

УДК 581.526.323.3 (262.5)

БЕНТОСНАЯ ФЛОРА БУХТЫ КАРАНТИННАЯ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ (СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ РЕГИОН, ЧЕРНОЕ МОРЕ)

И.К. Евстигнеева¹, И.Н. Танковская²

Впервые составлен список видов макроводорослей прибрежной зоны бухты Карантинная. В летний период зарегистрирован 41 вид, из которых 11 относятся к отделу Chlorophyta, 5 – к Ochrophyta и 25 – к Rhodophyta. В систематической структуре первые ранговые места заняли *Ulva*, *Polysiphonia*, Rhodomelaceae и Ceramiales. Выявлена высокая стабильность пропорций флоры. Более половины макроводорослей бухты относятся к морским, ведущим, однолетним и олигосапробным видам. Обязательный компонент группы доминантов – мезосапробная *U. rigida*, показатели встречаемости и фитомассы которой, а также уровень развития Chlorophyta позволяют отнести фитоценоз прибрежной зоны бухты к ульвовой ассоциации. Значения коэффициентов сапробности и индекса трофности (E-TRIX) свидетельствуют о наличии средней степени эвтрофирования бухты. Определены черты сходства и различия состава и структуры фитоценоза на разных участках бухты. Установлено, что видовой состав Ochrophyta имеет повышенный уровень пространственной изменчивости, у других отделов она находится в пределах нормы для биологических объектов.

Ключевые слова: Черное море, Крым, бухта Карантинная, макрофитобентос, встречаемость, эколого-таксономическая структура, фитомасса, доминанты, пространственно-временная изменчивость.

Состояние бентосной флоры побережья Черного моря вызывает большой интерес в связи с усилением антропогенного воздействия на морскую среду, приводящего к перестройке состава и структуры коренных фитоценозов. Поскольку макрофиты принимают участие в процессах мелиорации морской среды, мониторинг состояния их сообществ необходим для оценки тенденций изменения качества среды в эвтрофируемых акваториях (Ковальчук, 1992). К таким акваториям относится бухта Карантинная, на берегах которой расположены рекреационные зоны, места стоянок и ремонта кораблей, здесь же размещены выпуски вод ливневой канализации, периодически осуществляются аварийные сбросы неочищенных сточных вод. Несмотря на высокую степень изученности черноморского макрофитобентоса Севастопольского региона, сведения о флоре этой бухты крайне малочисленны и касаются лишь одного ее искусственно изолированного участка и акватории между бухтами Карантинная и Мартынова (Гринцов, Евстигнеева, 2001; Евстигнеева и др., 2009).

Цель работы – исследование состава, структуры и особенностей количественного развития бентосной макрофлоры на разных участках побережья бухты Карантинная, подвергающихся антропогенному воздействию.

Материал и методы

В основу работы положены материалы летней фитобентосной съемки 2009 г. в побережье (глубина до 0,5 м) бухты Карантинная. Она находится в полукилометре в западном направлении от бухты Севастопольская. Ее длина составляет примерно 1,5 км, ширина на выходе 0,5 км, а в средней части сужается до 0,1 км и меньше. В холодное время года бухта подвержена воздействию ветров северных румбов (Кузьминова, Чеснокова, 2016). Бухта имеет многочисленные изгибы, затрудняющие водообмен с внешним рейдом (Миронов и др., 2003). Как было отмечено выше, ее берега используются как места стоянки и ремонта кораблей, здесь же размещен выход канализационного коллектора, производящего залповые выбросы десятков тысяч кубометров неочищенных

¹ Евстигнеева Ирина Константиновна – ст. науч. сотр. отдела биотехнологий и фиторесурсов ФГБУН Института морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, канд биол. наук (ikevstigneeva@gmail.com), ² Танковская Ирина Николаевна – мл. науч. сотр. отдела биотехнологий и фиторесурсов ФГБУН Института морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, (Logrianin@nm.ru).

хозяйственно-бытовых сточных вод. На экологическое состояние бухты существенное влияние оказывает ливневый сток (Куфтаркова и др., 2002). Со стороны Херсонесского заповедника на берегу расположен несанкционированный пляж (Долотов, Иванов, 2007), а в последние годы такой же пляж стал функционировать на противоположном берегу бухты. Несмотря на стихийный характер этих пляжей, они попали в перечень рекреаций Севастопольского региона (Орлова, 2010), где им присвоен показатель привлекательности для отдыхающих, равный 19 (максимальный показатель привлекательности равен 24). Такой же уровень показателя характерен для официальных севастопольских пляжей, расположенных в районе урочища Батилиман и пос. Любимовка. Часть акватории бухты, так называемый «ковш», отгорожена искусственным рифом из сплошной бетонной конструкции и отдельных тетрапод. От Большой Севастопольской бухты этот участок отделен крупным молотом, который, как и риф, затрудняет водообмен. В непосредственной близости от выхода из бухты размещено экспериментальное хозяйство по выращиванию моллюсков. Мидии и устрицы, очищая воду от взвешенных частиц, сами выделяют в среду биогенные элементы и растворенные органические вещества.

В силу ряда обстоятельств большая часть прибрежной акватории бухты остается закрытой для исследований. Поэтому сбор донных макроводорослей проводили на доступных для этого участках бухты, условно поделенных на вершину, среднюю часть и выход (рис. 1). Пробы отбирали по методике, изложенной в рабо-

те А.А. Калугиной-Гутник (Калугина-Гутник, 1975), с применением учетных площадок размером 25×25 см. На каждом участке закладывали по 4–8 таких площадок. Идентификацию видов проводили по «Определителю...» (Зинова, 1967) с учетом современных номенклатурных изменений (Guiry M.D., Guiry G.M., 2018).

Кроме видового состава определяли и пересчитывали на 1 м^2 сырую фитомассу видов и фитоценоза, рассчитывали коэффициенты встречаемости (R , %), сходства видового состава по Жаккару (K_J , %), индекса видового разнообразия Шеннона (H) в модификации Вильма (Wilhm, 1968). Качество морских вод оценивали с помощью флористического коэффициента P (Cheney, 1977), индекса эвтрофирования E-TRIX (Губанов и др., 2002) и коэффициента сапробности X (Dresscher, Mark, 1980).

На основе данных о величине R виды распределяли по группам постоянства. Выявление силы и характера вариабельности отдельных характеристик ценоза проводили на основе шестибалльной шкалы Г.Н. Зайцева, учитывающей величину коэффициента вариации C_v (Зайцев, 1990). Группы доминантов и содоминантов выделяли по шкале доминирования и индивидуальной фитомассе видов (Розенберг, 2005).

Для расчета средних, стандартного отклонения, стандартной ошибки и коэффициента вариации использовали пакет программ STATISTICA 6.0. Различия считали достоверными на уровне значимости $p \leq 0,05$.

