспроизводства морепродуктов является обеспеченность питательными солями фитопланктона. Решающая роль в этом процессе принадлежит главным элементам биогенного цикла – азоту, фосфору и кремнию. В настоящей работе мы рассматриваем биогенные элементы (рис.3) как показатель экологических условий предполагаемой среды обитания моллюсков.

Концентрации азота нитритного и нитратного имели низкие значения: азот нитритный изменялся во всем слое от 0 до 1,2 мг·л⁻¹, азот нитратный – от 0,6 до 5,8 мг·л⁻¹ на поверхности и от 2,1 до 17,4 мг·л⁻¹ в придонном слое. Максимальные величины нитратов отмечены на мористых станциях: на ст.15 (поверхность) и ст.14 (придонный слой). Средняя величина нитратов для всего слоя составила 5,5 мг·л⁻¹. Отмечено повышение концентрации нитратов с глубиной.

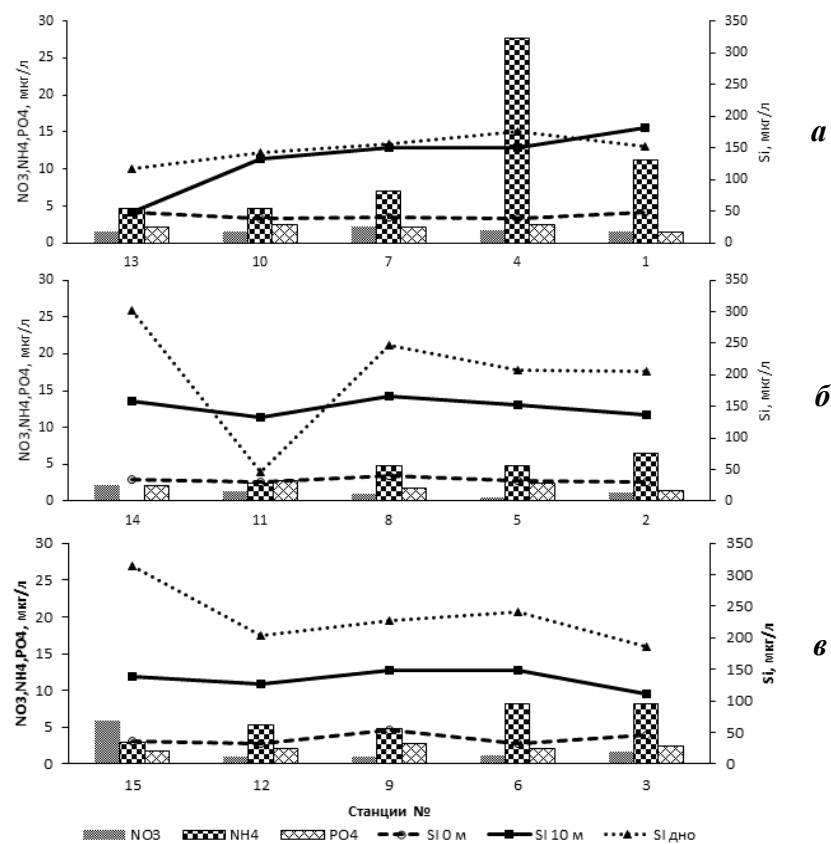


Рис. 3. Распределение биогенных веществ на вдольбереговых разрезах: прибрежный (а), промежуточный (б), мористый (в).

Азот аммонийный определяли только на поверхности. Его концентрации имели более широкие пределы изменчивости (4,7 – 27,7 mg/L при среднем значении 6,7 mg/L) по сравнению с азотом нитритным и азотом нитратным. Максимальная концентрация азота аммонийного отмечена на поверхности прибрежной ст.4 (рис.3). На других прибрежных станциях содержание азота аммонийного выше по сравнению с прилегающей акваторией, что обусловлено влиянием выпуска сточных вод, расположенного вблизи ст.1. На прибрежные станции оказывает влияние непосредственный сброс сточных вод в узкую прибрежную зону от многочисленных пансионатов, расположенных вдоль берега.

