

УДК 258.5 271/3+581.9 (26)

**Н.К. ЕВСТИГНЕЕВА**Ин-т биологии южных морей НАН Украины,  
Украина, 99011 Севастополь, пр. Нахимова, 2**МАКРОФИТОБЕНТОС ПРИБРЕЖНОГО ЭКОТОНА БУХТЫ  
БАЛАКЛАВСКОЙ (ЧЕРНОЕ МОРЕ, УКРАИНА)**

Впервые изучен эколого-таксономический состав летней флоры морского прибрежного экотона бухты Балаклавской (Черное море), выявлены особенности количественного развития донных фитоценозов. Таксономический состав флоры отличается бедностью, а основу ее экологической структуры составляют мезосапробионты, морская, сезонная, однолетняя, а также ведущая группы водорослей. Фитоценозам бухты свойственна пространственная неоднородность, степень выраженности которой меняется по годам. Невысокое количественное развитие олигосапробионтов, малое разнообразие бурых водорослей, преобладание видов с кратким жизненным циклом и низким уровнем встречаемости, лидерство зеленых водорослей – показатели высокой степени эвтрофирования акватории бухты. На основе изучения разногодичной изменчивости выявлены стабильные и лабильные черты структуры растительных сообществ мелководья бухты.

*Ключевые слова:* бухта Балаклавская, прибрежный экотон, водоросли-макрофиты, эколого-таксономический состав, встречаемость, доминанты, биомасса, разногодичная изменчивость.

**Введение**

Бухта Балаклавская, входящая в акваторию г. Севастополя, по ряду причин остается малоизученной до настоящего времени. Первые гидрохимические съемки этого водоема были организованы в 1991-1993 гг. (Куфтаркова и др., 1999). На основе результатов экологической съемки летом 1992 г. дана краткая характеристика донной растительности гидротехнических сооружений и естественных субстратов бухты (Миронов и др., 1999). Ряд сведений о фитобентосе мелководья в районе Золотого пляжа (участок между Балаклавой и мысом Аяя) содержится в работе Н.К. Ревкова и др. (2000). К сожалению, эти данные были получены более 10 лет назад и не дают объективного представления о фитобентосе бухты. Отсутствуют также сведения о структуре и особенностях развития фитокомплекса бентоса бухты в современных условиях, сформированных в результате многолетнего антропогенного воздействия. Алгоценоз бухты можно было бы рассматривать как комплексный тест-объект для индикации качества среды. Сведения о современном состоянии фиторесурсов бухты помогут прогнозировать возможные изменения флоры и принять своевременные меры по предотвращению негативного влияния на морскую среду. В связи с этим летом 2000 и 2003 гг. был проведен новый комплекс фитоценологических исследований бухты с целью изучения эколого-таксономической и количественной структуры ее макрофитобентоса как проявление адаптации водорослей к конкретным условиям среды, а также особенностей пространственной и разногодичной изменчивости донных растительных сообществ прибрежного морского экотона.

© И.К. Евстигнеева, 2006

Цель данной работы – изучить эколого-флористическое разнообразие фитобентоса на разных участках прибрежного экотона бухты; выявить особенности количественного развития и распределения массовых видов и фитоценозов вдоль побережья бухты; для определения масштабов многолетней флуктуации показателей биологического развития водорослей провести сравнительный анализ данных съемок 1992, 2000 и 2003 гг.

### Материалы и методы

Характерной чертой Балаклавской бухты является ее полузамкнутость и ограниченность связи с открытым морем. Условно бухта делится на две части: северную мелководную, практически застойную, и южную глубоководную, сообщающуюся с морем. Данный район испытывает сильное антропогенное воздействие, поскольку используется как крупный торговый, пассажирский и рыбный порт, а также в качестве военно-морских баз ВМС Украины и Черноморского флота России (Репетин и др., 2003). Кроме того, в мелководную зону бухты поступают сточные воды от производства по переработке руд (Куфтаркова и др., 1999). Антропогенное влияние проявляется в повышении содержания биогенов, БПК<sub>5</sub> и окисляемости в местах поступления сточных вод. Исходя из направлений господствующих ветров, можно утверждать, что Балаклавская бухта является источником загрязнения прилегающей акватории. Типичным для бухты является и нефтяное загрязнение (Миронов и др., 1999). В пробах воды обнаружены основные классы органических веществ, определяющие развитие соответствующей микрофлоры, среди которой были обнаружены фенолоксиляющие микроорганизмы. Микробное число на внутренней акватории бухты составило 9-27 кл/мл, а на выходе из нее – 0-2 кл/мл. Донные осадки в бухте представлены черным алевро-пелитовым илом и светлыми песками с примесью щебня, камней терригенного происхождения (Миронов и др., 2003). Большинство осадков имеют запах сероводорода и иногда – мазута. По литературным данным (Миронов и др., 1999), все осадки бухты имеют III-IV уровни загрязнения.