Для оценки межгодовых флуктуаций состава и структуры бентосной макрофлоры бухты были

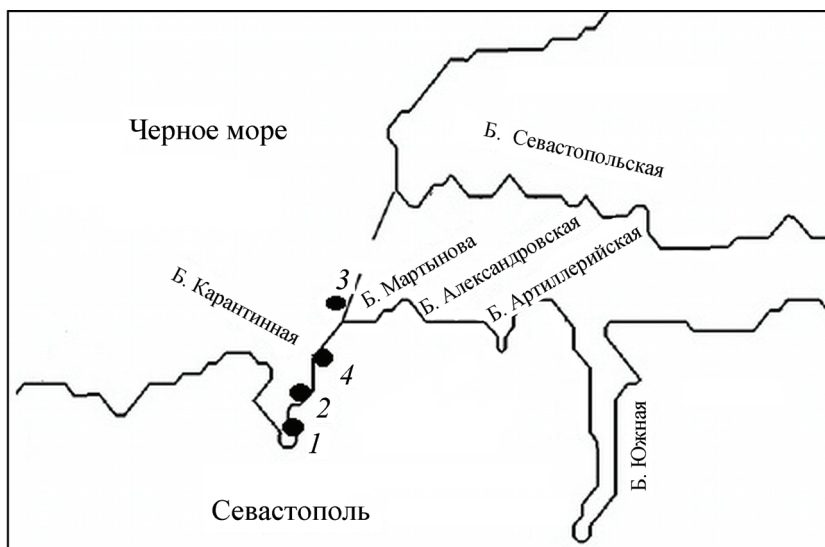


Рис. 1. Картограмма района исследований. Бухта Карантинная: 1 – вершина, 2 – средняя часть, 3 – выход, 4 – «ковш»

привлечены данные, ранее полученные для «ковша» (Гринцов, Евстигнеева, 2001) и в ходе съемки растительности в акватории между бухтами Карантинная и Мартынова (Евстигнеева и др., 2009).

Результаты и обсуждение

Таксономический состав и систематическая структура бентосной макрофлоры бухты Карантинная. Летом в период массовой вегетации большинства черноморских макроводорослей, в прибрежье бухты был обнаружен 41 вид, относящийся к 27 родам, 15 семействам, 12 порядкам отделов Chlorophyta (Ch), Ochrophyta (Och) и Rhodophyta (Rh). Ниже приведен список видов макроводорослей бухты (табл. 1).

Видовое соотношение отделов во флоре бухты можно представить как 2 Ch : 1 Och : 5 Rh. Доля видов доминирующего отдела достигает 60% от общего состава. Для флоры бухты в летний период характерна следующая пропорция видового и надвидовых таксонов:

1 порядок : 1 семейство : 2 рода : 3 вида,

которая остается неизменной на любом из исследованных участков водоема (табл. 2).

Показателями систематической структуры выступают так называемые таксономические спектры (Семкин и др., 1978), к которым можно отнести флористические спектры, отражающие состав и последовательность расположения семейств по числу видов и родов, родов по числу видов, порядков по числу всех соподчиненных таксонов (Шмидт, 1984). В табл. 3 представлен флористический спектр надвидовых таксонов с высоким видовым разнообразием.

Общее разнообразие ключевых таксонов велико. Их доля в соответствующих спектрах составляет 15, 27 и 25% у родов, семейств и порядков соответственно. Тем не менее ведущие семейства и порядки имеют в своем составе по 67% всех видов. Однако опыт показывает, что такие показатели характерны для первых десяти семейств или порядков (Толмачев, 1986). Замыкают спектр семейств и порядков таксоны, в большинстве своем представленные одним видом (Cladostephaceae, Sphacelariaceae, Cystoseiraceae, Sporochneaceae, Cutleriaceae, Gelidiaceae, Halpalidiaceae, Corallinaceae, Halymeniaceae, Erythrotrichiaceae, Acrochaetiaceae, Spacelariales, Fucales, Sporochneales, Cutleriales, Gelidiales, Corallinales, Halymeniales, Bangiales, Acrochaetiales). Их вклад в систематическую структуру флоры бухты составляет 73 и 75% от общего числа семейств и порядков со-

ответственно. Первые ранговые места занимают четыре таксона, три из которых относятся к Rh (табл. 3).

Флористическое богатство любой территории характеризуют такие показатели, как число видов, родов, семейств и порядков. Кроме них к группе показателей систематического разнообразия относятся так называемые пропорции флоры. Данные, представленные в табл. 1, свидетельствуют о некоторой консервативности таких пропорций и, в первую очередь, соотношений в/с, р/с, с/п, п/с/р/в, одинаковых на разных участках исследованного прибрежья. При этом только «родовой коэффициент» (в/р) на выходе из бухты существенно превышает подобный на других участках. Безусловно, такая стабильность пропорций флоры обеспечивает сохранность структуры фитоценозов в лабильных условиях прибрежного мелководья, когда отдельные элементы системы могут подвергаться изменениям, но их соотношение остается постоянным.

Встречаемость видов и сходство видовой структуры на разных участках бухты Карантинная. Встречаемость достаточно хорошо характеризует приуроченность видов к определенным условиям существования (Иогансен, Файзова, 1978). Среди постоянных обитателей трех участков мелководной зоны бухты присутствуют 14 видов (треть общего видового состава). Эти виды относятся к Ch и преимущественно к Rh (64%). В зависимости от величины коэффициента встречаемости виды сообщества макроводорослей бухты делятся на две группы: постоянную (24 вида; 58,5% от общего состава) и добавочную (16 видов; 41,5%). Отсутствие случайных видов с коэффициентом $R < 25\%$, весомость вклада константных элементов с максимально высокой встречаемостью свидетельствуют о наличии такого ядра видовой структуры, которое остается неизменным на любом из трех участков.

С учетом данных, полученных в результате обследования мелководной зоны изолированного участка бухты («ковш») в 2005 г., общее число видов составляет 44, однако соотношение отделов, к которым они относятся, почти не меняется и по-прежнему указывает на доминирование видов Rh. Изменения коснулись лишь распределения видового состава между группами постоянства. Если результаты исследований в 2009 г. свидетельствуют о превалировании группы постоянных видов, то с учетом данных более ранней съемки 61% видов переходит в категорию добавочных, у которых R больше 25%, но меньше 50%. Случайные виды

Т а б л и ц а 1

Таксономический состав бентосной макрофлоры бухты Карантинная и встречаемость видов в разных частях бухты

Название таксона	Участок бухты		
	1	2	3
Отдел Chlorophyta (Ch)			
Класс Ulvophyceae			
Порядок Cladophorales			
Семейство Boodleaceae			
<i>Cladophoropsis membranacea</i> (H. Bang ex C. Agardh) Børgesen	+	+	+
Семейство Cladophoraceae			
<i>Chaetomorpha aërea</i> (Dillwyn) Kütz.	+		
<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F. Müll.) Kütz.		+	+
<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kütz.	+	+	+
<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kütz.	+	+	+
<i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kütz.		+	
Порядок Ulvales			
Семейство Ulvaceae			
<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen	+	+	
<i>Ulva intestinalis</i> L.	+	+	+
<i>Ulva linza</i> L.	+	+	
<i>Ulva rigida</i> C. Agardh	+	+	+
Семейство Ulvellaceae			
<i>Ulvella viridis</i> (Reinke) R. Nielsen, C.J. O'Kelly et B. Wysor	+		
Отдел Ochrophyta (Och)			
Класс Phaeophyceae			
Порядок Sporochneales			
Семейство Sporochnaceae			
<i>Nereia filiformis</i> (J. Agardh) Zanardini	+		
Порядок Tilopteridales			
Семейство Cutleriaceae			

