

И. К. ЕВСТИГНЕЕВА, И. Н. ТАНКОВСКАЯ

ЭКОЛОГО-ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И БИОМАССА RHODOPHYTA И PHAEOPHYTA ЗАКАЗНИКА «БУХТА КАЗАЧЬЯ»

Охарактеризовано современное состояние флоры красных (Rhodophyta) и бурых (Phaeophyta) водорослей общезоологического заказника «Бухта Казачья». Летом Phaeophyta представлен 13 видами 12 родов, 9 семейств и 6 порядков, Rhodophyta - 30 видами 16 родов, 10 семейств и 7 порядков. Выделены доминирующие таксоны, определен экологический статус видов на мелководье (до 0,5 м) и на глубине от 1 до 15 м. Показано, что эколого-таксономическое разнообразие и биомасса водорослей подвержены пространственной изменчивости. Полученные данные свидетельствуют об очевидности роли Rhodophyta и Phaeophyta в функционировании экосистемы аквального комплекса.

Основу видового богатства донной растительности Черного моря составляют макроводоросли отделов Phaeophyta и Rhodophyta. В настоящее время в состав флоры Черного моря входят 62 вида 38 родов, 19 семейств и 9 порядков первого отдела и 117 видов 64 родов, 24 семейств и 8 порядков второго [6]. Виды перечисленных таксонов являются постоянными компонентами бентосной флоры одной из крупнейших бухт Севастопольского региона – бухты Казачья, акватория которой принадлежит общезоологическому заказнику «Бухта Казачья». Последние альгологические исследования в бухте относятся к прошлому веку и касаются в основном ее глубоководной части [1, 5], а в [7] приводится список макрофитов за период с 1964 по 1998 гг. без указания глубин и сезонов. Основанием для проведения новых комплексных гидробиологических исследований в бухте послужила необходимость учета и контроля современного состояния биоразнообразия в черноморских природно-заповедных комплексах. Целью работы стало изучение эколого-таксономического разнообразия и особенностей количественного развития макрофитов Phaeophyta и Rhodophyta в период массовой вегетации в условиях прибрежного экотона бухты Казачья. Задачи исследования: 1. Охарактеризовать таксономическую структуру летней флоры бурых и красных водорослей побережья бухты. 2. Выявить степень и характер экологического разнообразия (наличие групп сапробности, галобности, разных сроков вегетации и встречаемости в море) комплекса видов Phaeophyta и Rhodophyta, их количественного развития и соотношения (доля в %) между собой. 3. Исследовать уровень пространственной гетерогенности флоры бурых и красных водорослей. 4. Определить вклад водорослей названных отделов в биомассу прибрежных растительных сообществ бухты. Результаты подобного эколого-таксономического анализа современной флоры зеленых водорослей акватории заказника приведены в [2]

Материал и методы. Фитоценологическая съемка донной растительности выполнена летом 2003 г. На глубине до 0,5 м на 22 станциях водоросли собраны вручную методом пробных площадок размером 25 x 25 см. Станции 1 – 5 располагаются вдоль правого отрога бухты, станции 6 – 17 охватывают центральную косу, остальные - размещаются вдоль берега левого отрога. Станции 1, 11 и 22 контактируют с открытым морем, станции 5 и 17 находятся в вершинах обоих отрогов. Кроме того с помощью водолаза были отобраны пробы водорослей с горизонтов 1 – 7, 9 и 15 м рамкой 50 x 50 см. При камеральной обработке проб определяли видовой состав и биомассу водорослей. Для анализа флористического состава фитоценозов применяли коэффициенты общности видов Жаккара (K_j) и встречаемости (R) [9].

Результаты и обсуждение. Бухта Казачья с севера на юг глубоко вдается в материк и имеет общую протяженность 2 км. Бухта считается мелководной, поскольку ее максимальная глубина составляет 10 м [5]. Часть водоема поделена центральной косой

© И. К. Евстигнеева, И. Н. Танковская, 2006

на два отрога. Вершины отрогов мелководны, застойны, с заиленным дном, их водные массы хорошо прогреваются летом и распресняются во время дождей. Высокой степенью заиления отличается дно вдоль правого берега одноименного отрога бухты. Оконечность косы, мысы Западный и Манганари у входа в бухту подвержены ветровой и волновой деятельности. Берега правого отрога бухты активно эксплуатируются человеком, тогда как значительная часть левого отрога пока остается не освоенной. По значению коэффициента Чени (соотношение числа видов бурых, красных и зеленых водорослей), акватория заказника характеризуется средней степенью загрязнения [6], оставаясь, тем не менее, наиболее чистой акваторией в системе севастопольских бухт [8].

Phaeophyta и Rhodophyta мелководья бухты Казачья. В летних фитоценозах бухты Казачья отдел Phaeophyta представлен 13 видами 12 родов, 9 семейств и 6 порядков, а на мелководье - 12 видами, 11 родами, 8 семействами и 5 порядками (табл.1).