Отбор проб проводили в июле на глубине 0,2-0,5 м с восьми станций в 2000 г. и с семи – спустя три года в июле (см. схему). Станция 1 в 2000 г. совпала с таковой в 2003 г. Поскольку в июле 2003 г. по ряду технических причин сбор проб на станции 2 был невозможен, то номера станций 3, 4, 5, 6, 7, 8 в 2000 г. соответствовали станциям 2, 3, 4, 5, 6 и 7 в 2003 г. Первые две станции располагались вблизи причала катеров и места сброса бытовых вод. Станция 3 находилась в районе действия судоремонтного дока, станция 4 – у лодочного причала, граничащего с доком, станции 5 и 7 – на городских пляжах обоих берегов бухты, станция 6 – возле стоянки кораблей у входа в штольню, станция 8 размещалась вблизи устья бухты и источника сточных вод (см. схему). Водоросли собирали с бетонных плит (ст. 1, 2, 4), металлических поверхностей лодочного причала (ст. 3) и каменных валунов (ст. 5-8). На каждой станции вручную отбирали по четыре количественные пробы учетной рамкой размером 25x25 см и по одной качественной пробе с прилегающей территории. При обработке материала определяли видовой состав водорослей, биомассу фитоценозов и отдельных видов. На основе полученных данных рассчитывали коэффициент

встречаемости ( $R$ ) и сходства видов ( $K_j$ ), коэффициенты рассеяния и пестроты сложения фитоценозов (Шенников, 1964; Грейг-Смит, 1967).

**Видовой состав и эколого-таксономическая характеристика водорослей бухты Балаклавской**

Летняя флора бухты состоит из 24 видов, 17 родов, 15 семейств, 5 классов и 3 отделов. Видовое богатство *Rhodophyta* (11 видов, или 45 % общего числа видов) превысило таковое у *Chlorophyta* и *Phaeophyta*, соответственно, в 1,2 и 3 раза. *Chlorophyta* и *Phaeophyta* представлены равным числом семейств и порядков (по четыре таксона), тогда как у *Rhodophyta* число семейств (7) превысило число порядков на 2 таксона. 47 % родов приходилось на долю *Rhodophyta*, 24 % – на долю *Phaeophyta* и 29 % – на долю *Chlorophyta*. Подавляющее большинство родов – одновидовые, три рода (*Gelidium*, *Ceramium*, *Polysiphonia*) – двухвидовые и два рода (*Cladophora*, *Enteromorpha*) – трехвидовые.

Половина видов приходилась на долю обитателей вод со средней степенью эвтрофирования (мезосапробионты). Остальные виды поровну распределились между олиго- и полисапробной группами. *Chlorophyta* были представлены поли- и мезосапробионтами, а *Phaeophyta*, за небольшим исключением, – олиго-сапробионтами. *Rhodophyta* бухты входили в состав всех групп с превалированием обитателей вод со средней степенью эвтрофирования. Незначительное участие олигосапробионтов в сложении экологической структуры сообществ бухты отражает неблагоприятность экологической ситуации в данном регионе.

Среди фитогалинных групп доминировали морские растения, за ними следовали солоноватоводноморские и солоноватоводные виды. Такое соотношение фитогалинных групп ранее было отмечено для севастопольской бухты Омега и некоторых антропогенно-нагруженных акваторий Черного моря (Евстигнеева, 2003; Маслов, 2004). *Chlorophyta* в основном принадлежали к солоноватоводноморской группе, *Phaeophyta* и *Rhodophyta* – к морской.

Свыше 60 % видов водорослей – обитателей природных и искусственных субстратов прибрежного экотона бухты обладали кратким жизненным циклом (сезонные и однолетние водоросли), что, скорее всего, являлось адаптивным откликом на динамичность ряда экологических факторов в зоне сопряжения суши и моря. Многолетние водоросли, как правило, были частично представлены *Phaeophyta* и в большинстве своем – *Rhodophyta*.

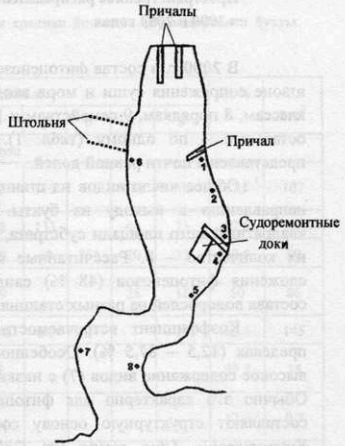


Схема расположения станций отбора проб водорослей в Балаклавской бухте (Черное море). 1-8 – номера станций.

В экологической структуре сообществ макрофитов бухты лидирующее положение занимала ведущая группа (75 %), оставшаяся четверть всех видов приходилась на редкие и сопутствующие водоросли.

#### Пространственное распределение макрофитобентоса бухты Балаклавской в 2000 и 2003 годах

В 2000 г. в состав фитоценозов прибрежного экотона бухты Балаклавской в зоне сопряжения суши и моря входило 15 видов, относящихся к 3 отделам, 4 классам, 8 порядкам, 9 семействам и 12 родам. Треть родов включала по два вида, остальные – по одному (табл. 1). Отделы *Chlorophyta* и *Rhodophyta* были представлены почти равной долей.

Общее число видов на станциях отличалось лабильностью, возрастая по направлению к выходу из бухты. Среднее число видов, приходящееся на квадратный метр площади субстрата, составляло 7, а наиболее часто встречаемое их количество – 8. Рассчитанные коэффициенты рассеяния (2,1) и пестроты сложения фитоценозов (48 %) свидетельствовали об однородности видового состава водорослей на разных станциях (Шенников, 1964).