Продолжение табл. 1

Название таксона	Участок бухты		
	1	2	3
<i>Zanardinia typus</i> (Nardo) P.C. Silva		+	
Порядок Sphacelariales			
Семейство Sphacelariaceae			
<i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) C. Agardh	+	+	
Семейство Cladostephaceae			
<i>Cladostephus spongiosum</i> (Huds.) C. Agardh	+		
Порядок Fucales			
Семейство Sargassaceae			
<i>Cystoseira barbata</i> (Stackh.) C. Agardh	+	+	
Отдел Rhodophyta (Rh)			
Класс Compsopogonophyceae			
Порядок Erythropeltales			
Семейство Erythrotrichiaceae			
<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J. Agardh	+	+	
Класс Florideophyceae			
Порядок Acrochaetiales			
Семейство Acrochaetiaceae			
<i>Acrochaetium secundatum</i> (Lyngb.) Nägeli		+	
Порядок Gelidiales			
Семейство Gelidiaceae			
<i>Gelidium crinale</i> (Hare ex Turner) Gaillon	+	+	+
<i>Gelidium spinosum</i> (S.G. Gmel.) P.C. Silva	+	+	+
Порядок Corallinales			
Семейство Corallinaceae			
<i>Phymatolithon lenormandii</i> (Areschoug) Adey		+	
<i>Hydrolithon farinosum</i> (J.V. Lamour.) Penrose & Y.M. Chamb.	+	+	

Окончание табл. 1

Название таксона	Участок бухты		
	1	2	3
<i>Ellisolandia elongata</i> (J. Ellis & Sol.) K.R. Hind & G.W. Saunders		+	+
Порядок Ceramiales			
Семейство Ceramiaceae			
<i>Antithamnion cruciatum</i> (C. Agardh) Nägeli	+	+	
<i>Callithamnion corymbosum</i> (Sm.) Lyngb.	+	+	+
<i>Ceramium ciliatum</i> (J. Ellis) Ducluz.	+		
<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightf.) Roth		+	+
<i>Ceramium virgatum</i> Roth	+	+	
<i>Ceramium secundatum</i> Lyngb.	+	+	+
Семейство Wrangeliaceae			
<i>Spermothamnion strictum</i> (C. Agardh) Ardissonne	+	+	+
<i>Pterothamnion plumula</i> (J. Ellis) Nägeli			+
Семейство Rhodomelaceae			
<i>Palisada perforata</i> (Bory) K.W. Nam		+	
<i>Laurencia coronopus</i> J. Agardh		+	
<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V.	+		
<i>Polysiphonia elongata</i> (Huds.) Spreng.	+	+	
<i>Polysiphonia denudata</i> (Dillwyn) Grev. ex Harv.	+	+	+
<i>Polysiphonia opaca</i> (C. Agardh) Moris & De Not.		+	
<i>Polysiphonia brodiei</i> (Dillwyn) Sprengel		+	
<i>Vertebrata subulifera</i> (C. Agardh) Kuntze	+	+	+
<i>Chondria dasyphylla</i> (Woodward) C. Agardh	+		
Порядок Halymeniales			
Семейство Halymeniaceae			
<i>Dermocorynus dichotomus</i> (J. Agardh) Gargiulo, Morabito & Manghisi	+	+	+

Примечание: 1 – вершина бухты, 2 – средняя часть бухты, 3 – выход из бухты.

Т а б л и ц а 2

Показатели флористического богатства и систематического разнообразия бентосной флоры бухты Карантинная

Участок бухты	Число				Пропорции флоры				
	видов	родов	семейств	порядков	в/с	р/с	в/р	с/п	п/с/р/в
Все побережье	40	27	15	12	2,7	1,8	1,5	1,2	1:1:2:3
Вершина	29	22	13	11	2,2	1,7	1,3	1,2	1:1:2:3
Средняя часть	33	22	13	11	2,5	1,7	1,5	1,2	1:1:2:3
Выход	17	14	8	7	2,1	1,7	2,1	1,1	1:1:2:3

О б о з н а ч е н и я: в/с – среднее число видов в семействе, р/с – среднее число родов в семействе, в/р – среднее число видов в роде, с/п – среднее число семейств в порядке, п/с/р/в – пропорция видового и надвидовых таксонов.

Т а б л и ц а 3

Флористический спектр ведущих (по числу видов *N*) надвидовых таксонов в бухте Карантинная

Род			Семейство				Порядок				
таксон	<i>N</i>		ранг	таксон	<i>N</i>		ранг	таксон	<i>N</i>		ранг
	ед.	%			ед.	%			ед.	%	
<i>Ulva</i>	4	10	1	Rhodomelaceae	9	22,5	1	Ceramiales	16	40	1
<i>Polysiphonia</i>	4	10	1	Ceramiaceae	7	17,5	2	Cladophorales	6	15	2
<i>Cladophora</i>	3	7,5	2	Cladophoraceae	6	15,0	3	Ulvales	5	12,5	3
Всего	14	35		всего	27	67,5		всего	27	67,5	

по-прежнему отсутствуют. Число видов с максимально высокой встречаемостью сокращается почти вдвое. В сравниваемые годы сходство таких видов составляет 57%. Возможно, изолированность одного из участков прибрежной акватории бухты и близкое к нему размещение выпуска хозяйственно-бытовых и ливневых стоков способствуют формированию флоры, адекватной сложившимся условиям. Своеобразие такой флоры вызывает перераспределение макроводорослей бухты между группами постоянства и количественные изменения комплекса константных элементов с максимально высоким значением *R*.

Анализ величин коэффициента Жаккара показал сходство общей видовой структуры на разных участках бухты, оцениваемое в среднем на 40±5%. Виды фитоценоза вершинной части и выхода из бухты совпадают наполови-

ну, меньше всего общих видов в средней части и на выходе ($K_j = 38\%$). Сравнительно высокая однородность видового состава двух противоположных участков бухты может быть отражением некоторого сходства условий обитания, в частности, за счет наличия здесь эвтрофирования морской среды. На выходе из бухты этому способствует работа ранее упомянутых канализационного и ливневых спусков. По данным (Куфтаркова и др., 2002) в августе 2001 г. во время ливня можно было наблюдать повышение концентраций NO_3 , NH_4 и PO_4 . Вершинная часть бухты также испытывает мощное антропогенное воздействие и имеет невысокую циркуляцию вод (Овсяный и др., 2001).

Среди отделов степень сходства их видовых комплексов на разных участках бухты увеличивается в ряду Och → Ch → Rh. Если привлечь для сравнения данные, полученные для «ковша», то

окажется, что здесь макроводоросли сходны с таковыми на других участках лишь на треть. Среди Och общие виды не обнаружены. Красные водоросли на выходе из бухты и в акватории «ковша» совпадают на 42%, а в средней части и в «ковше» – менее чем на треть ($K_J = 29\%$). Высокую степень подобия проявляют макроводоросли Ch независимо от того, насколько сопредельны или территориально разобщены населенные ими участки мелководья бухты.

