

УДК: 581.526.323/(477.75) (262.5)

**И.К. ЕВСТИГНЕЕВА, И.Н. ТАНКОВСКАЯ**

Институт биологии южных морей НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, 99011 Севастополь, АР Крым, Украина  
e-mail: Logrianin@nm.ru

## **МАКРОВОДОРОСЛИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЛИТОКОНТУРА АКВАТОРИИ КАРАДАГСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА (КРЫМ)**

---

Приведены результаты исследований альгоценозов биологического литоконтур акватории Карадагского природного заповедника в осенний период. Обнаружено 37 видов из трех отделов и 12 экологических групп макроводорослей. Проанализированы структурно-продукционные особенности альгоценозов скал и волнореза. Показано, что изученные альгоценозы во многом соответствуют фитобентосу верхней сублиторали Черного моря.

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** Черное море, Карадагский природный заповедник, макроводоросли, экологическое и таксономическое разнообразие, фитомасса, литоконтур, скалы, волнорез.

### **Введение**

Биологический литоконтур моря включает каменистую грань, сформированную скалами, глыбами, валунами и камнями, а также антропогенный контур, в качестве которого выступают твердые субстраты и объекты искусственного происхождения (Зайцев, 2006). Такие элементы литоконтур активно заселяются единым комплексом животных и растений. Считается, что условия биологического литоконтур, как жизненной среды, способствуют образованию сообществ с высоким уровнем видового разнообразия и биомассы. На момент наших исследований сведения о составе и разнообразии макроводорослей естественных, и тем более искусственных субстратов зоны заплеска акватории Карадагского природного заповедника (КПЗ), отсутствовали. Полученные нами данные являются новыми как для Карадага, так и для Черного моря в целом.

Целью данной работы было сравнительное исследование структурно-функциональных особенностей макроальгоценозов верхнего биологического литоконтур моря в районе КПЗ.

### **Материалы и методы**

Пробы водорослей отбирали в сентябре 2009 г. методом пробных площадок размером 20×20 см с боковых стенок волнореза пос. Курортное и на скалах участка побережья от биостанции Карадагского природного заповедника до скалы Иван-Разбойник. Пробные площадки закладывали в зоне заплеска, куда периодически попадают брызги волн. Водоросли идентифицировали по определителю (Зинова, 1967) с учетом последних номенклатурных изменений (Algae ..., 2006). Для сравнительной характеристики видового состава применяли коэффициент общности видов Жаккара ( $K_j$ ), а для описания экологического состава – классификацию водорослей, приведенную в работе Калугина-Гутник (1975). По шкале доминирования Любарского, учитывающей величину относительной фитомассы (доля в общей фитомассе), выявляли группы малозначимых

© И.К. Евстигнеева, И.Н. Танковская, 2014

(от 0 до 1 %), второстепенных (от 1 до 6 %), субдоминантных (от 6 до 22 %), доминантных (от 22 до 50 %) и абсолютно доминантных (от 50 до 100 %) видов (Розенберг, 2005).

### Результаты и обсуждение

В зоне исследования альгоценозы обрастаний разных элементов биологического литоконтура (искусственное сооружение и прибрежные скалы) акватории Карадага представлены 37 видами макроводорослей из 27 родов, 18 семейств и 14 порядков из отделов *Chlorophyta* (Ch), *Phaeophyta* (Ph) и *Rhodophyta* (Rh) (см. таблицу).

Видовой состав и биомасса водорослей биологического литоконтура акватории природного Карадагского заповедника

№ п/п	Таксон	Биомасса		№ п/п	Таксон	Биомасса	
		Скалы	Вол-норез			Скалы	Вол-норез
<b>Chlorophyta</b>							
1	<i>Ulothrix implexa</i> (Kütz.) Kütz.	–	+	18	<i>Callithamnion corymbosum</i> (Sm.) Lyngb.	0,4	–
2	<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kütz.	56,1	15,0	19	<i>Ceramium ciliatum</i> (J. Ellis) Ducluz.	1071,6	0,2
3	<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kütz.	8,2	66,0	20	<i>Ceramium rubrum</i> J. Agardh	0,2	0,1
4	<i>Cladophora liniformis</i> Kütz.	0,1	0,5	21	<i>Ceramium secundatum</i> (Lyngb.) C. Agardh	77,9	64,1
5	<i>Cladophoropsis membranacea</i> (Hoffm. Bang ex C. Agardh) Borgesen	86,6	625,0	22	<i>Chondrophycus papillosus</i> (C. Agardh) D.J. Garbary et J.T. Harper	22,0	–
6	<i>Enteromorpha flexuosa</i> (Wulfen) J. Agardh	0,1	13,0	23	<i>Corallina mediterranea</i> Aresch.	111,5	367,5
7	<i>Pseudopringsheimia confluens</i> (Rosen.) Wille	0,6	–	24	<i>Gelidium crinale</i> (Harex ex Turner) Gaillon	249,9	1040,0
8	<i>Ulva rigida</i> C. Agardh	7,8	12,8	25	<i>Gelidium latifolium</i> (Grev.) Bornet et Thur.	96,4	20,0
<b>Phaeophyta</b>				26	<i>Grateloupia dichotoma</i> J. Agardh.	–	6,0
9	<i>Cladostephus spongiosus</i> (Huds.) C. Agardh	0,0	157,5	27	<i>Kylinia virgatula</i> (Harv.) Papenf.	–	23,0
	<i>Cystoseira</i> (проростки)	4,4	–	28	<i>Laurencia coronopus</i> J. Agardh	44,8	2,5