Коэффициент встречаемости отдельных видов изменялся в широких пределах (12,5 – 87,5 %). Особенностью донных фитоценозов бухты являлось высокое содержание видов (7) с низкими показателями встречаемости ( $R \leq 25\%$ ). Обычно это характерно для фитоценозов, в которых лишь несколько видов составляют структурную основу сообщества. К ним относились виды рода *Enteromorpha*, *Ulva rigida* (из *Chlorophyta*) и *Ceramium rubrum auctorum*, *Callithamnion corymbosum* (из *Rhodophyta*). Примечательно, что постоянные компоненты видовой структуры фитоценозов зоны сопряжения суши и моря в бухте Балаклавской относились к индикаторам эвтрофных вод.

На разных станциях отделы водорослей бухты отличались степенью видового богатства. Так, число видов *Chlorophyta* в пределах станций варьировало от 1 до 6, составляя в среднем 5 видов. Особенно много их было в средней части правого берега бухты и на выходе из нее. По сравнению с *Chlorophyta*, амплитуда варьирования числа видов багрянок (1–4 вида) была уже, а их среднее число на квадратном метре (2,4) вдвое меньше. Основная часть *Rhodophyta* приходилась на городской пляж (ст. 4) и выход из бухты. *Phaeophyta*, большинство которых являются обитателями чистых вод, предпочитали открытые участки. В целом, пространственная динамика общего видового разнообразия водорослей совпадала с таковой у представителей отдела *Chlorophyta*, демонстрируя тем самым их значимость в поддержании структуры альгоценозов Балаклавской бухты.

Коэффициент общности видов Жаккара ( $K_j$ ) изменялся в широких пределах (14–78 %), а его среднее для всех станций значение (42 %) свидетельствовало о своеобразии видового состава растительности зоны сопряжения суши и моря, обусловленного различием условий обитания в ее локальных точках. Низкая степень подобия видов была выявлена при сопоставлении флоры ст. 1 со ст. 2, 3, 5, 6. Только ст. 1 примыкала к вершине бухты, характеризовавшейся застойностью, распреснением и антропогенным загрязнением воды. Близко расположенные друг к другу участки бухты, эксплуатируемые в качестве причалов катеров, стоянок яликов и судоремонтного

дока, отличались высоким сходством альгоценозов. Выявлены общие черты в видовой структуре водорослей вершины бухты (ст. 1) и на выходе из нее (ст. 7, 8), что, скорее всего, было связано с деятельностью расположенных здесь выпусков сточных вод.

Таблица 1. Видовой состав, встречаемость (R) и средняя биомасса (B) водорослей бухты Балаклавской летом 2000 г.

Таксон	Станции								R, %	B, г·м <sup>-2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8		
<i>Chlorophyta</i>										
<i>Enteromorpha intestinalis</i> (L.) Nees	106	138	131	85	115		176	105	87,5	107
<i>E. linza</i> (L.) J. Ag.	59	50	117	48	133		40	23	87,5	59
<i>Ulva rigida</i> C. Ag.		152	66	69	18	351	20	33	87,5	89
<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kütz.	618			29			26	16	50	86
<i>C. sericea</i> (Huds.) Kütz.		222	56	832	34			14	62,5	145
<i>Bryopsis plumosa</i> (Huds.) C. Ag.	53		226	5					37,5	35
<i>Ulothrix implexa</i> (Kütz.) Kütz.			6						12,5	0,7
<i>Phaeophyta</i>										
<i>Cystoseira barbata</i> C. Ag.							46	84	25	16
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillw.) Lyngb.					24				12,5	3
<i>Rhodophyta</i>										
<i>Ceramium deslongchampii</i> Chauv. ex Duby					16		21	13	37,5	6
<i>Ceramium rubrum auctorum</i> J. Ag.	18	88		3		18	7	14	75	28
<i>Gelidium crinale</i> (Turn.) Lamour.			11						12,5	1,4
<i>Callithamnion corymbosum</i> (J.E. Smith.) Lyngb.			34	24	59	75	51	78	75	40
<i>Polysiphonia denudata</i> (Dillw.) Kütz.		58			59				25	15
<i>P. opaca</i> (Ag.) Zanard.					3				12,5	0,4
Биомасса фитоценоза	854	706	647	1095	461	444	387	380		

В экологической структуре макрофитобентоса летом 2000 г. были обнаружены представители морской, солоноватоводной и солоноватоводно-морской групп с преобладанием последней (67 %). Подобное соотношение фитогалинных групп несколько отличало растительность бухты Балаклавской от таковой на большей территории Черного моря и указывало на наличие распресненных вод. Это распреснение связано со сбросом бытовых и шламовых вод, а также со стоком р. Балаклавки. Особенно много солоноватоводно-морских видов водорослей было на ст. 4, 5 и 8 и мало – вблизи открытой части бухты. Ядро этой группы было сформировано *Chlorophyta*. Третья часть видов, в большинстве своем багрянки, входила в морскую группу, представители которой отличались повсеместным распространением в бухте, исключая только ее вершину. Солоноватоводная группа включала один вид – зеленую пластинчатую полисапробионтную водоросль *Enteromorpha intestinalis* с высоким показателем встречаемости в бухте (87,5 %).