Общая экологическая характеристика бентосной флоры бухты Карантинная. Среди макроводорослей бухты обнаружены представители 12 экологических групп из 13 известных для макрофитобентоса Черного моря (Калугина-Гутник, 1975). Более половины видов относятся к морским, ведущим, однолетним и олигосапробным водорослям, что типично для мелководья большинства черноморских бухт (Евстигнеева, Танковская, 2010; 2015; 2017). Второе по значимости место принадлежит солоноватоводно-морским, сопутствующим, многолетним и мезосапробным видам. На их долю приходится 24–39% от общего состава. Степень полнотности экологических спектров разных отделов убывает в ряду Ch → Rh → Och. Среди Rh нет представителей солоноватоводной группы, Och на 100% сложен морскими, олигосапробными и на 80% ведущими и многолетними видами. Каждый отдел обладает своей комбинацией доминирующих экогрупп, однако у них есть общее – господство ведущих и олигосапробных видов. Кроме того, для Och и Rh одинаково характерно господство морских видов, а для Ch и Rh – еще и однолетних. Отдел Ch имеет самый своеобразный экоспектр за счет преобладающего развития солоноватоводно-морских водорослей, а также за счет солидаризированного доминирования ведущих и сопутствующих, олиго- и мезосапробных видов.

Коэффициент сапробности, в расчетах которого учитывается внутригрупповое соотношение α - и β -мезосапробионтов, равен 1,4, что свидетельствует о средней степени эвтрофирования водной среды в бухте. Такой вывод сочетается с заключением, сделанным исследователями на основе расчета индекса E-TRIX (Губанов и др., 2002). Поступающие со стоками органические вещества за счет водообмена с прилегающей частью моря и мидийной фермой подвергаются достаточно интенсивной деструкции (Куфтаркова, 2006). Следует обратить внимание на величину рассчитанного нами флористического коэффициента Ченя ($P = 7$), указывающую на наметившееся отклоне-

ние качества морской среды в бухте от средней степени эвтрофирования к более высокой.

Рассмотрим в отдельности особенности макрофлоры в районе вершины, средней части и на выходе из бухты с последующим сравнением полученных результатов.

Вершина бухты. Большая часть дна вершины бухты покрыта алевритовым и алевро-пелитовым илом, меньшая – пелитовым. Мелководье занято ракушняком, часто с примесью ила, песка и камней (Миронов и др., 2003). В состав фитоценоза этого участка входят 29 видов, на долю которых приходится 79% от общего числа идентифицированных видов бухты. Наибольшим видовым разнообразием отличается Rh (55%), наименьшим – Och (14%). Доля видов Ch вдвое выше, чем у Och и примерно во столько же меньше, чем у Rh. Вклад видов разных отделов в общую структуру достаточно высок: от 64% у Rh до 82% у других отделов. Видовая пропорция трех отделов у вершины бухты выглядит так:

$$2 \text{ Ch} : 1 \text{ Och} : 4 \text{ Rh}.$$

Обнаруженные в биотопе вершины бухты виды относятся к 22 родам, 13 семействам и 11 порядкам. Таксономическая пропорция отделов Ch и Rh совпадает:

$$2 \text{ рода} : 1 \text{ семейство} : 1 \text{ порядок},$$

а все три отдела объединены соотношением надродовых таксонов. К таксонам с высоким видовым разнообразием относятся Ulvales, Ceramiales, Cladophoraceae, Ulvaceae, Ceramiaceae, Rhodomelaceae, *Ulva*. Перечисленные семейства и порядки объединяют 52–66% общего числа видов вершины бухты. Для ее фитоценоза характерен самый низкий родовой коэффициент, тогда как среднее число родов в семействе и семейств в порядке не отличается от таковых на других участках (табл. 2).

Видовой состав отделов и фитоценоза на станциях вершинной части бухты варьирует по-разному: от верхненормальной изменчивости у Ch до большой у Rh и очень большой у Och. Видовой состав всего фитоценоза подвержен значительным вариациям (табл. 4).

Установлено, что в составе фитоценоза вершины бухты с небольшим преимуществом преобладают виды случайной группы (41%). Вторая позиция занята добавочной и постоянной группами. *Ulva rigida* обладает 100%-й встречаемостью. Среди экологических групп обильно представлены морская, ведущая, однолетняя и олигосапробная с долей участия, равной 52–62%.

Т а б л и ц а 4

Вариабельность видового состава макроводорослей бухты Карантинная в летний период

Показатель	Вершина	Средняя часть	Выход
Chlorophyta			
$x \pm \Delta^*$	4,3 ± 0,8	3,9 ± 0,9	4,0 ± 1,1
$C_v, \%$	26	32	25
Тип изменчивости	верхняя норма	верхняя норма	верхняя норма
Ochrophyta			
$x \pm \Delta$	1,1 ± 0,8	0,6 ± 0,6	–
$C_v, \%$	93	147	–
Тип изменчивости	очень большая	аномальная	–
Rhodophyta			
$x \pm \Delta$	4,6 ± 2,8	8,4 ± 0,6	9,1 ± 1,1
$C_v, \%$	83	11	11
Тип изменчивости	большая	нижняя норма	нижняя норма
Фитоценоз			
$x \pm \Delta$	10,0 ± 3,9	12,9 ± 1,1	13,0 ± 2,0
$C_v, \%$	53	13	13
Тип изменчивости	значительная	нижняя норма	нижняя норма

О б о з н а ч е н и я: $x \pm \Delta$ – среднее значение ± доверительный интервал; $C_v, \%$ – коэффициент вариации.

Солоноватоводные, редкие, сезонные и полисапробные виды нехарактерны для данного участка бухты. Их вклад в общую экологическую структуру не превышает 10%.

Для фитоценоза вершины бухты Ch характерен полночленный спектр идентифицированных групп, среди которых главенствуют солоноватоводно-морская, ведущая, сопутствующая, однолетняя, олиго- и мезосапробная, каждая из которых включает от 33 до 78% видов отдела в бухте. Спектр экогрупп Och отличается неполночленностью, поскольку в нем отсутствуют солоноватоводные, солоноватоводно-морские, сезонные, однолетние, мезо- и полисапробные виды. Этот отдел полностью представлен морскими, многолетними, олигосапробными видами и на 75%

ведущими. Такая однородность состава Och характерна для многих районов черноморского мелководья. Среди видов Rh отсутствуют представители солоноватоводной группы, а наибольшее развитие получают морские, однолетние, олиго- и мезосапробные виды, что напоминает комбинацию доминирующих групп у Ch, а также ведущие виды, как это было отмечено у Och. Однако качественное совпадение доминирующих групп у разных отделов не исключает различия в количественной представленности одноименных групп.

Фитомасса всех видов фитоценоза составляет 3222 г·м⁻², 54% которой приходится на виды Ch (рис. 2). Наибольший размах значений средней фитомассы принадлежит видам Ch, а индивиду-

альной – Och. Второе место по этим показателям занимает Rh. Основные виды-продуценты в фитоценозе вершины бухты – *U. rigida* и *Cystoseira barbata*, на долю которых приходится по 23% фитомассы сообщества. В качестве содоминантов выступают *Cladophora laetevirens*, *C. albida* и *Gelidium crinale* (12–15% от общей фитомассы), проявляющие себя как индикаторы средней и высокой степени эвтрофирования водной среды. С учетом шкалы Любарского виды, обитающие в биотопе вершины бухты, можно разделить на четыре класса доминирования, среди которых численно преобладают малозначимые виды. Доля второстепенных и субдоминантных видов ниже соответственно в 3 и 5 раз (табл. 5). Индекс Шеннона для фитоценоза вершины бухты относительно высок (3,04) и свидетельствует о полидоминантной структуре сообщества водорослей.