На долю видов и родов бурых водорослей мелководья приходится 25 и 37 % видового и родового спектров таксономической структуры растительных сообществ исследованной акватории. Сопоставление полученных данных с таковыми в [5] показывает, что видовое представительство бурых водорослей в бухте составляет 31 и 19% общего видового разнообразия донных фитоценозов всей акватории бухты и Крымского побережья в целом. По сравнению с результатами последней комплексной гидробиологической съемки 1984 г. [5] число видов бурых водорослей увеличилось только на один таксон. Из всего перечня родов только *Cystoseira* C. Ag. представлен двумя видами, остальные – одним. Наибольшее число родов (4) характерно для порядка Chordariales, наименьшее (1) - для Fucales. Идентифицированные порядки включают разное число семейств: Dictyotales, Fucales, Ectocarpales - по одному, Sphacelariales - два и Chordariales - три. Видовая насыщенность семейств невелика: 50 % двух-, остальные – одновидовые.

Phaeophyta зарегистрированы на всех станциях, за исключением одной (ст. 17). Основная часть представителей отдела приходится на станции левого отрога, воды которого отличаются невысокими концентрациями взвешенного и растворенного органического вещества, а также бактериопланктона [3]. Коэффициент встречаемости бурых водорослей вдоль исследованных берегов достигает 95,5 %, у отдельных видов он варьирует от 5 до 86 % с максимумом у ценозообразующей водоросли *Cystoseira barbata* C. Ag. К разряду обязательных компонентов летних альгоценозов половины станций следует отнести *Dilophus fasciola* (Roth) Howe, чего не было свыше 20 лет назад [5]. Низкие показатели встречаемости проявляют *Eudesme virescens* (Carmich. ex Berk.) J. Ag., *Feldmannia irregularis* (Kütz.) Hamel, *Cladostephus spongiosus* (Huds.) C. Ag., *Myriactula rivulariae* (Suhr.) J. Feldm., *Ectocarpus siliculosus* (Dillw.) Lyngb., *Stilophora rhizodes* (Turn.) J. Ag., *Sphacelaria cirrhosa* (Roth) C. Ag. Ранее, по данным А.А. Калугиной-Гутник [5], два последних вида обладали 100%-ной встречаемостью. Таким образом, спустя двадцать лет в летних фитоценозах бухты позицию константного вида сохранила только *C. barbata*, хотя и ее показатель встречаемости стал заметно ниже.

Число видов на отдельных станциях изменяется от 1 до 7 (в среднем 3 таксона). Среднее число видов на станциях правого отрога (1,7) вдвое ниже, чем на станциях левого. На участках, наиболее вдающихся в открытое море (ст. 11 и 22), обнаружено максимальное число видов Phaeophyta. Лимиты вариации количества родов и семейств совпадают между собой, однако среднее число родов (2,6) слегка выше такового показателя у семейств (2,3). Число порядков на станциях варьирует незначительно (1 - 4), составляя в среднем 1,6 таксона. В целом, высокое таксономическое разнообразие водорослей данного отдела характерно для станций 11, 20 – 22 (открытые участки бухты), низкое – для ст. 2, 5, 8, 9, 14, 16.

Значения коэффициента общности видов K_j указывают на заметное различие видовых группировок бурых водорослей в пределах полуметровой глубины. Высокая степень своеобразия видового состава проявляется при его сопоставлении в обоих отрогах бухты и для отдельных станций левого отрога, свидетельством чего является низкий

K_j (25 и 31 % соответственно). Видовые комплексы бурых водорослей на станциях правого отрога в большинстве случаев совпадают между собой, что и определяет высокое значение K_j (68,2 %).

Таблица 1. Эколого-таксономический состав и встречаемость (R, %) Phaeophyta и Rhodophyta в бухте Казачья (лето, 2003 г.)

Table 1. Ecological–taxonomic structure and appearance (R, %) of Phaeophyta and Rhodophyta in the Kazachia bay (summer, 2003)