В группах с разными сроками вегетации доминировали однолетние формы, предпочитавшие для поселения биотопы правого берега, особенно вблизи выхода в открытое море. Видовое разнообразие многолетников было вдвое ниже, чем у однолетников и характеризовалось равномерностью количественного развития на разных участках бухты. Сезонные формы были представлены двумя видами – *Bryopsis plumosa* и *Ectocarpus siliculosus*.

Среди сапробных групп доминировали мезосапробионты (12 видов, 80 %), тогда как разнообразие поли- и олигосапробионтов было ограничено 1-2 видами. Такое соотношение сапробных групп подтверждало вывод о высокой степени загрязнения акватории бухты. На отдельных станциях число мезосапробионтов изменялось от 2 до 8 видов с максимумом в открытой части бухты и минимумом в районе штольни. Пик развития полисапробионтов приходился на участок берега вблизи судоремонтного дока (ст. 3). Единственная в прибрежных фитоценозах бухты олигосапробионтная водоросль *Cystoseira barbata* поселялась у самого выхода в открытое море (ст. 7 и 8). Таким образом, структурную основу альгоценозов в зоне сопряжения суши и моря бухты Балаклавской составляли мезо- и полисапробионты – индикаторы эвтрофированных вод.

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что в ранге доминантов сообщества чаще выступали виды родов *Cladophora* Kütz. и *Enteromorpha* Link., относящихся к мезо- и полисапробионтам. Кладофоры доминировали по биомассе на ст. 5, 7, 8. Вблизи судоремонтной мастерской и у входа в штольню они были замещены *Bryopsis plumosa* и *Ulva rigida*. Оба вида относились к крупноталломным, поэтому доминирование по биомассе не всегда соответствовало доминированию по численности. Список доминантов в 2000 г. почти совпадал с таковым в 1992 г., что могло быть лишь в неизменных условиях среды. На долю кладофор приходилось от 35 (ст. 2) до 76 % (ст. 4) суммарной биомассы фитоценоза.

Биомасса фитоценозов достигала 380-1095 г·м<sup>-2</sup> с максимумом на ст. 4, где функционировала стоянка яликов. По уровню развития биомассы все станции можно было разделить на две группы: к первой с высокими биомассами относились ст. 1-4, приуроченные к застойной и мелководной северной части

бухты, а ко второй – ст. 5-8 в южной части бухты, где биомасса водорослей не превышала  $0,5 \text{ г м}^{-2}$ .

Особый интерес представляет анализ особенностей распределения биомассы олиго-, мезо- и полисапробных водорослей в акватории бухты в 2000 г. Биомасса и встречаемость олигосапробионтов были невысокими ( $46\text{-}84 \text{ г м}^{-2}$  и 25 % соответственно), при большей встречаемости ( $R = 75 \%$ ) близким к ним был и уровень развития полисапробионтов. На всех станциях биомасса мезосапробных видов была во много раз выше ( $217\text{-}1070 \text{ г м}^{-2}$ ) по сравнению с уровнем развития других сапробных групп.

На основе обобщения полученных данных можно сделать вывод о том, что в 2000 г. вершина бухты отличалась отсутствием морских видов и достаточно высокими показателями биомассами фитоценозов. На центр бухты пришлась область распространения и количественного доминирования солоновато-водноморских и полисапробионтных водорослей, видов кладофоры и ульвы. Для этой части бухты был характерен минимум количественного развития мезосапробионтов. Ближе к выходу из бухты возрастало их общее видовое разнообразие, а также таковое у *Chlorophyta* и *Rhodophyta*. Только здесь произрастал единственный олигосапробионтный вид *Cystoseira barbata* и был зарегистрирован максимум мезосапробионтов и однолетников.

В 2003 г. в состав летних фитоценозов прибрежного экотона бухты Балаклавской входил 21 вид. Они относились к 3 отделам, 4 классам, 11 порядкам, 11 семействам и 15 родам. Роды *Cladophora* и *Enteromorpha* были представлены тремя видами, *Gelidium* и *Polysiphonia* – двумя, остальные – одним. Видовое разнообразие *Rhodophyta* обеспечило этому отделу первое место (10 видов, 41 %), за ним следовали представители *Chlorophyta* (8 видов, 39 %) и последнее место занимал отдел *Phaeophyta* (3 вида, 20 %). Общее число видов на станциях колебалось от 4 до 13, составляя в среднем 6 видов на квадратный метр площади субстрата. Наиболее часто встречаемое число видов – 5. Поэтому коэффициенты рассеяния и пестроты сложения фитоценозов составили 3,5 и 25 %, указывая тем самым на структурную неоднородность растительных сообществ на разных станциях.

Коэффициент встречаемости видов в бухте изменялся от 14 до 100 % с максимумом только у одного вида – *Ulva rigida*. К числу константных компонентов альгоценозов из *Chlorophyta* относились *Enteromorpha intestinalis* и *Cladophora sericea*, из *Rhodophyta* – *Callithamnion corymbosum*. Встречаемость остальных *Chlorophyta* и *Rhodophyta*, а также всех *Phaeophyta* была низкой (14-43 %). Виды с высокими показателями встречаемости относились к обитателям вод с высокой или средней степенью эвтрофирования.