Концентрации минерального фосфора изменялись на поверхности от 1,4 до 2,8 mg/L . В придонном слое предел его колебаний изменялся в более широком диапазоне (от 1,4 до 7,7 mg/L). Средние концентрации минерального фосфора повышались от поверхности к дну. Концентрации кремния на поверхности имели так же, как и концентрации минерального фосфора, низкие значения (29,7 – 54,8 mg/L). В придонном слое диапазон изменений концентраций кремния значительно шире (46,8 – 314,1 mg/L). Отмечено повышение в 5 раз средних концентраций кремния от поверхности ко дну,

что соответствует классическому вертикальному распределению кремния. Полученные нами концентрации кремния во всем слое подтверждают ещё раз «чистоту» исследованного района. Органические формы азота и фосфора определяли только на поверхности. Их концентрации имели достаточно однородные величины и соответствовали концентрациям, характерным для прибрежных незагрязненных вод. Органический фосфор изменялся в пределах от 1,3 до 37,9 мкг/л, органический азот – от 994 до 1557 мкг/л.

На основании гидрохимических данных, полученных на прибрежном разрезе, и материалов по содержанию хлорофилла *a* рассчитан индекс эвтрофикации (*E-TRIX*), позволяющий установить уровень трофности вод [7]. Этот индекс является функцией концентраций относительного содержания кислорода, минерального и органического фосфора, нитритного, нитратного и аммонийного азота и хлорофилла *a*. В зависимости от величины *E-TRIX* морские воды подразделяются на четыре трофических уровня: низкий (< 4), средний (4 – 5), высокий (5 – 6) и очень высокий (6 – 10). Расчеты показали, что в районе исследований индекс эвтрофикации изменялся от 1,44 до 2,20, потому акватория соответствует низкому трофическому уровню.

Фитопланктон. Для оценки пригодности акватории для развития марикультуры необходим анализ как количественных, так и качественных показателей сообщества планктонных микроводорослей в сезонном аспекте и на фоне гидролого-гидрохимических факторов среды.

В период исследований на прибрежных станциях обнаружено 31 вид микроводорослей, из которых 7 видов относится к отряду Bacillariophyta, 21 – Dinophyta, 1 – Naptophyta, 1 – Cercozoa, 1 – Cryptophyta. Наибольшее видовое разнообразие отмечено на ст.1 и 3 (19 и 20 видов), наименьшее – на ст.4 (8 видов). Наибольшее количество видов обнаружено для рода *Prorocentrum* (5 видов). Максимальные значения численности (*N*) и биомассы (*B*) микроводорослей отмечены на ст.3 (13 млн. кл./м³ и 355 мг/м³ соответственно), минимальные – на ст.5 (1,7 млн. кл./м³ и 130 мг/м³ соответственно) (рис.4).

Доминирующими видами на всех станциях были диатомовые *Nitzschia tenuirostris*, *Pseudosolenia calcar-avis* и динофитовые *Prorocentrum compressum*, *P. balticum*. Их численность составляла 19 – 70 % от суммарной. По биомассе лидирующее положение занимала крупноклеточная диатомовая *P. calcar-avis* (87 – 97 % от суммарной), которая не является кормовым объектом мидий и устриц из-за крупных размеров клеток.

В целом, диатомовые водоросли составляли от 50 до 78 % от суммарной численности и 88 – 97 % от суммарной биомассы фитопланктона, динофитовые

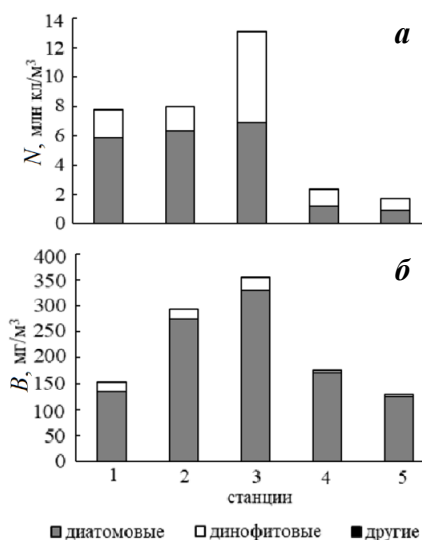


Рис. 4. Количественные показатели фитопланктона по таксономическим группам: численность *N*, млн. кл./м³ (а), биомасса *B*, мг/м³ (б).