Таксон	Экологические показатели	R	
		мелководье	глубоководье
Отдел Phaeophyta			
<i>Cystoseira barbata</i> C. Ag.	р, одн, о, мор*	91	33
<i>C. crinita</i> (Desf.) Bory	в, мн, о, мор	36	33
<i>Dilophus fasciola</i> (Roth) Howe	в, сл, о, мор	55	11
<i>Eudesme virescens</i> (Carmich.) J. Agarch	р, од, о, мор	9	-
<i>Feldmania irregularis</i> ((Huds.) Grev. Hamel	в, сл, о, мор	5	-
<i>Cladostephus spongiosus</i> (Huds.) C. Ag.	р, мн., о, мор	9	33
<i>Sphacelaria cirrhosa</i> (Roth) C. Ag	в, мн, о, мор	18	44
<i>Stilophora rhizodes</i> (Turn.) J. Ag.	в, сл, о, мор	5	11
<i>Padina pavonica</i> (L.) Lamour.	в, сл, о, мор	27	-
<i>Corynophloea umbellata</i> (C. Ag.) Kütz.	в, сл, о, мор	27	-
<i>Myriactula rivularia</i> (Suhr) J. Feldman.	с, сл, о, мор	9	-
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillw.) Lyngb.	с, сз, м, см	5	55
<i>Nereia filiformis</i> (J. Ag.) Zanard.	в, мн, о, мор	-	11
Отдел Rhodophyta			
<i>Chondria dasyphylla</i> (Wood.) C. Ag.	с, одн, о, мор	23	44
<i>Ch. capillaris</i> (Huds.) M. J. Wynne	в, одн, о, мор	45	11
<i>Polysiphonia breviarticulata</i> (C. Ag.) Zanard.	р, сл, о, мор	-	11
<i>P. denudata</i> (Dillw.) Grev. ex Harv.	в, одн, м, см	27	11
<i>P. subulifera</i> (C. Ag.) Harv.	в, одн, о, мор	86	66
<i>P. violacea</i> (Roth) Spreng.	р, одн, о, мор	5	11
<i>P. opaca</i> (C. Ag.) Moris et De Not.	в, мн, м, мор	27	11
<i>P. pulvinata</i> (Kütz.)	р, сл, м, мор	5	-
<i>P. fucoides</i> (Huds.) Grev.	р, одн, о, мор	5	-
<i>Ceramium deslongchampii</i> Chauv. ex Duby	р, одн, о, см	36	11
<i>C. diaphanum</i> (Lightf.) Roth	в, одн, м, см	9	11
<i>C. rubrum auctorum</i> (J.Ag.) J.Ag.)	в, одн, м, см	41	-
<i>C. siliquosum</i> (Kütz.) Maggs et Hommers.	в, одн, м, см	5	-
<i>C. ciliatum</i> (J. Ellis) Ducluz.	в, сл, о, мор	18	-
<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillw.) J. Ag.	с, сл, м, мор	-	11
<i>Gracilara verrucosa</i> (Huds.) Papenf.	в, мн, о, мор	9	55
<i>Laurencia obtusa</i> (Huds.) J. V. Lamour.	в, мн, о, мор	41	33
<i>L. coronopus</i> J. Ag.	в, мн, о, мор	41	22
<i>Chondrophycus papillosus</i> (C. Ag.) Garbary et J. Harper	в, мн, о, мор	5	-
<i>Callithamnion corymbosum</i> (Sm.) Lyngb.	в, одн, п, см	23	11
<i>Dasya pedicellata</i> (C. Ag.) C. Ag.)	в, сл, о, мор	-	11
<i>Gelidium crinale</i> (Turn.) Lamour.	в, мн, м, мор	27	-
<i>G. latifolium</i> (Grev.) Born. et Thur.	в, мн, м, мор	5	11
<i>Apoglossum ruscifolium</i> (Turner) J. Ag.	в, мн, о, мор	-	11
<i>Jania rubens</i> (L.) Lamour.	в, мн, о, мор	9	11
<i>Kylinia virgatula</i> (Harv.) Papenf.	в, одн, о, мор	9	-
<i>Lomentaria clavellosa</i> (Turn.) Gail.	с, одн, м, см	5	-
<i>Corallina mediterranea</i> Aresch.	в, одн, о, мор	36	-
<i>Fosliella farinosa</i> Lamour. (Howe)	в, о, о, мор	9	-

* р – редкий, в – ведущий, с- сопутствующий, одн – однолетний, мн – многолетний, сл – сезонный летний, о – олигосапробный, п – полисапробный, м – мезосапробный, мор – морской, см – солоноватоводно-морской.

Phaeophyta на ст. 11 и особенно на ст. 19 не имеют видов, общих с таковыми на остальных участках побережья. Среднее значение K_j для Phaeophyta вдоль всей береговой линии составляет 42 %.

Экологическая структура комплекса бурых водорослей на мелководье бухты отличается высокой встречаемостью и доминированием по числу видов морских, ведущих, олигосапробных, сезонных растений и отсутствием водорослей солоноватоводной и полисапробной групп (табл. 1). Высокая видовая насыщенность перечисленных групп-доминантов характерна для открытых участков бухты (ст. 11, 20 – 22) и большинства станций ее левого отрога.