Число видов *Chlorophyta* изменялось от 2 до 8, составляя в среднем 4 вида. Таксономическое разнообразие этого отдела было полно представлено в куту и средней части правого берега бухты. Вблизи выхода в открытое море на левом берегу бухты наблюдалось минимальное число видов *Chlorophyta* (табл. 2). *Rhodophyta* отсутствовали в северной части бухты, а их видовое обилие (1-6 видов)



Таблица 2. Видовой состав, встречаемость (R) и средняя биомасса (B) водорослей бухты Балаклавской летом 2003 г.

Таксон	Станции							R, %	B, г м <sup>-2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7		
<i>Chlorophyta</i>									
<i>Ulva rigida</i> C. Ag.	72	61	2	416	1840	284	616	100	401
<i>Cladophora sericea</i> (Huds.) Kütz.		832	144	192			10	57	168
<i>C. albida</i> (Nees) Kütz.	8		128		160			43	42
<i>C. laetevirens</i> (Dillw.) Kütz.				80			394	28	68
<i>Enteromorpha intestinalis</i> (L.) Nees	216	0,2	16	6		16		71	36
<i>E. linsa</i> (L.) J. Ag.			11			60		28	10
<i>E. clathrata</i> (Roth) Grev.	8		5					28	2
<i>Ullothrix implexa</i> (Kütz.) Kütz.	1		4		0,4			43	0,8
<i>Phaeophyta</i>									
<i>Cystoseira barbata</i> C. Ag.					208	1180		28	198
<i>Dilophus fasciola</i> (Roth) Howe						0,1		14	0,01
<i>Sphacelaria cirrhosa</i> (Roth) C. Ag.						0,4		14	0,06
<i>Rhodophyta</i>									
<i>Callithamnion corymbosum</i> (J.E. Smith.) Lyngb.		0,02	4	10		5	16	71	5
<i>Ceramium rubrum auctorum</i>			57			50	88	43	28
<i>Gelidium crinale</i> (Turn.) Lamour.			144		2			28	21
<i>G. latifolium</i> (Grev.) Born. et Thur.							168	14	24
<i>Grateloupia dichotoma</i> J. Ag.							14	14	2
<i>Corallina mediterranea</i> Aresch.							2	14	0,3
<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillw.) J. Ag.			0,3					14	0,04
<i>Polysiphonia demodata</i> (Dillw.) Kütz.			2					14	0,3
<i>P. opaca</i> (Ag.) Zanard.		2						14	0,3
<i>Kylinia virgatula</i> (Harv.) Papenf.						0,004	0,01	28	0,001
Биомасса фитоценоза	305	898	597	624	2210	1989	914		



было ниже, чем у *Chlorophyta*. *Phaeophyta* были зарегистрированы лишь на двух станциях (ст. 5 и 6) с максимумом около штольни. Как и три года назад, пространственная динамика общего числа видов повторяла таковую у *Chlorophyta*.

Коэффициент общности видов летом 2003 г. существенно изменялся от станции к станции ( $K_j = 8 - 80\%$ ), составляя в среднем 27,36 %, что указывало на высокое своеобразие видовой структуры сообществ прибрежного экотона бухты. Видовая структура более всего совпадала на станциях с одинаковым характером антропогенной нагрузки (ст. 2 и 4), а наименее – на станциях, расположенных в противоположных частях бухты (ст. 1 и 7).

Доля морских растений среди фитогалинных групп к 2003 г. возросла до 57 %, за ними следовала солоноватоводноморская группа. Солоноватоводная группа, как и три года назад, была представлена одним и тем же видом – *Enteromorpha intestinalis*. Основу морской группы по-прежнему составляли *Rhodophyta*, а солоноватоводноморской – *Chlorophyta*. Число видов морских водорослей на отдельных станциях достигало 2–5, при этом данный компонент экологической структуры альгоценозов наибольшего развития достигал в открытой части бухты. Число солоноватоводноморских водорослей на отдельных станциях варьировало от 1 до 8 с максимумом в средней части бухты.

Летом 2003 г. по продолжительности вегетации лидировала группа однолетников, многолетние и сезонные виды занимали, соответственно, второе и третье места. Высокий уровень развития однолетников наблюдался на ст. 3, низкий – на ст. 5. Доля многолетников возрастала в открытой части бухты (ст. 7). Вклад сезонных видов в экологическую структуру сообществ бухты был невелик, поскольку они отличались малочисленностью и были зарегистрированы только на двух станциях.

Ведущая по встречаемости группа водорослей лидировала на всех станциях, кроме первой, где ее количественное развитие совпадало с таковым у сопутствующей группы. Сопутствующие виды были обнаружены лишь на трех станциях в средней части бухты. Встречаемость редких видов была велика, хотя их число на отдельных станциях ограничивалось 1–2 видами.