– 20 – 48 и 3 – 12 % от суммарных значений численности и биомассы. Численность остальных групп фитопланктона не превышала 1 % от суммы, биомасса – не более 0,1 %. Кристофитовые водоросли – индикаторы органического загрязнения вод – отмечены единично и только на ст.2. Потенциально токсичные виды динофитовых рода *Dinophysis* встречались единично (не более 200 кл./л) и только на ст.3.

Результаты количественных и качественных характеристик фитопланктона показали, что численность микроводорослей в районе исследования достаточно низкая (1,7 – 13,1 млн. кл./м³) при высоком видовом разнообразии (31 вид). Однако летний период (особенно июль и август) в прибрежной зоне Крыма практически всегда характеризуется низкими значениями численности фитопланктона на фоне высокой температуры морской воды [8]. Следовательно, для характеристики пригодности акватории для марикультуры низкая численность планктонных водорослей в летний период не может свидетельствовать о неудовлетворительной кормовой базе в данном районе. Если ранжировать вклад каждого вида микроводорослей в суммарную численность фитопланктона, то получим данные о реальной кормовой базе для моллюсков-фильтраторов (табл.1).

К кормовым микроводорослям мы отнесли те виды, которые в большом количестве постоянно встречали в желудках мидий, к условно кормовым – часто встречаемые в желудках, но только в виде обломков, частей клеток. Виды, доля которых составляет 10 – 100 %, являются доминирующими. В этой группе более 16 % составляет кормовой вид *P. balticum*. Субдоминантные виды (1 – 10 %) практически все входят в пищевой спектр мидий и в сумме их доля составила более 23 %. Виды, доля которых составила менее 1 %, относят к второстепенным, но они могут быть доступным и ценным кормом для мидий, что неоднократно было показано нами ранее [4]. Виды, представленные в планктоне не более 1 – 2 % от суммарной численности, в желудках мидий составляли от 20 до 80 % от всего количества клеток. Это еще раз доказывает, что количественные показатели фитопланктона не всегда отражают реальную кормовую базу для моллюсков-фильтраторов.

Состояние фитопланктона типично для черноморской прибрежной зоны Крыма (в том числе для районов размещения действующих морских ферм) в летний период, когда при равномерном прогреве воды численность фитопланктона снижается до минимальных значений, доминирующее положение занимают крупноклеточные диатомовые водоросли и динофлагелляты. Видовой состав планктонных микроводорослей показал, что большинство обнаруженных в исследуемой акватории водорослей относятся к кормовым или условно кормовым видам и они вносят значительный вклад в суммарную численность фитопланктона (около 50 %). Биомасса фитопланктона, достаточная для удовлетворения пищевых потребностей культивируемых моллюсков, должна быть не менее 170 мг/м³ [9]. Средние биомассы фитопланктона в районе исследований в июле являются достаточными для обеспечения кормом культивируемых моллюсков.

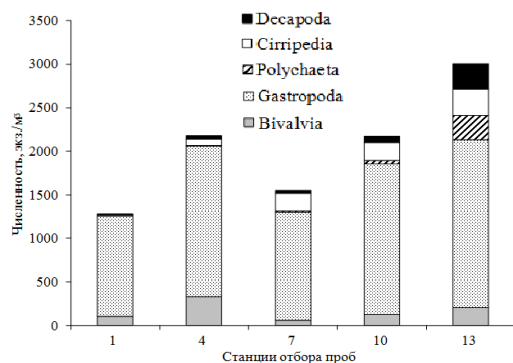
Меропланктон. При организации ферм по выращиванию моллюсков необходимо учитывать данные по таксономическому составу и динамике численности личинок донных беспозвоночных, являющихся объектами культиви-

Т а б л и ц а 1. Вклад отдельных видов микроводорослей в суммарную численность фитопланктона в районе исследования (9 июля 2018 г.).