Средняя часть бухты. Макрофитобентос данного участка бухты представлен 33 видами отделов Ch, Och и Rh, что составляет 80% от общего числа видов в бентосной флоре мелководья всей бухты. Видовая пропорция отделов в средней части отличается от таковой в вершинной части бухты, но по-прежнему свидетельствует о преимуществе красных водорослей и незначительности вклада бурых (9%) в общее видовое разнообразие.

Соотношение надвидовых таксонов у Ch, Rh и всего фитоценоза в описываемой части бухты совпадает с таковым в ее вершинной части, а таксо-

номическая структура Och и здесь остается упрощенной:

1 порядок : 1 семейство : 1 род : 1 вид.

Для фитоценоза средней части бухты характерно самое высокое среднее число видов в семействе (табл. 2). Число богатых видами семейств и порядков здесь вдвое меньше (Cerariales, Ceramiaceae, Rhodomelaceae). Однако спектр родов с высоким видовым разнообразием расширен за счет включения в него *Polysiphonia*. Таксоны, насыщенные родами, качественно и количественно не отличаются от таковых в вершинной части бухты.

Для фитоценоза средней части бухты, в отличие от вершинной, характерно иное соотношение групп постоянства. Так, число видов с максимално высоким коэффициентом *R* выше в 4 раза и включает 12% видов, локализованных на данном участке водоема. Основная часть константных компонентов относится к Ch. Случайная и добавочная группы представлены одинаковым числом видов, суммарная доля которых равна 76%. Видовое разнообразие добавочной группы и относительное число видов постоянной группы соответственно выше и ниже, чем в вершинной части. Абсолютное число постоянных видов остается практически на одном уровне.

Среднее число видов Ch и тип изменчивости самого показателя в двух описанных частях бухты совпадают. Этот же показатель у Och в средней части бухты вдвое ниже, а у Rh в такой же

Таблица 5

Структура доминирования (по фитомассе) видов в бухте Карантинная

Класс доминирования видов	Участки бухты		
	Вершина	Средняя часть	Выход
Малозначимые	15/60	17/58,6	8/47,1
Второстепенные	5/20	7/24,1	5/29,4
Субдоминантные	3/12 <i>C. laetevirens</i> , <i>C. albida</i> , <i>G. crinale</i>	3/10,3 <i>C. barbata</i> , <i>D. dichotomus</i> , <i>C. secundatum</i>	2/11,8 <i>C. secundatum</i> , <i>C. laetevirens</i>
Доминантные	2/8 <i>U. rigida</i> , <i>C. barbata</i>	2/6,9 <i>U. rigida</i> , <i>C. laetevirens</i>	2/11,8 <i>U. rigida</i> , <i>D. dichotomus</i>

Примечание: перед чертой абсолютное число видов, за чертой – относительное (%).

степени выше, чем на прилегающей акватории (табл. 4). Изменчивость видового состава Och здесь выше, а Rh – ниже.

Общий спектр экологических групп, к которым относятся макроводоросли биотопа средней части бухты, полночленный со смещением в сторону морских, ведущих, однолетних, олиго- и мезосапробных видов. Вклад таких видов в общий состав достигает 42–70%. Сезонную, полисапробную, сопутствующую и редкую группы представляют 2–6 видов, на долю которых приходится 6–19% видов в средней части бухты. Степень полночленности экоспектров отделов возрастает в ряду Och → Rh → Ch. Невысоким экологическим разнообразием отличается Och, поскольку представляющие его виды на 100% принадлежат морской, ведущей, многолетней и олигосапробной группам. Среди Rh нет солонатоводных видов, преобладают морские, ведущие, однолетние и олигосапробные водоросли (50–75%). Доминирование двух последних групп (по 50%) не столь выраженное, поскольку на многолетники и мезосапробионты приходится по 45% от общего видового состава. Все три отдела отличаются господством ведущих видов. Ch и Rh объединены за счет такой же роли их однолетников, а Och и Rh – за счет морских и олигосапробных водорослей. Экоспектры Och и Rh близки по составу ключевых групп, а индивидуальность спектра Ch обеспечена перечнем галобных и сапробных групп.

Фитомасса видов разных отделов варьирует широко, что прежде всего касается видового комплекса Ch, у Rh и особенно у Och размах крайних значений показателя ниже. Еще сильнее выражены вариации индивидуальной фитомассы видов, у которых минимум и максимум отличаются друг от друга на несколько порядков. На долю видов Ch в средней части бухты приходится 55% фитомассы фитоценоза, вторую позицию занимают виды Rh (38%), что ранее было отмечено для фитоценоза ее вершинного участка (рис. 2). Основные продуценты – мезосапробная *U. rigida* и полисапробная *C. laetevirens*, фитомасса которых составляет четверть общей фитомассы. Группа содоминантов представлена единственным видом *Ceramium secundatum*. Применение шкалы Любарского подтверждает статус видов-доминантов и дополняет перечень содоминантов двумя видами олигосапробной природы (табл. 5). Индекс Шеннона несколько ниже, чем в вершинной части (2,88), что соответствует характеру распределения фитомассы между видами.

Выход из бухты. Здесь макроводоросли представлены 17 видами (43% от общего числа видов мелководья бухты), из них более половины относятся к Rh (65%), остальные – к Ch. Бурые водоросли на выходе из бухты не зарегистрированы. Вклад зеленых водорослей этого участка биотопа в общий видовой состав фитоценоза и отдельно в состав его Ch во всей бухте равен 15 и 54% со-

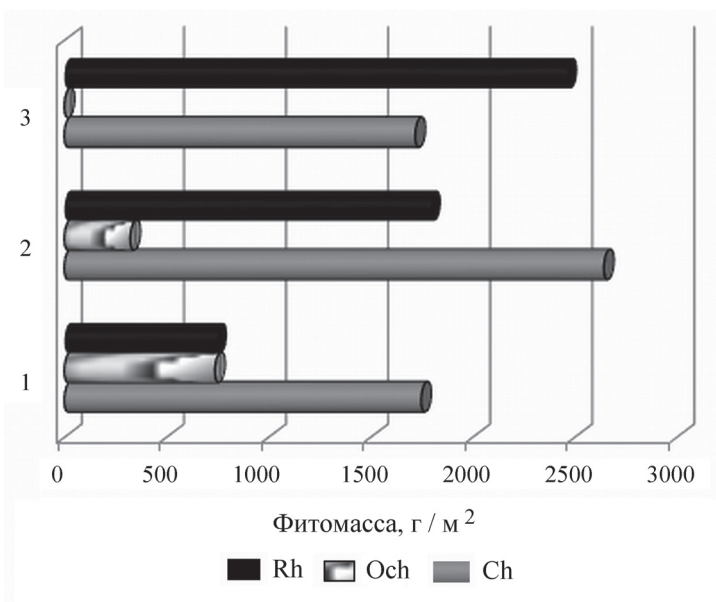


Рис. 2. Распределение фитомассы макроводорослей разных участков бухты Карантинная (1 – вершина, 2 – средняя часть, 3 – выход)

ответственно. У Rh такие показатели составляют 27 и 44%.