Среди сапробных групп по-прежнему господствовали мезосапробионты (9 видов, 44 %), тогда как поли- и олигосапробионты были представлены меньшей, но равной между собой долей (по 28 %). Обитатели загрязненных вод были неизменными компонентами фитоценозов прибрежного экотона бухты и своего максимума достигали на ст. 3. Олигосапробионты локализовались в районе штольни и ближе к выходу в открытое море.

В 2003 г. пределы варьирования и максимум биомассы фитоценозов были выше, чем три года назад. Минимальный уровень суммарной биомассы приходился на ст. 1, где в 2000 г., наоборот, был зарегистрирован максимум биологического развития водорослей. Наиболее высокие значения биомассы наблюдались на трех станциях (ст. 5–7), две из которых находились на левом берегу. Средняя биомасса отдельных видов колебалась от 0,001–0,8 до 401 г·м<sup>-2</sup>, лидирующим продуцентом которой была зеленая мезосапробионтная водоросль *Ulva rigida*.

Группа доминантов была сформирована меньшим на один таксон числом видов, среди которых в 2003 г. появились многолетние олиго- и мезосапро-

бионтные водоросли (*Cystoseira barbata* и *Gelidium crinale*). Кроме них в северной половине бухты превалировала *U. rigida* и *Enteromorpha intestinalis*.

Средняя биомасса *Chlorophyta* заметно превышала таковую у *Phaeophyta* и *Rhodophyta*. Доля мезосапробионтов ( $668,4 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ ) в общей биомассе была выше, чем у олиго- и полисапробионтов в 2,5 и 5 раз.

В целом в 2003 г. вершина бухты стала областью доминирования ульвы и энтероморфы, высокого таксономического разнообразия *Chlorophyta* и отсутствия или незначительного развития *Rhodophyta* и ведущих водорослей. В центре бухты отмечен максимальный уровень развития солонатоводноморской, полисапробной групп и высокие значения биомассы фитоценозов на его левом берегу. Центр бухты стал местом обитания сопутствующих и бурых водорослей. В ее открытой части в 2003 г. наибольшее количественное развитие получают морские и многолетние растения, она же стала местом локализации олигосапробионтов.

#### Различия летних фитоценозов прибрежного экотона бухты Балаклавской в разные годы

В соответствии с классификацией донных фитоценозов Черного моря, предложенной А. Калугиной-Гутник (1975), растительность бухты Балаклавской была отнесена нами к ассоциациям группы формаций сообщества зеленых водорослей, которые обычно занимают самую мелководную часть побережья Черного моря, отличаются мозаичным расположением и принадлежат к мезо- и полисапробным экологическим группам. В 2000 г. мелководье бухты было занято кладофоро-энтероморфной ассоциацией. Ее фитоценозы трехъярусные, большей частью однолетние, олигодоминантные, со средней степенью развития растительного покрова. В 2003 г. среди растительности данной части бухты преобладали однолетние, монодоминантные фитоценозы ульво-кладофоровой ассоциации. Среди сопутствующих видов данной ассоциации количественно выделялись виды *Cystoseira barbata* и *Gelidium crinale*.

Из табл. 3 следует, что общее число видов, входящих в состав фитоценозов в 1992 г., было сопоставимо с таковым в 2000 г., однако низкий коэффициент общности видов в эти годы (32 %) указывал на их качественное своеобразие. В 1992 г. таксономическая структура была сформирована меньшим числом таксонов, рангом ниже отдела. Тем не менее, в анализируемые сроки число *Chlorophyta* и *Rhodophyta*, количество видов выявленных групп галобности совпадало. Фитоценозы 1992 г. отличались меньшим разнообразием бурых водорослей, поли- и мезосапробионтов, многолетников, сезонной, редкой и ведущей групп.

При сопоставлении структуры альгоценозов в 1992 и 2003 гг. было обнаружено совпадение уровней количественного развития всех групп галобности, исключая морскую, и приблизительно равное число видов сезонной, редкой и сопутствующей группировок. В течение всего срока в число доминантов обязательно входили такие зеленые водоросли, как *U. rigida* и *E. intestinalis*.

Остановимся подробнее на результатах сравнительного анализа структуры фитоценозов бухты в зоне сопряжения суши и моря в 2000 и 2003 гг. Они показали, что изменения, произошедшие за три года, носили качественный и

количественный характер, сопровождаясь как увеличением, так и уменьшением ряда структурных показателей, и лишь небольшое число параметров при этом осталось неизменным. Так, за указанный срок увеличились: общее видовое разнообразие (в 1,5 раза), число семейств и родов, количество видов *Rhodophyta* (в 1,7 раза), полисапробионтов (в 1,5 раза), число видов и доля олигосапробионтов (в 6 и 5 раз), морских водорослей (в 3 и 2 раза), одно- и многолетних (на 3-4 вида), ведущих и сопутствующих видов. В сторону уменьшения изменились такие показатели, как число и доля мезосапробионтов и сезонных видов. На фоне данных изменений совпали такие характеристики эколого-таксономической структуры, как число и доля солоноватоводноморских и редких водорослей, доля однолетников и соотношение групп с разным сроком вегетации. Вариации количественного развития сопутствующих видов были незначительными. Для фитоценозов сравниваемых лет было характерно неизменное доминирование мезосапробной, однолетней и ведущей групп.