отдел	вид	доля вида в суммарной численности фитопланктона, %	
Haptophyta	<i>Oolithotus fragilis</i>	0,15	
	<i>Protoperidinium pellucidum</i>	0,15	
	<i>Ceratium fusus</i>	0,17	
Dinophyta	<i>Dinophysis caudata</i>	0,17	
	<i>Heterocapsa triquetra</i>	0,17	
	<i>Peridinium knipowitschii</i>	0,17	
Cryptophyta	<i>Cryptomonas</i> sp.	0,27	
Bacillariophyta	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	0,30	
	<i>Achnanthes brevipes</i>	0,33	
	<i>Ceratium furca</i>	0,33	
Dinophyta	<i>Dinophysis acuminata</i>	0,33	
	<i>Gonyaulax spinifera</i>	0,33	
Bacillariophyta	<i>Proboscia alata</i>	0,45	
Dinophyta	<i>Glenodinium danicum</i>	0,65	
Cercozoa	<i>Hermizinium adriaticum</i>	0,65	
	<i>Prorocentrum cordatum</i>	0,73	
	<i>Ceratium tripos</i>	0,80	
	<i>Gymnodinium kovalevski</i>	0,80	
	<i>Prorocentrum pusillum</i>	1,03	
	Dinophyta	<i>Protoperidinium divergens</i>	1,03
		<i>Protoperidinium stenii</i>	1,03
		<i>Dinophysis rotundata</i>	1,34
		<i>Gymnodinium wulfii</i>	2,03
		<i>Prorocentrum micans</i>	3,06
Bacillariophyta	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	3,11	
	<i>Chaetoceros affinis</i>	4,63	
Dinophyta	<i>Prorocentrum compressum</i>	9,99	
Bacillariophyta	<i>Nitzschia tenuirostris</i>	11,98	
Dinophyta	<i>Prorocentrum balticum</i>	16,87	
Bacillariophyta	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	35,90	

Примечание: жирным выделены кормовые виды, остальные – условно кормовые виды

рования. Кроме того, оседая в акваториях марихозьяйств, некоторые гидробионты могут оказывать негативное влияние на культивируемых моллюсков. В прибрежных водах встречены личинки беспозвоночных, относящиеся к следующим таксонам: тип Arthropoda, подтип Crustacea: инфракласс Cirripedia и отряд Decapoda; тип Mollusca: классы Bivalvia и Gastropoda; тип



Р и с . 5 . Численность меропланктона в июле 2018 г.

ходило более 70 % общей численности меропланктона. Доминировали велигеры *Bittium reticulatum*. Численность личинок массового вида *Rissoa parva* на порядок ниже. В планктоне отмечены велигеры *Caecum trachea*, *Retusa truncatula*. Личинки хищного моллюска рапаны *Rapana venosa* встречаются на ст.2, 4 и 13. Их численность не превышала 8 экз./м³. Велигеры рапаны находились на поздних стадиях развития, следовательно, их оседание можно ожидать в конце июля, что необходимо учитывать при планировании сроков чистки устричных садков на морских хозяйствах.

Суммарная численность личинок *Bivalvia* существенно ниже, чем *Gastropoda*; их доля в меропланктоне не превышала 15 %. Личинки *Mytilus galloprovincialis* в июльских пробах не встречены, что характерно для фенологии личинок мидий в прибрежных водах Крыма. Численность великонх *Mytilaster lineatus* для летнего периода незначительная (от 12 до 155 экз./м³), поскольку, вероятно, большая часть личинок к этому времени уже осела. Великонхи *Teredo navalis* и *Gibbomodiola adriatica* встречены единично. Представители семейств *Cardiidae* и *Veneridae* отмечены на всех станциях, их численность не превышала 87 экз./м³. В планктоне присутствовали не идентифицированные до вида велигеры *Bivalvia*.