Суммарная биомасса бурых водорослей – высоко вариабельная характеристика, доказательством чего являются лимиты ($0,4 - 4425,6 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$) и размах ее вариации ($4425,2 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$). Эти показатели продукционной характеристики комплекса бурых водорослей особенно велики на станциях левого берега ($0,4 - 4425,6$ и $4425,2 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$). Не менее динамична и доля биомассы комплекса Phaeophyta: она изменяется от 0,11 до 98,8 % биомассы фитocenозов на отдельных станциях. Размах вариации доли биомассы бурых водорослей в левом отроге в 1,5 раза выше, чем в правом. Максимум этого показателя отмечен на станции 19, близок к нему и его уровень на смежных станциях 18, 20 и 22. Минимальная суммарная биомасса бурых водорослей приходится на ст. 16 и отчасти на ст. 15. На ст. 1 и 5 она не превышает 100,0 г.

В состав группы доминантов растительных сообществ заказника бухты Казачья входят два многолетних олигосапробных вида рода *Cystoseira* – *C. crinita* (Desf.) Vory и *C. barbata*. На долю первого вида приходится 31,4 - 87,8 %, второго – 24,3 - 77,8 % биомассы фитocenозов на отдельных станциях. Доминирование *C. crinita* приходится на станции левого отрога, воды которого, как отмечали выше, отличаются незначительным содержанием общего взвешенного вещества, бактериопланктона и сильно выраженным загрязнением нефтеуглеводородами. Известно, что виды цистозир относятся к мезонафтабионтным организмам [4], поэтому наличие нефтяного загрязнения не ингибирует их развитие в бухте. *C. barbata* занимает позицию доминанта на большинстве станций центральной косы. Виды цистозир различаются степенью доминирования. Коэффициент доминирования (отношение числа станций, где вид доминирует, к числу станций, где он был зарегистрирован) *C. barbata* вдвое ниже (44 %), чем у *C. crinita*. Бурые водоросли входят и в состав содоминантов альгоценозов мелководья бухты. К ним относятся *C. barbata* и сезонные олигосапробные виды *Dilophus fasciola* и *Padina pavonica* (L.) Lamour. Доля биомассы содоминантов составляет 8,1 – 36,8 %.

Среди бентосных водорослей бухты Казачья наибольшим флористическим разнообразием отличаются багрянки. На их долю приходится 30 видов 16 родов, 10 семейств и 7 порядков. За прошедшие два десятилетия видовой спектр расширился на 7 видов. На мелководье таксономическая структура багрянок представлена 25 видами, 13 родами, 7 семействами и 5 порядками. Перечисленные таксоны количественно преобладают над таковыми у Chlorophyta в два раза. Число семейств у Rhodophyta и Phaeophyta в условиях бухты совпадают, количество остальных таксонов у багрянок выше в 1,2 – 2 раза. На исследованном горизонте общее число видов отдела Rhodophyta в летний сезон составляет 21 % такового для берегов Крыма и 66 % - для бухты в целом. Среди надвидовых таксонов особым разнообразием отличаются порядок Rhodumiales (18 видов, 3 рода, 3 семейства), семейство Rhodomelaceae (11 видов, 4 рода), роды *Polysiphonia* Grev. (6 видов) и *Ceramium* Roth (5 видов). Аналогично Chlorophyta, встречаемость красных водорослей максимально высока (100 %). Пределы варьирования показателя встречаемости у отдельных представителей отдела Rhodophyta совпадают с таковыми у Phaeophyta (5 – 80 %). Из всех водорослей только *Polysiphonia subulifera* (C. Ag.) Harv. - непременный компонент фитocenозов мелководья бухты (R=82 %). За ней следуют *Laurencia obtusa* (Huds.) J. V. Lamour., *Chondria capillaris* (Huds.) M. J. Wynne и *Ceramium*

rubrum auctorum J. Ag. Первые два вида, а также *P. subulifera* за два десятилетия снизили показатель встречаемости соответственно в 2,4 и 1,2 раза.

Таксономическая структура красных водорослей, подобно двум другим отделам, пространственно неоднородна. Видовое богатство отдела Rhodophyta вдоль берегов бухты варьирует от 1 до 8. На станциях правого отрога обитает вдвое меньше видов, чем на станциях левого. Однако более половины видов являются общими для обоих отрогов ($K_j=56\%$). Степень сходства видовых комплексов красных водорослей вдвое выше и в 1,4 раза ниже, чем у бурых и зеленых водорослей соответственно. Средние величины (5) и пределы варьирования (1 (2) – 7) числа видов на станциях каждого отрога совпадают. Максимум видового разнообразия багрянок приходится на участки берега левого отрога и особенно на выход из бухты. Минимум данного показателя характерен для станций, граничащих с вершиной левого отрога, где вода подвергается распреснению, а дно заилено.

В отличие от бурых водорослей, видовые комплексы багрянок на разных станциях даже в пределах одного и того же отрога отличаются выраженным своеобразием, чему соответствуют низкие значения K_j : для правого отрога – 22,7 %, для левого – 16,6 %, между отрогами – 20,4 % и для всего побережья бухты – 19,9 %. Максимальный показатель общности видов (50 и 63 %) получен при сравнении видов багрянок ст. 2 и 10, 4 и 18, ст. 6 со ст.10, 11, 19, 20, ст. 10 и 11, ст. 11 и 21. Мало общих видов (0 – 25 %) у водорослей ст. 17 (вершина левого отрога) с таковыми на станциях правого отрога и открытых участках левого, еще меньше их у комплексов багрянок ст. 16 – 22 (0 – 10 %).