Видовое соотношение отделов выглядит как

$$1 \text{ Ch} : 2 \text{ Rh}.$$

Для таксономической структуры фитоценоза на выходе из бухты характерно наименьшее число как видов, так и надвидовых таксонов. Однако соотношение таксонов разных рангов в фитоценозе совпадает с таковым на других участках. Среди таксонов наиболее богаты видами Ceramiales, Ceramiaceae, Cladophoraceae, *Ulva*, *Cladophora* и *Gelidium*. Относительно высокое разнообразие родов характерно для Ceramiales, Cladophorales, Ceramiaceae, Cladophoraceae. Для Ch среднее число видов и изменчивость такие же, как в вершинной части бухты. Для Rh и всего фитоценоза эти показатели такие же, как в средней части бухты.

Встречаемость видов на станциях варьирует в диапазоне 33–100%. Максимальным показателем *R* обладает большее число видов, чем на других участках бухты. В основном они относятся к Rh. Виды случайной категории отсутствуют, а постоянной занимают лидирующее положение, что свидетельствует о высокой константности видового состава фитоценоза в акватории, прилегающей к открытой части моря. Известно, что открытые участки моря отличаются выраженной однородностью условий обитания морских растений.

Виды, произрастающие на выходе из бухты, относятся к 12 экогруппам, среди которых единолично господствуют ведущие, однолетние водоросли, а солидарно – солоноватоводно-морские и морские, олиго- и мезосапробные. Перечень доминирующих экогрупп во многом схож с их составом в средней части бухты. Доля базовых групп при единоличном доминировании достигает 65%, при солидарном – 35–47%.

Среди видов отдела Ch, экоспектр которого в данной части бухты полночленный, с небольшим преимуществом развиваются солоноватоводно-морские и ведущие виды (по 50% от общего видового состава на выходе), высок вклад однолетников (67%) и равное представительство всех групп сапробности. Подавляющая часть видового состава Rh относится к ведущим и однолетним водорослям. Примерно в равной степени представлены морские и солоноватоводно-морские, мезо- и олигосапробные виды.

Размах вариаций средней и индивидуальной фитомассы видов на выходе из бухты достаточно велик, а крайние значения показателя отличаются на несколько порядков. При этом общая фитомасса фитоценоза на выходе и в средней части

бухты сопоставима. Вклад Ch и Rh в продукционный процесс достигает 41 и 59% (рис. 2). Следовательно, на выходе Rh выступает доминантом не только по уровню видового разнообразия, но и по величине своей фитомассы. В сообществе функционируют два вида-доминанта, фитомасса которых не превышает 30% (табл. 5). Их содоминантами являются мезосапробный *C. secundatum* (16,8%) и полисапробная *C. laetevirens* (17,5%).

Значение индекса Шеннона на выходе из бухты ниже, чем на других участках, особенно при сравнении с ее вершинной частью.

Сравнительная характеристика бентосной флоры разных участков прибрежной зоны бухты Карантинная

Таксономический состав. Установлено, что независимо от локации фитоценоза в нем всегда преобладают виды Rh, а вторая позиция занята представителями Ch. В фитоценозе и у каждого отдела всюду сохраняется одно и то же соотношение надвидовых таксонов. Среди ключевых таксонов обязательно присутствуют Ceramiales, Ceramiaceae, *Ulva*, а также Cladophoraceae, отличающаяся разнообразием родов. Заметное сходство видового разнообразия проявляют макроводоросли сопредельных верхней и средней частей бухты.

Различие проявляется в более выраженном превосходстве Rh по абсолютному и относительному числу видов в средней части. Не совпадает видовое соотношение отделов, разнообразие доминирующих семейств уменьшается, а разнообразие родов увеличивается в направлении от вершины к выходу из бухты. Изменчивость видового состава в вершинной части выше, чем на других участках. Максимум большинства показателей видовой и флористической структур приходится на вершинную и особенно среднюю части бухты.

Встречаемость видов. В составе фитоценоза на любом участке бухты присутствуют виды со 100%-й встречаемостью, а также представители постоянной и добавочной категорий. Различие выражается в отсутствии случайных видов на выходе из бухты, в увеличении разнообразия и доли участия видов с максимально высокой встречаемостью по мере удаления от вершины бухты. По-разному выглядит соотношение групп постоянства с учетом относительного числа видов в них: у вершины бухты преобладают случайные виды, в средней части – они же и добавочные, на выходе – постоянные. Возможно, это связано с тем, что условия обитания на открытых участках бух-

ты более однородны и постоянны, чем на участках, удаленных от выхода из нее.

Экологическая структура. На разных участках бухты экологическая структура проявляет больше сходства, чем различия. Независимо от локации фитоценоза в бухте его экоспектр всегда полночленный, с незначительным вкладом редких, сезонных, полисапробных видов и обязательным присутствием среди доминантов ведущей группы. Выявлены высокое постоянство и однородность экологического состава Och. Установлено, что для Ch характерно преимущественное развитие солоноватоводно-морских, ведущих и однолетних видов, а для Rh – морских, ведущих и однолетних.

Различие касается только сапробной части экоспектров Rh и Ch, когда на разных участках бухты доминируют свои сапробные группы.

Фитомасса и доминанты. В фитоценозе большей части обследованной акватории самым высоким вкладом в продукционный процесс обладают виды Ch. Массовое развитие получают малозначимые виды, а представители категории абсолютных доминантов отсутствуют. Для фитоценоза в любой части бухты характерно равное или близкое к нему число доминантных и содоминантных видов. При этом ключевым доминантом всегда остается *U. rigida*.

В каждой части бухты наряду с *Ulva rigida* синхронно доминирует еще один вид: *C. barbata* (у вершины), *C. laetevirens* (в средней части), *D. dichotomus* (на выходе из бухты). Качественное сходство содоминантных видов в фитоценозе вершинной части и выхода из бухты, средней части и выхода из бухты оценивается низким коэффициентом K_j (25%). Среди содоминантов в вершинной и средней частях общие виды вообще отсутствуют. Содоминантные виды вершинной части и на выходе из бухты относятся к поли- и мезосапробионтам, что свидетельствует об эвтрофировании морской среды на этих участках. В фитоценозе средней части присутствуют олигосапробионты.

Наличие *U. rigida* как обязательного элемента группы доминантов, ее показатели встречаемости, абсолютной и относительной фитомассы, уровень развития и участия зеленых водорослей в продукционном процессе позволяют причислить фитоценоз мелководной зоны бухты к ульвовой ассоциации, принадлежащей к группе формаций сообщества зеленых водорослей (Калугина-Гутник, 1975).

Изменчивость видового состава. На каждом участке бухты видовой состав Ch изменяется по

станциям в пределах одной и той же верхней нормы, среднее число видов отдела везде примерно одинаковое. Для видового разнообразия Och неизменно характерен повышенный уровень изменчивости. Среднее число видов Rh, в отличие от такового у других отделов, увеличивается от вершины до выхода из бухты. Изменчивость показателя в вершинной части по шкале Г.Н. Зайцева большая, а на остальных участках низкая ($C_v = 11\%$).

Полученные в ходе исследований 2009 г. данные были сопоставлены с результатами фитобентосной съемки, проведенной летом 2005 г. вблизи выхода из бухты. Это позволило установить, что на глубине до 0,5 м в сравниваемые сроки число видов Ch было одним и тем же, хотя их качественное подобие составляло 57%. В 2009 г. число видов Och было меньше на два таксона, а их сходство касалось лишь половины состава. В этом же году было отмечено более высокое разнообразие Rh, сходство которого в сравниваемые сроки оценивалось на 57%. Эта же степень подобия характерна и для видового состава всего фитоценоза. Наличие такого числа общих видов, безусловно, свидетельствует о единстве происхождения флоры бухты, состав которой при этом подвержен межгодовой флуктуации. Однако такие флуктуации не затрагивают целый ряд таксономических пропорций, обеспечивая тем самым динамическую устойчивость прибрежных фитоценозов.