У берегов Крыма большинство видов десятиногих раков размножается в летний период, максимальная численность их личинок в планктоне составляла 290 экз./м³ (ст.13). Из личинок *Decapoda* доминировали *Hippolyte leptocerus*, *Upogebia pusilla*, *Pisidia longimana*. Максимальная численность личинок крабов (82 экз./м³) отмечена на ст.13. Постоянным компонентом прибрежного меропланктона являются личинки усонюгих раков (*Cirripedia*). Науплиусы *Amphibalanus improvisus* отмечены во всех пробах, однако их численность не превышала 114 экз./м³, тогда как в период массового размножения численность личинок этого вида выше на порядок. Присутствие в планктоне циприсов позволяет предположить, что основная масса личинок баянуса к этому времени уже осела. У усонюго рака *Verruca spengleri* период размножения только начался, численность их науплиусов достигала 184 экз./м³.

Необходимо отметить низкую численность личинок многощетинковых червей. Только в районе ст.13 она достигала 281 экз./м³ за счет доминирования нектохет семейства *Nephtyidae* (*Nephtys hombergii* и *Nephtys* sp.). На остальных станциях численность личинок полихет колебалась от 8 до

Annelida, класс *Polychaeta*; а также личинки мшанок (*Bryozoa*), кампаторзой (*Entoprocta*), пилидии немертин (*Nemertea*) и актинотрохи *Phoronis* (*Phoronida*).

Суммарная численность меропланктона превышала 1000 экз./м³ (рис.5). Минимальное значение зарегистрировано на ст.1, максимальное – на ст.13. В планктоне преобладали велигеры брюхоногих моллюсков. На всех станциях на долю личинок *Gastropoda* при-

38 экз./м³. Единично зарегистрированы личинки полихет семейств Polynoidae, Spionidae, Capitellidae. В планктоне встречены нектохеты полихет *Magelona rosea*, предпочитающих хорошо аэрированные не загрязненные акватории. Личинки *Sabellaria taurica* находились на разных стадиях развития; для червей этого вида характерно размножение в сентябре. Личинки Kamptozoa, Bryozoa, Nemertea и актинотрохи *Phoronis* встречены единично. Таким образом, таксономический состав меропланктона в районе исследований был типичным для прибрежных вод Крыма в летний период. Из личинок, оказывающих негативное воздействие на культивируемых моллюсков, отмечены велигеры хищного брюхоногого моллюска *R. venosa*.

Заключение. Современное состояние прибрежной зоны западного Крыма от устья р.Бельбек до м.Маргопуло отвечает следующим экологическим критериям пригодности акватории для организации морских хозяйств по выращиванию гидробионтов. В летний период влияние пресных вод на распределение солености не обнаружено. Концентрации кислорода, величины БПК₅ и окисляемости не опускались ниже ПДК, что свидетельствует о чистоте выбранного района. Дефицита кислорода в придонном слое не отмечено. Концентрации минеральных форм фосфора и азота типичные для летнего периода незагрязненных прибрежных вод. Индексы эвтрофикации *E-TRIX* соответствовали низкому трофическому уровню. Состояние фитопланктона типично для черноморской прибрежной зоны Крыма, доминирующее положение занимали крупноклеточные диатомовые водоросли и динофлагелляты. Из 31 вида планктонных микроводорослей 22 относятся к кормовым или условно кормовым. Общие показатели биомассы фитопланктона в прибрежье являются достаточными для обеспечения кормом моллюсков при установке фермы в данном районе. Потенциально токсичные микроводоросли и индикаторы органического загрязнения вод – криптофитовые водоросли отмечены единично. Таксономический состав меропланктона был типичным для прибрежных вод Крыма в летний период. Встречены велигеры хищного брюхоногого моллюска рапаны, в рацион которого входят мидии. Сроки нахождения личинок в планктоне необходимо учитывать при планировании биотехники культивирования двустворчатых моллюсков. Результаты исследований позволяют рекомендовать данный район для развития морских хозяйств в прибрежье западного Крыма. Однако эти выводы следует рассматривать как предварительные, поскольку требуются более детальные гидролого-гидрохимические и гидробиологические исследования этой акватории.