Число родов Rhodophyta вдоль берегов бухты и в пределах каждого отрога изменяется от 1 до 6 (7), составляя в среднем 4,2 – для правого отрога и 3,9 – для левого. Родовой спектр особенно богат на открытых участках бухты. Динамика числа семейств не так существенна (от 1 до 5). Максимум их разнообразия приходится на ст. 8, 14 и 19. Лимиты вариации, среднее и максимальное число порядков совпадают с таковыми у семейств. На всех станциях количественное соотношение порядков и семейств одинаково. Для станций 4, 17 и 18 характерен минимум таксономического разнообразия, сочетающийся с совпадением числа порядков, семейств, родов и в некоторых случаях – видов.

Анализ экологической структуры комплекса красных водорослей позволил выявить доминирование морских, ведущих, однолетних, олигосапробных водорослей и отсутствие солоноватоводной группы. По сравнению с Phaeophyta доля однолетников, солоноватоводно-морских и мезосапробных видов выше соответственно в несколько раз. Среди сапробиологических групп появляются полисапробионты. Видовая насыщенность групп встречаемости, а также многолетних растений совпадает с таковым у Phaeophyta. Роль однолетней и сезонной групп багрянок, в отличие от комплекса бурых водорослей, меняется в противоположную сторону: количество видов среди однолетников Rhodophyta соответствует таковому у сезонных видов Phaeophyta.

Морские, ведущие и однолетние растения отдела Rhodophyta повсеместно распространены вдоль берегов бухты, о чем свидетельствует высокий коэффициент их встречаемости. Несколько ниже этот показатель у многолетников (86 %) и олигосапробионтов (95 %). К разряду редко встречающихся на мелководье элементов экологической структуры комплекса красных водорослей следует отнести сопутствующие, редкие и сезонные виды. Выявлен факт совпадения среднего числа видов на станциях обоих отрогов в морской, солоноватоводно-морской, ведущей и олигосапробной группах. В фитоценозах левого отрога среднее число видов в группах сопутствующих, редких, морских, сезонных, мезосапробных водорослей выше в 1,3 – 2 раза. Экологическая структура фитоценозов правого отрога выделяется высоким развитием среди Rhodophyta полисапробионтов, однолетников и отсутствием сезонных видов, что соответствует высокой трофности морской среды данной части акватории бухты.

Подобно эколого-таксономической структуре, биомасса красных водорослей распределяется неравномерно вдоль берегов бухты. Лимиты ее вариации для всего прибрежья составляют 1,6 и 631,2 г·м⁻², размах варибельности биомассы красных водорослей левого отрога вдвое выше, чем на станциях правого отрога, что ранее было отмечено и в отношении бурых водорослей. Для ст. 17 характерна максимально высокая средняя биомасса красных водорослей, близка к ней и таковая на ст. 11 (оконечность косы). В первом случае такой уровень количественного развития обеспечен функционированием солоноватоводно-морской и мезосапробной *Polysiphonia denudata* (Dillw.) Grev. ex Harv., во втором – типично морской и олигосапробной *Laurencia coronopus* J. Ag.. В правом отроге высокое количественное развитие багрянок зарегистрировано на ст. 6, близок к нему и уровень биомассы на ст. 7, 8, 10, расположенных вдоль правого берега косы. В левом отроге максимум биомассы приходится на ст. 17, второе место по этому показателю занимают багрянки открытых участков бухты (ст. 19 – 21). Доля биомассы (% биомассы фитоценоза) Rhodophyta изменяется от 0,09 до 71,34 % с минимумом на ст. 4 и максимумом на ст. 17.

Средняя биомасса отдельных видов Rhodophyta, подобно их суммарной биомассе, изменяется вдоль исследованных берегов бухты в широких пределах (0,01 – 55,8 г·м⁻²) с максимумом у *P. subulifera* и минимумом у редких для мелководья бухты Казачья видов *Gelidium latifolium* (Grev.) Born. et Thur. и *Polysiphonia pulvinata* Kütz. Не преобладают, но близкое к этому положение занимают *P. denudata* (32,3 г·м⁻²), *L. coronopus*, *C. rubrum auctorum* и *Ceramium ciliatum* (J. Ellis) Ducluz. (20,0 – 24,0 г·м⁻²). Биомасса остальных видов не превышает 9,0 г·м⁻².