В разные годы идентичны такие пропорции:

Och

1 порядок : 1 семейство : 1 род : 1 вид,

Rh

1 порядок: 1 семейство : 3 рода : 4 вида,
весь фитоценоз

1 порядок : 1 семейство : 2 рода : 3 вида.

Близки к совпадению и таксономические пропорции Ch.

Заключение

1. Впервые составлен список видов макроводорослей прибрежной зоны бухты Карантинная. Всего в летний период зарегистрирован 41 вид, из которых 11 относятся к Chlorophyta, 5 – к Ochrophyta и 25 – к Rhodophyta. В систематической структуре первые ранговые места заняты *Ulva*, *Polysiphonia*, Rhodomelaceae и Ceramiales.

2. Выявлена высокая стабильность соотношения видов и систематических категорий высшего ранга (пропорции флоры), независимо от локализации фитоценоза в бухте.

3. Среди макроводорослей бухты обнаружены представители большинства экологических групп, известных для черноморского макрофитобентоса. Более половины видов относятся к морским, ведущим, однолетним и олигосапробным водорослям.

4. Для системы доминирования в фитоценозе бухты характерны весомость вклада малозначимых видов и отсутствие абсолютных доминантов.

5. Обязательный компонент группы доминантов – мезосапробная *U. rigida*, показатели встречаемости и фитомассы которой, уровень развития зеленых водорослей позволяют причислить фитоценоз прибрежной зоны бухты к ульвово-ассоциации.

6. Значения коэффициентов сапробности и E-TRIX свидетельствуют о наличии средней степени эвтрофирования бухты. Однако преобладание среди содоминантов мезо- и полисапробионтов, а также величина флористического коэффициента указывают на наметившуюся тенденцию усиления загрязнения морской среды. Для содоминантов вершины и выхода из бухты характерно преобладание (по фитомассе) индикаторов средней и высокой степени эвтрофирования, для средней – низкой.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[REFERENCES]

- Гринцов В.А., Евстигнеева И.К. Количественное развитие и видовое разнообразие макроводорослей на искусственном субстрате в Черном море // Экология моря. 2001. Вып. 55. С. 11–16 [Grintsov V.A., Evstigneeva I.K. Kolichestvennoe razvitiye i vidovoe raznoobrazie makrovodoroslei na iskusstvennom substrate v Chernom more // Ekologiya morya. 2001. Vyp. 55. S. 11–16].
- Губанов В.И., Стельмах Л.В., Клименко Н.П. Комплексные оценки качества вод Севастопольского взморья (Черное море) // Экология моря. 2002. Вып. 62. С. 76–80 [Gubanov V.I., Stel'makh L.V., Klimenko N.P. Kompleksnyye otsenki kachestva vod Sevastopol'skogo vzmor'ya (Chernoe more) // Ekologiya morya. 2002. Vyp. 62. S. 76–80].
- Долотов В.В., Иванов В.А. Повышение рекреационного потенциала Украины: кадастровая оценка пляжей Крыма // Морской гидрофизический институт НАН Украины. Севастополь, 2007. 194 с. [Dolotov V.V., Ivanov V.A. Povysheniye rekreatsionnogo potentsiala Ukrainy: kadastrovaya otsenka plyazhej Kryma // Morskoy gidrofizicheskii institut NAN Ukrainy. Sevastopol', 2007. 194 s.].
- Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. М., 1990. 296 с. [Zaitsev G.N. Matematika v eksperimental'noi botanike. M., 1990. 296 s.].
- Зинова А.Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. М.; Л., 1967. 397 с. [Zinova A.D. Opredelitel' zelenykh, burykh i krasnykh vodoroslei yuzhnykh morej SSSR. M.; L., 1967. 397 s.].
- Евстигнеева И.К., Ковардаков С.А., Фирсов Ю.К., Танковская И.Н. Сезонная и батиметрическая динамика макробентоса бухты Карантинная // Системы контроля окружающей среды: Средства, информационные технологии и мониторинг: сб. науч. тр. 2009. С. 385–392. [Evstigneeva I.K., Kovardakov S.A., Firsov Yu.K., Tankovskaya I.N. Sezonnaya i batimetricheskaya dinamika makrobentosa bukhty Karantinnaya // Sistemy kontrolya okruzhayushchei sredy: Sredstva, informatsionnyye tekhnologii i monitoring: sb. nauch. tr. 2009. S. 385–392.].