Таблица 3. Разногодичные изменения эколого-флористического состава фитобентоса бухты Балаклавской

Показатель	1992 г.	2000 г.	2003 г.	Коэффициент общности видов, % (2000 и 2003 гг.)
Общее число видов	14	15	21	50
<i>Chlorophyta</i>	7/50	7/47	8/38	75
<i>Phaeophyta</i>	1/7	2/13	3/14	25
<i>Rhodophyta</i>	6/43	6/40	10/48	45
Полисапробионты	3/21	4/27	6/28	67
Мезосапробионты	7/50	10/67	9/44	64
Олигосапробионты	4/29	1/6	6/28	17
Солоноватоводные водоросли	1/7	1/7	1/5	100
Солоноватоводноморские водоросли	9/64	10/67	8/38	78
Морские водоросли	4/29	4/26	12/57	33
Однолетники	11/79	8/53	12/57	61
Многолетники	2/14	4/27	7/33	57
Сезонные виды	1/7	3/20	2/10	25
Редкие виды	1/7	2/13	2/10	100
Ведущие виды	8/57	11/74	16/76	50
Сопутствующие виды	5/36	2/13	3/14	25

Примечание. Перед чертой – число видов, за чертой – их доля в процентах.

Разногодичные изменения качественного характера выразились в низких значениях коэффициента общности видов *Phaeophyta*, а также олигосапробной, морской, сезонной и сопутствующей групп. Абсолютное сходство ( $K=100\%$ ) проявилось на уровне видового состава редких и солоноватоводных водорослей. Если среди доминантов 2003 г. числились красные и морские виды, то три года назад эти позиции занимали зеленые и солоноватоводноморские виды.

Неодинакова и степень разногодичной изменчивости экологического состава каждого отдела водорослей в отдельности (табл. 4). Так за три года в

отделе *Chlorophyta* существенно возросло число полисапробионтов, однолетних форм и сопутствующих видов, исчезли сезонные виды. Неизменным за указанный срок осталось количество солоноватоводных, солоноватоводноморских, многолетних, редких и ведущих видов. В отделе *Phaeophyta* в два-три раза увеличилось число олигосапробионтов, морских, многолетних, сезонных и ведущих видов. На фоне исчезновения мезосапробионной, солоноватоводноморской и сопутствующей групп неизменной чертой экологической структуры *Phaeophyta* было отсутствие полисапробионтов, однолетников, солоноватоводной, редкой групп и равное количественное развитие многолетников. В отделе *Rhodophyta* резко возросло число морских и многолетних водорослей, появились олигосапробионты и сезонные виды. Постоянным осталось число полисапробионтов, характерным было отсутствие редких, сопутствующих и солоноватоводных видов. В целом наибольшую стабильность проявила экологическая структура *Chlorophyta* и наименьшую – *Rhodophyta*, что еще раз подчеркнуло роль *Chlorophyta* в функционировании растительных сообществ прибрежья бухты Балаклавской.

Таблица 4. Флуктуации экологического состава видов ведущих отделов водорослей бухты Балаклавской по годам

Отдел	Год	Экологическая группа											
		п	м	о	с	см	мор	од	мн	сез	р	соп	в
<i>Chlorophyta</i>	2000	2	5	0	1	5	1	4	1	2	2	1	4
	2003	4	4	0	1	5	2	7	1	0	2	2	4
<i>Phaeophyta</i>	2000	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
	2003	0	0	3	0	0	3	0	2	1	0	0	3
<i>Rhodophyta</i>	2000	2	4	0	0	4	2	4	2	0	0	0	6
	2003	2	5	3	0	3	7	5	4	1	0	0	9

Примечание. п – поли-, м – мезо-, о – олигосапробионты, с – солоноватоводные, см – солоноватоводноморские, мор – морские, од – однолетние, мн – многолетние, сез – сезонные, р – редкие, соп – сопутствующие, в – ведущие водоросли.

Изменения по годам касались и структурных характеристик фитоценозов конкретных станций. Например, мало сходных черт было выявлено у растений в районе судоремонтного дока, где к 2003 г. почти все показатели экологотаксономической структуры увеличились. Возрастание видового разнообразия красных, олигосапробионных, многолетних и морских видов свидетельствовало о некоем оздоровлении бухты и стабилизации ее коренных фитоценозов. В исследованные годы принципиально не изменилась структура фитоценозов северной половины бухты, особенно на первых двух станциях.

В 2003 г. вариабельность биомассы фитоценозов была в три раза существеннее, чем в 2000 г. Если в 2000 г. максимальные уровни биомассы были характерны для первых четырех станций северной части бухты, то в 2003 г. ее максимум сместился в центр левого берега бухты на ст. 5–7. Среди общего числа водорослей в 2000 г. первыми по биомассе были *Cladophora sericea*, *C. albida*,

вторыми – *Ulva rigida* и *Enteromorpha intestinalis*, в 2003 г. на первое место вышла *U. rigida*, заместив тем самым кладофоры. Группа доминантов была сформирована приблизительно одинаковым числом видов, однако ведущую роль среди них в 2000 г. играли *Chlorophyta*, а спустя три года этот список расширился за счет бурой водоросли цистозеры и красной – гелидиума. Состав доминантов на отдельных станциях, как правило, не совпадал по годам. На всех станциях, кроме ст. 1 и 4 (3), за три года произошло возрастание биомассы фитопланктона в 1,4 – 2,4 (5) раза. Вдвое-втрое снизилась биомасса водорослей у причала катеров и вблизи судоремонтной мастерской, что, возможно, было связано с длительной хозяйственной эксплуатацией данных участков бухты.