Незначительное число видов красных водорослей по показателям своего количественного развития выполняют роль доминантов и содоминантов растительных сообществ мелководья бухты. *P. denudata*, доминирует на ст. 16 и 17, где на ее долю приходится 24 и 70 % биомассы фитоценозов. Группа содоминантов выглядит разнообразнее, шире перечень станций, где багрянки выполняют такую роль. К их числу относятся три ведущих черноморских вида: *P. subulifera* (ст. 6, 14, 19), *Polysiphonia opaca* (C. Ag.) Moris et De Not. (ст. 16) и *C. rubrum auctorum* (ст. 10).

Phaeophyta и Rhodophyta глубоководной зоны бухты Казачья. Эколого-таксономический анализ структуры летних фитоценозов глубоководья бухты Казачья показал, что отдел Phaeophyta представлен 8 видами, 7 родами, 7 семействами и 6 порядками, что по сравнению с видовым комплексом альгоценозов мелководья меньше на три вида, четыре рода, одно семейство и больше на один порядок. Подобно ситуации на мелководье, на больших глубинах из всех родов бурых водорослей только *Cystoseira* C. Ag. представлен двумя видами, остальные – одним. Порядки Ectocarpales, Sporochnales, Chordariales, Dictyotales, Fucales включают по одному семейству, а Sphacelariales – два. Все семейства бурых водорослей фитоценозов глубоководной зоны бухты – однородовые. Невелика и видовая насыщенность семейств: 22 % их двух-, остальные – одновидовые. Степень сходства порядков и семейств бурых водорослей мелководья и глубоководья высока и составляет 70 - 71 %, а родов и видов 64 и 62 % соответственно. Встречаемость Phaeophyta в пределах исследованных горизонтов достигает 100 %, тем не менее подавляющее большинство отдельных видов Phaeophyta имеет невысокий показатель встречаемости (11 – 33 %) и только у *Sph. cirrhosa* он максимален – 56 %. Количество видов бурых водорослей в зависимости от глубины варьирует от 1 до 10 видов, составляя в среднем 3 таксона. Основная часть видов (10) зарегистрирована на глубине 5 м, несколько меньше их (7) - на глубине 15 м. На горизонтах 2, 3, 4 и 9 м обитают по одному виду. Среднее значение коэффициента Жаккара для комплексов бурых водорослей на разных глубинах очень низкое (17 %). Лимиты варьирования данного коэффициента составляют 0 – 100 %. Наибольшее сходство сравниваемых комплексов характерно для таких пар глубин, как 4 и 9 м, 6 и 7 м, близко к нему и подобие видовых комплексов

Phaeophyta на глубинах 3 и 6, 3 и 7 м. Как правило, бурые водоросли на глубине 2 м не имеют сходных видов на иных горизонтах.

Экологическая структура комплекса бурых водорослей глубоководной части бухты Казачья характеризуется доминированием видов морских, ведущих, олигосапробных растений, почти равным развитием сезонной и многолетней групп и отсутствием водорослей солоноватоводной, полисапробной, редкой групп. В отличие от комплекса бурых водорослей мелководья здесь нет редких растений, низко разнообразие сопутствующей группы, сходное развитие многолетней и сезонной групп.

Суммарная биомасса бурых водорослей глубоководья бухты Казачья варьирует в значительных пределах (1,6 - 776,0 г·м⁻²), однако размах вариации этого показателя во много раз меньше, чем на мелководье. Доля биомассы (в %) всего комплекса Phaeophyta в фитоценозах на разных глубинах – динамичный признак и в той же мере, что и на малой глубине. В отличие от фитоценозов мелководья бухты на глубоководье из двух видов цистозиры доминирует только *C. crinita* с более, чем вдвое меньшим значением коэффициента доминирования. Группа содоминантов составлена тремя видами, из которых только *C. barbata* сохраняет данную позицию, характерную и для фитоценозов мелководья. Доля участия в формировании биомассы фитоценозов остальных видов бурых водорослей крайне мала и не превышает 1,0 %.

Отдел Rhodophyta на больших глубинах представлен 18 видами 11 родов, 7 семейств и 5 порядков. Видовое разнообразие ниже почти в 1,5 раза, родов меньше на два таксона, число же семейств и порядков остается тем же, что и на мелководье. Разнообразие таксонов разного ранга на мелководье и в глубоководной части бухты не всегда совпадают между собой. По данному признаку на глубоководье только один порядок Ceramiales превосходит остальные, включающие по одному семейству и одному роду. Среди родов наиболее богат видами род *Polysiphonia* (5 видов) - один из двух, доминирующих на мелководье. Аналогично бурым водорослям, встречаемость багрянок на разных горизонтах максимально высокая (100 %). Пределы же варьирования показателя встречаемости у отдельных представителей отдела Rhodophyta не совпадают с таковыми у Phaeophyta и Rhodophyta на мелководье: в глубоководной части они составляют 11 - 66 % с максимумом только у *P. subulifera*, которая ранее была причислена к непременным компонентам летних фитоценозов. За ней следуют *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf. (R=55 %) и *Chondria capillaris* (R=44 %). Оставшиеся 78 % видов отличаются крайне низкими показателями встречаемости (11 - 22 %).