- Sredstva, informatsionnye tekhnologii i monitoring: sb. nauch. tr. 2009. S. 385–392].
- Евстигнеева И.К., Танковская И.Н.* Макрофитобентос прибрежья эоцентра «Айя – Сарычский» (Черное море, Крым) // Заповідна справа України. Т. 16. Вып. 2. 2010. С. 23–29 [Evstigneeva I.K., Tankovskaya I.N. Makrofitobentos pribrezh'ya ekotsentra «Aiya – Sarychskii» (Chernoe more, Krym) // Zapovidna sprava Ukraini. T. 16. Vyp. 2. 2010. S. 23–29].
- Евстигнеева И.К., Танковская И.Н.* Альгоценозы искусственного и естественного субстратов прибрежной зоны Феодосийского залива (Черное море) // 100 лет Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского: сб. науч. тр. Симферополь, 2015. С. 493–506 [Evstigneeva I.K., Tankovskaya I.N. Al'gotsenozы iskusstvennogo i estestvennogo substratov pribrezhnoi zony Feodosiiskogo zaliva (Chernoe more) // 100 let Karadagskoi nauchnoi stantsii im. T.I. Vyazemskogo: sb. nauch. tr. Simferopol', 2015. S. 493–506].
- Евстигнеева И.К., Танковская И.Н.* Видовой состав, экологическая структура и количественная характеристика макроводорослей бухты Голландия (Черное море) // Вопросы современной альгологии. 2017. № 1 (13) [URL: <http://algology.ru/1127>] [Evstigneeva I.K., Tankovskaya I.N. Vidovoi sostav, ekologicheskaya struktura i kolichestvennaya kharakteristika makrovodoroslei bukhtы Gollandiya (Chernoe more) // Voprosy sovremennoy al'gologii. 2017. № 1 (13) [URL: <http://algology.ru/1127>].
- Йоганзен Б.Г., Файзова Л.В.* Об определении показателей встречаемости, обилия, биомассы и их соотношения у некоторых гидробионтов // Тр. ВГБО, 1978. Т. 22. С. 215–225 [Ioganzhen B.G., Faizova L.V. Ob opredelenii pokazatelei vstrechaemosti, obiliya, biomassy i ikh sootnosheniya u nekotorykh gidrobiontov // Tr. VGBO, 1978. T. 22. S. 215–225].
- Калугина-Гутник А.А.* Фитобентос Черного моря. Киев, 1975. 245 с. [Kalugina-Gutnik A.A. Fitobentos Chernogo morya. Kiev, 1975. 245 s.].
- Ковальчук Н.А.* Видовой состав и биомасса макроэпифитов цистозир из акватории нескольких крымских пляжей // Альгология. 1992. Т. 2. № 2. С. 48–52 [Koval'chuk N.A. Vidovoi sostav i biomassa makroepifitov tsistoziry iz akvatorii neskol'kikh krymskikh plyazhei // Al'gologiya. 1992. T. 2. № 2. S. 48–52].
- Кузьминова Н.С., Чеснокова И.И.* Динамика разнообразия доминирующих представителей ихтиофауны в бухтах города Севастополя, отличающихся экологическими условиями // Экосистемы. 2016. Вып. 7. С. 26–35 [Kuz'minova N.S., Chesnokova I.I. Dinamika raznoobraziya dominiruyushchikh predstavitelei ikhtiofauny v bukhtakh goroda Sevastopolya, otlichayushchikhsya ekologicheskimi usloviyami // Ekosistemy. 2016. Vyp. 7. S. 26–35].
- Куфтаркова Е.А., Немировский М.С., Родионова Н.Ю.* Гидрохимический режим района экспериментальной мидиевой фермы (рейд Севастополя, Черное море) // Экология моря. 2002. Вып. 59. С. 61–65 [Kuftarkova E.A., Nemirovskii M.S., Rodionova N.Yu. Gidrokhimicheskiy rezhim rajona eksperimental'noi midievoi fermы (reid Sevastopolya, Chernoe more) // Ekologiya morya. 2002. Vyp. 59. S. 61–65].
- Куфтаркова Е.А., Губанов В.И., Ковригина Н.П., Еремин И.Ю., Сеничева М.И.* // Морський екологічний журнал, Т. V. № 1. 2006. С. 72–91 [Kuftarkova E.A., Gubanov V.I., Kovrigina N.P., Eremin I.YU., Senicheva M.I. // Mors'kii ekologichnii zhurnal, T. V. № 1. 2006. S. 72–91].
- Миронов О.Г., Кирюхина Л.Н., Алемов С.В.* Санитарно-биологические аспекты экологии севастопольских бухт в XX веке. Севастополь, 2003. 185 с. [Mironov O.G., Kiryukhina L.N., Alemov S.V. Sanitarno-biologicheskie aspekty ekologii sevastopol'skikh bukht v KHKH veke. Sevastopol', 2003. 185 s.].
- Овсяный Е.И., Романов А.С., Маньковская Р.Я.* Основные источники загрязнения морской среды Севастопольского региона // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. науч. тр. НАН Украины, МГИ, ОФ ИнБЮМ. Севастополь, 2001. Вып. 2. С. 138–152 [Ovsyanyi E.I., Romanov A.S., Man'kovskaya R.Ya. Osnovnye istochniki zagryazneniya morskoi sredы Sevastopol'skogo regiona // Ekologicheskaya bezopasnost' pribrezhnoi i shel'fovoi zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa: Sb. nauch. tr. NAN Ukrainy, MGI, OF InBYUM. Sevastopol', 2001. Vyp. 2. S. 138–152].
- Орлова М.С.* Морские берега Крыма как ресурс рекреации (на примере берегов Западного Крыма) / Автореф. дис. ... канд. географ. наук. М., 2010. 26 с. [URL: <http://www.geogr.msu.ru/science/diss/oby/Orlova.pdf>] [Orlova M.S. Morskie berega Kryma kak resurs rekreatsii (na primere beregov Zapadnogo Kryma) / Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata geograficheskikh nauk. M., 2010. 26 s. [URL: <http://www.geogr.msu.ru/science/diss/oby/Orlova.pdf>].
- Семкин Б.И., Горшков М.В., Варченко Л.И.* О схемно-целевом подходе к проблеме сравнительного анализа таксономических спектров. // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии – XII Международная научно-практическая конференция. 1978. С. 167–174 [Semkin B.I., Gorshkov M.V., Varchenko L.I. O skhemno-tselevom podkhode k probleme sravnitel'nogo analiza taksonomicheskikh spektrov. // Problemy botaniki YUzhnoi Sibiri i Mongolii – KHII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. 1978. S. 167–174].
- Толмачев А.И.* Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза / Новосибирск, Сибирское отделение. 1986. 192 с. [Tolmachev A.I. Metody sravnitel'noi floristiki i problemy florogeneza / Novosibirsk, 1986. 192 s.].
- Шмидт В.М.* Статистические методы в сравнительной флористике. Л., 1980. 176 с. [Shmidt V.M. Statisticheskie metody v sravnitel'noi floristike. L., 1980. 176 s.].
- Розенберг Г.С.* Количественные методы экологии и гидробиологии / Сб. науч. трудов, посвященный

- памяти А.И. Баканова. Тольятти, 2005. 404 с. [Rozenberg G.S. Kolichestvennyye metody ekologii i gidrobiologii / Сб. nauchn. trudov, posvyashchennyi pamyati A.I. Bakanova. Tol'yatti, 2005. 404 s.].
- Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on Date Month 2018.
- Wilhm J.L. Use of biomass units in shannon's formula // Ecology. 1968. Vol. 49. N 1. P. 153–156.
- Cheney D.T. R + C/P anew and improved ratio for comparing seaweed floras // Journal Phycology. 1977. Vol. 13. N 2 (Suppl.). P. 12.
- Dresscher T.G., Mark H. Experience with a simple method for the biological evaluation of surface water quality // Hydrobiologia. 1980. Vol. 71. N 1–2. P. 169–173.

Поступила в редакцию / Received 10.06.2018
Принята к публикации / Accepted 30.10.2018

BENTHOS FLORA OF KARANTINNAYA BAY UNDER CONDITIONS OF ANTHROPOGENIC ACTION (SEVASTOPOL REGION, BLACK SEA)

I.K. Evstigneeva¹, I.N. Tankovskaya²

The list of macroalgae of the seashore region of the Karantinnaya bay was created for the first time. In total 41 species were identified within the summer period, among them 11 were related to Chlorophyta, 5 to Ochrophyta and 25 to Rhodophyta. The leading ranking positions in taxonomic structure were engaged by Ulva, Polysiphonia, Rhodomelaceae and Ceramiales. The high stability of flora proportions was found. More than half of macroalgae species found in the bay were related to sea, leading, one-year and oligosaprobe types. A mandatory component of the group of dominants was found to be a mesosaprobe *U. rigida*, further characterized by the occurrence and phytomass parameters, as well as the level of Chlorophyta evolution, and enabled to assign the phytocenosis of the seashore regions of the bay specifically to ulva associations. The magnitudes of the coefficients of saprobity and trophic index E-TRIX evidenced the existence of the average degree of bay eutrophication. The similarities and differences in the composition and structure of phytocenosis in different areas of the bay were determined. It was found that spatial variability of the species' composition of Ochrophyta is more pronounced as compared to other groups, which were characterized by standard variability expected for biological objects.

Key words: Black sea, Crimea, Карантинная bay, macrophytobenthos, occurrence, ecology-taxonomic structure, phytomass, dominants, spatial and temporal variability.

Acknowledgement. The work has been accomplished within the framework of state budget project 'Study of the mechanisms of management of the production processes in biotechnological complexes with an aim of development scientific basis for obtaining biologically active compounds and technical products of marine origin', reg. num. AAAA-A18-118021350003-6.

¹ Evstigneeva Irina Konstantinovna, Biotechnology and Phytoresources of the Institute of Marine Biological Research RAS; ² Tankovskaya Irina Nikolaevna, Biotechnology and Phytoresources of the Institute of Marine Biological Research RAS.