### Заключение

Таксономический состав летнего фитобентоса прибрежного экотона бухты Балаклавской отличается бедностью и представлен 24 видами (менее 10 % видовой разнообразия флоры Черного моря), 17 родами, 15 семействами, 5 классами и 3 отделами. Видовое и родовое обилие красных водорослей превышает таковое у зеленых и особенно бурых. Основу экологической структуры растительного сообщества бухты составляют мезосапробионты, морские, сезонные, однолетние, а также ведущие виды водорослей.

Для фитопланктона бухты характерна пространственная неоднородность, степень выраженности которой меняется по годам. Тем не менее вершина бухты неизменно отличалась отсутствием красных и олигосапробионных водорослей, на центр бухты приходился максимум развития солонатоводноморской и полисапробионной групп, а выход из нее был местом локализации олигосапробионтов.

Показателями высокой степени эвтрофирования акватории бухты были: невысокая интенсивность развития олигосапробионтов и малое разнообразие *Phaeophyta*, преобладание в структуре фитопланктона видов с кратким жизненным циклом и низкими показателями встречаемости, а также лидерство зеленых водорослей из разряда типичных обитателей эвтрофных вод.

На основе изучения разногодичных отличий выявлены лабильные и константные черты структуры и уровня ее количественного развития у фитопланктона бухты в целом, а также на отдельных станциях и среди разных отделов. В начале и в конце 90-х годов фитопланктоны бухты отличались незначительно, тогда как на период с 2000 г. по 2003 г. пришлось их наиболее существенные качественные и количественные изменения. К принципиально стабильным могут быть отнесены такие признаки, как количественное доминирование *Chlorophyta* и их неперемное участие в сложении группы доминантов, лидерство мезосапробионтов, однолетников и ведущей группы.

I.K. Evstigneeva

A.O. Kovalevsky Institute of Biology Southern Seas, National Academy of Sciences of Ukraine,  
2, Nakhimov Pr., 99011 Sevastopol, Crimea, Ukraine

### MACROPHYTOBENTHOS OF THE LITTORAL ECOTONE OF BALAKLAVA BAY (THE BLACK SEA, UKRAINE)

Ecologic and taxonomic composition of summer algaeflora of the marine littoral of Balaklava Bay (the Black Sea) have been studied for the first time. Peculiarities of quantitative development of benthic

phytocenoses are revealed. Taxonomic composition of studied flora turned to be poor. Main components of ecological structure are mesosaprobionts, marine, seasonal, annual and leading groups. Phytocenoses of Balaklava Bay are spatially heterogeneous, its degree changes in years. Low quantitative development of oligosaprobionts, poor composition of brown algae, predominance of species with short life cycle and low frequency testify strong eutrophication of the bay area. On the basis of study of variability of plant communities in different years their stable and labile features are found.

**Keywords:** Balaklava Bay, littoral ecotone, algae-macrophytes, ecology, taxonomic composition, frequency, dominants, biomass, inter year variability.

Грейг-Смит П. Количественная экология растений. – М.: Мир, 1967. – 358 с.

Евстигнеева И.К., Николенко Н.В. Растительность прибрежного мелководья Черного моря // Альгология. – 2003. – 13, № 4. – С. 371-380.

Калугина-Гутик А.А. Фитобентос Черного моря. – К.: Наук. думка, 1975. – 248 с.

Куфтаркова Е.А., Ковригина Н.П., Родионова Н.Ю. Гидрохимическая характеристика вод Балаклавской бухты и прилегающей к ней прибрежной части Черного моря // Гидробиол. журн. – 1999. – 35, № 3. – С. 88-99.

Маслов И.И. Морской фитобентос Крымского побережья: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Ялта, 2004. – 30 с.

Мионов О.Г., Кирюхина Л.Н., Алемов С.В. Комплексные экологические исследования Балаклавской бухты // Экол. моря. – 1999. – Вып. 49. – С. 16-18.

Мионов О.Г., Кирюхина Л.Н., Алемов С.В. Санитарно-биологические аспекты экологии севастопольских бухт в XX веке. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – 185 с.

Ревков Н.К., Колесникова Е.А., Валовая Н.А., Михайлова Т.В., Мазлумян С.А., Шалютин В.К. Бентос прибрежной зоны южного берега Крыма (Балаклава, м. Аяя) // Гидробиол. журн. – 2000. – 36, № 4. – С. 3-10.

Репетин Л.Н., Белокопытов В.Н., Липченко М.М. Ветры и волнение в прибрежной зоне юго-западной части Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное исследование ресурсов шельфа. – Севастополь: ИнБИОМ, 2003. – С. 13-28.

Шенников А.П. Введение в геоботанику. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. – 447 с.

Получена 11.10.04

Подписал в печать И.И. Маслов