Видовое богатство отдела Rhodophyta по глубинам варьирует от 1 до 6 с максимумом на 2 и 15 м. Близки к нему и видовые комплексы багрянок (по 5 видов) на 1 и 5 м. Среднее значение коэффициента Жаккара (21 %) свидетельствует о заметных различиях в комплексах видов красных водорослей на разных глубинах. Невысокие значения K_j выявлены при сравнении видов таких пар глубин, как 4 и 5, 4 и 6, 5 и 7, 9 и 15 м. Невелико сходство комплекса видов на глубине 2 м по сравнению с таковыми на иных горизонтах. Половина общих видов характерна для фитоценозов на глубинах 3 и 7, 2 и 15, 7 и 9 м. В большинстве случаев комплексы багрянок на 1 и 9 м резко отличаются от таковых на других глубинах. Из всех порядков только порядок Ceramiales наиболее богат видами (14), родами (7) и семействами (4). Остальные порядки включали по одному семейству и одному роду. Количество родов варьирует от 1 (на 3 и 9 м) до 5 (на 5 м). Количество семейств и порядков колеблется от 1 до 3. Отмечено совпадение числа всех иерархически соподчиненных таксонов на глубине 3, 7 и 9 м.

Анализ экологической структуры комплекса красных водорослей позволил установить сходное с таковым на мелководье доминирование морских, ведущих, олигосапробных водорослей и отсутствие солоноватоводной группы. В отличие от ситуации на мелководье однолетники и многолетники получают равное развитие. Экологическая структура комплекса багрянок подвержена батиметрической изменчивости. Так, морские растения зарегистрированы во всем диапазоне глубин, а солоноватоводно-морские

– только на 1, 2 и 6 м. На глубине от 2 до 15 м преобладают ведущие виды, а на 1 м они количественно сопоставимы с редкими растениями. Группа сопутствующих видов представлена в фитocenозах только на 1 и 4 м, а редких – на 1 и 15 м. Однолетние растения преобладают в сообществах на глубине 1, 2 и 6 м, а многолетние – на 5 и 9 м, в остальных случаях эти группы претерпевают равное развитие. Встречаемость сезонной группы невелика и касается лишь сообществ на 1 и 6 м. Олигосапробионты лидируют на многих горизонтах, уступая эту роль на 1 м мезосапробионтам. Встречаемость полисапробионтов крайне мала, поскольку они были зарегистрированы лишь на 6 м.

Подобно эколого-таксономической структуре биомасса красных водорослей распределяется неравномерно по глубинам. Лимиты вариации их суммарной биомассы на исследованных горизонтах составляют 4,8 и 858,8 г·м⁻², а размах варьирования данного параметра достигает 854,0 г·м⁻², что заметно превышает подобные показатели для мелководья бухты. Максимум биомассы комплекса красных водорослей и ее доли в сложении таковой у фитocenоза приходится на глубину 15 м, минимум – на 3 и 9 м, где произрастают по одному виду данного отдела. Биомасса отдельных видов варьирует в широких пределах: от 0,01 до 756,0 г·м⁻². Из общего перечня Rhodophyta бухты наибольшим количественным развитием отличается *P. subulifera*, за ней следует *L. obtusa*. На глубине 15 м первый вид выполняет роль доминанта в донном сообществе водорослей. В остальных случаях доля биомассы отдельных видов багрянок чаще не превышает 1,0 %.

Заключение. Летом в фитocenозах бухты Казачья отдел Phaeophyta представлен 13 видами 12 родов, 9 семейств и 6 порядков, Rhodophyta – 30 видами 16 родов, 10 семейств и 7 порядков. За последние два десятилетия спектр первого отдела расширился на один вид, второго – на семь. Встречаемость бурых и красных водорослей на мелководье высока и, прежде всего, у *C. barbata* и *P. subulifera*. Флористическое богатство отделов Phaeophyta и Rhodophyta в условиях мелководья превосходит таковое у Chlorophyta и одинаково увеличивается по направлению от вершины бухты к ее устью. Степень сходства видового комплекса Rhodophyta на малой глубине вдвое выше, чем у Phaeophyta. Экологическая структура комплексов красных и бурых водорослей достаточно сходна, поскольку отличие выражается только в появлении среди багрянок полисапробионтов и увеличении доли однолетников, солоноватоводно-морских и мезосапробионных видов. Биомасса водорослей двух отделов на мелководье пространственно изменчива, при этом лимиты и размах ее вариации одинаково высоки на станциях левого отрога бухты. По уровню данной продукционной характеристики среди бурых водорослей в фитocenозах мелководья лидируют оба вида цистозиры, среди красных – *P. denudata* и *L. coronopus*. Области доминирования перечисленных видов пространственно разобщены: для *C. crinita* это левый отрог, для *C. barbata* – центральная коса, для *P. denudata* – вершина бухты и для *L. coronopus* – оконечность косы.