Работа выполнена по теме государственного задания ФГБУН ИМБИ «Исследование механизмов управления продукционными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса», номер гос. регистрации АААА-А18-118021350003-6.

Благодарность. Авторы выражают благодарность А.И.Акимову за предоставленные данные по содержанию хлорофилла *a* и Д.Н.Лишаеву за техническую помощь при отборе проб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В.* Выращивание мидий и устриц в Чёрном море.– Воронеж: ООО «ИЗДАТ-ПРИНТ», 2017.– 508 с.
2. *Ациховская Ж.М., Куфтаркова Е.А.* Абиотические факторы среды в районе сброса сточных вод (Акватория Севастополя) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 1999.– вып.1.– С.47-57.
3. *Методы гидрохимических исследований основных биогенных элементов.*– М.: ВНИРО, 1988.– 119 с.
4. Руководство по методам химического анализа морских вод / Под ред. С.Г.Орадовского.– СПб.: Гидрометеоздат, 1993.– 264 с.
5. *Лях А.М., Брянцева Ю.В.* Компьютерная программа для расчёта основных параметров фитопланктона // Экология моря.– 2001.– вып. 58.– С.87-90.
6. *Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения в том числе нормативов ПДК вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения.* Утверждено Приказом Федерального агентства по рыболовству №20 от 18.01.2010.
7. *Vollenweider R.A., Giovanardi F., Montanari G., Rinaldi A.* Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters, with special reference to the NW Adriatic Sea: Proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index // *Environmetrics.*– 1998.– № 9.– P.329-357.
8. *Поспелова Н.В., Троценко О.А., Субботин А.А.* Изменчивость кормовой базы двусторчатых моллюсков в двухлетнем цикле выращивания на мидийно-устричной ферме (Чёрное море, Голубой залив) // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И.Вернадского. Биология. Химия.– 2018.– т.4 (70), № 4.– С.148-164.
9. *Иванов В.Н., Холодов В.И., Сеничева М.И., Пиркова А.В., Булатов К.В.* Биология культивируемых мидий.– Киев: Наукова думка, 1989.– 100 с.

Материал поступил в редакцию 20.02.2019 г.

V.I.Ryabushko, S.V.Shchurov, N.P.Kovrigina, E.V.Lisitskaya, N.V.Pospelova

A COMPREHENSIVE ENVIRONMENTAL STUDY OF COASTAL AREA OF WESTERN CRIMEA AS JUSTIFICATION OF SELECTION OF MARINE FARMING SITES (BLACK SEA)

In order to study the current ecological status of the coastal zone of the western Crimea and its suitability for organizing marine farms to grow bivalve mollusks, in July 2018, hydrological, hydrochemical and hydrobiological studies were conducted in the water area from the mouth of the r. Belbek to m. Margopulo. Oxygen concentrations, BOD5 values and oxidizability had values below MAC. The magnitudes of the mineral forms of phosphorus and nitrogen were typical for the summer period of unpolluted marine waters. The eutrophication index E-TRIX changed from 1,44 to 2,20 and according to this criterion the waters of the water area correspond to a low trophic level. The average phytoplankton biomass is sufficient to provide the food for farmed mollusks. The taxonomic composition of meroplankton typical of the coastal waters of the Crimea in the summer. The veligers of the predatory gastropod mollusk, *Rapana*, have a negative impact on the cultivated mollusks. The results of comprehensive studies allow us to recommend this area of the coastal zone of the western Crimea for the development of farms for growing clams.

KEYWORDS: hydrochemical characteristics, eutrophication index E-TRIX, phytoplankton, meroplankton, the Black Sea