Таксономический спектр Phaeophyta и Rhodophyta в фитocenозах глубоководья бухты Казачья беднее, чем на мелководье. Коэффициент общности видов бурых водорослей на малых и больших глубинах составляет 54 %, а красных – 48 %. Встречаемость Phaeophyta и в Rhodophyta в пределах исследованных горизонтов, как и на мелководье, предельно велика, однако большинство видов этих отделов по отдельности имеет невысокий показатель константности. Видовое богатство обоих отделов варьирует по глубинам с максимумом у Phaeophyta на глубине 5 м, у Rhodophyta – на 2 и 15 м. Экологическая структура комплексов бурых и красных водорослей глубоководной части бухты приблизительно та же, что и на мелководье и подвержена батиметрической изменчивости. Суммарная биомасса водорослей двух отделов меняется с глубиной, однако размах вариации этого показателя существенно ниже, чем на мелководье у Phaeophyta и выше, чем у Rhodophyta. В отличие от фитocenозов мелководья бухты на глубоководье из двух видов цистозиры доминирует только *C. crinita* с более чем вдвое меньшим значением коэффициента доминирования, среди багрянок вместо *P. denudata* роль лидера выполня-

ет *P. subulifera*. Как правило, максимум и минимум биомассы и разнообразия видовых комплексов обоих отделов на разных участках акватории не совпадают между собой.

Полученные данные свидетельствуют о важности роли красных и бурых водорослей в структуре и функционировании донных фитоценозов заказника «Бухта Казачья». Вместе с тем усиленная эксплуатация части акватории водоема (правый отрог) способствует обеднению таксономического разнообразия этих водорослей и снижению изменчивости основных структурно-функциональных характеристик фитобиоты.

1. *Евстигнеева И.К.* Структура цистозирово- и зостерово-лауренциевых фитоценозов в некоторых районах крымского побережья Черного моря // *Экология моря*. – 1983. – Вып. 12. – С. 35 – 41.
2. *Евстигнеева И.К., Танковская И.Н.* Зеленые водоросли побережья заказника «Бухта Казачья» (Черное море) // *Рыбное хозяйство Украины*. - 2005. - Спец. выпуск. – С. 85 – 89.
3. *Евстигнеева И.К., Оскольская О.И., Бонларенко Л.В., Танковская И.Н.* Комплексная оценка состояния фитоценозов бухты Казачья в связи с многофакторным загрязнением // *Морские биотехнические системы*. - Севастополь, 2005. – № 3 - С. 81 – 89.
4. *Калугина-Гутник А.А.* Фитобентос Черного моря. – Киев: Наук. думка, 1975. – 248 с.
5. *Калугина-Гутник А.А., Куфтаркова Е.А., Миронова Н.В.* Условия произрастания *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Rарenf. и запасы макрофитов в бухте Казачья (Черное море) // *Растительные ресурсы*. 1987. - **23**, вып. 4. – С. 520 – 531.
6. *Мильчакова Н.А.* Макрофитобентос // *Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор)*. Под ред. В.Н. Еремеева, А.В. Гаевской; НАН Украины, Институт биологии южных морей. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 152 – 191.
7. *Мильчакова Н.А., Рябогина В.Г.* Флористическая характеристика морских акваторий объектов природно-заповедного фонда региона Севастополя (Черное море) // *Экология моря* – Вып. 60. – С. 5 – 11. С
8. *Миронов О.Г., Кирюхина Л.Н., Алемов С.В.* Экологическая характеристика бухты Казачьей (Черное море) // *Экология моря*. – 2002. - Вып. 61. – С. 85 – 89.
9. *Шенников А.П.* Введение в геоботанику. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. – 447 с.

Институт биологии южных морей НАН Украины,
г. Севастополь

Получено 7.07.2006

I. K. EVSTIGNEEVA, I. N. TANKOVSKAYA

**ECOLOGICAL-TAXONOMIC STRUCTURE AND BIOMASS
OF RHODOPHYTA AND PHAEOPHYTA OF THE «KAZACHIA BAY» RESERVE**

Summary

The present condition of the flora of red (Rhodophyta) and brown (Phaeophyta) algae of the «Kazachia Bay» reserve has been characterized. It has been established that in the summer Phaeophyta is presented by 13 kinds of 12 sorts, 9 families and 6 orders, Rhodophyta – by 30 kinds, 16 sorts, 10 families and 7 orders. The dominating taxons have been allocated and an ecological status of algae kinds on the shoalness and deeper has been defined. It is shown, that ecological-taxonomic variety and biomass of the algae are influenced by spatial variability. The data obtained points on the essential role of Rhodophyta and Phaeophyta in the functioning of seawater ecosystem.