10	<i>Cystoseira barbata</i> C. Agardh	59,9	10,0	29	<i>Laurencia obtusa</i> (Huds.) J. V. Lamour.	–	2,0
11	<i>C. crinita</i> (Desf.) Bory	5,7	–	30	<i>Phyllophora crispa</i> (Huds.) P.S. Dixon	–	0,5
12	<i>Dilophus fasciola</i> (Roth) M.Howe	142,5	0,1	31	<i>Polysiphonia</i> <i>brodiaei</i> (Dillwyn) Spreng.	116,9	0,3
13	<i>Feldmannia lebelii</i> (Aresch. ex P. Crouan et H. Crouan) Hamel	–	7,5	32	<i>Polysiphonia</i> <i>denudata</i> (Dillwyn) Grev. ex Harv.	13,9	+
14	<i>Padina pavonica</i> (Linnaeus) Thivy	7,2	–	33	<i>Polysiphonia opaca</i> (C. Agardh) Moris et De Notaris	–	0,1
15	<i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) C. Agardh	0,8	–	34	<i>Polysiphonia</i> <i>subulifera</i> (C. Agardh) Harv.	1,0	4,9
16	<i>Corynophlaea</i> <i>umbellata</i> (C. Agardh) Kütz.	+	–	35	<i>Spermothamnion</i> <i>strictum</i> (C. Agardh) Ardiss.	1,5	
<b>Rhodophyta</b>				36	<i>Erythrotrichia</i> <i>carnea</i> (Dillwyn) J. Agardh	–	+
17	<i>Pterothamnion</i> <i>cruciatum</i> (C. Agardh) Nägeli	7,6	3,0	37	<i>Fosliella farinosa</i> Lamour. (M. Howe)	+	+

«–» – Фитомасса менее 0,001 г в пробе.

Пропорция таксонов в общем составе водорослей, а также у Ch и Rh в частности, выглядит так: 3 вида : 2 рода : 1 семейство : 1 порядок. Rh лидирует по числу видов (56 % общего числа), родов и семейств. Между другими отделами таксоны распределяются примерно поровну. Доля родов и семейств, насчитывающих больше одного вида, невелика, что свидетельствует о разнообразии таксономического состава альгоценоза в зоне заплеска. Наиболее богаты видами *Cladophora* (3), *Ceramium* (3), *Polysiphonia* (4), *Cladophoraceae* (4), *Ceramiales* (6), *Rhodomelaceae* (7), *Ceramiales* (13). Эти таксоны являются ключевыми и на других участках верхней сублиторали Черного моря.

В соответствии с классификацией водорослей по отношению к факторам среды (Калугина-Гутник, 1975) среди идентифицированных видов зоны заплеска обнаружены представители 12 экологических групп и отмечено отсутствие пресноводно-солонатоводных водорослей. Наибольшим числом видов отличаются морская, ведущая, олигосапробная, одно- и многолетняя группы, что также типично для многих участков внезаплесковой зоны черноморского побережья (Евстигнеева, Танковская, 2012, 2013). Менее разнообразен экологический спектр Rh; из видов этого отдела развиваются исключительно морские, многолетние, олигосапробные и преимущественно ведущие виды. У Ch самое большое число групп, выделяющихся высоким разнообразием видов, поэтому их развитие в условиях заплеска может быть охарактеризовано как равномерное.

На скалах обитают 29 видов 21 рода, 13 семейств и 10 порядков (3 : 2 : 1 : 1). Видовое и родовое разнообразие Rh выше, чем у других отделов. Пропорции таксонов в отделах не совпадают, однако их видовое соотношение (1 Ch : 1 Ph : 2Rh) на скалах не отличается от соотношения, рассчитанного по данным А.А. Калугиной-Гутник (1975) для псевдолиторали Черного моря. Здесь наиболее богато представлены *Cladophora*, *Ceramium*, *Polysiphonia*, *Cladophoraceae*, *Ceramiales*, *Rhodomelaceae*, *Cladophorales*, *Ceramiales*.

Водоросли скал Карадага относятся к 12 экологическим группам, среди которых наибольшим вкладом в общую структуру выделяются ведущая (66 % общего числа видов на скалах), олигосапробная (59 %), морская (76 %) и однолетняя (45 %) группы. Небольшим числом видов отличаются сопутствующая, сезонная, полисапробная группы. Экоспектр каждого отдела имеет свои группы и характер распределения видов между ними. Среди Ch многие экогруппы представлены в равной мере, видимым преимуществом отличаются редкие виды, однолетники и мезосапробионты. Среди Rh высокое развитие получают ведущие, однолетние, олигосапробные и морские виды. В условиях заплеска Ph не имеют видов сопутствующей, однолетней, поли- и мезосапробной, солоноватоводно-морской групп. На скалах фитомасса видов варьирует в широких пределах (см. таблицу). Большой вклад в фитомассу ценоза вносит Rh (83 %). Среди Ch такой максимальный показатель отмечен у *Cladophoropsis membranacea*, среди Rh – у *Ceramium ciliatum*, среди Ph – у *Dilophus fasciola*. На скалах преобладают виды с низким показателем относительно фитомассы (56 %), треть видов относится к второстепенным. Доминантом ценоза является *C. ciliatum*, а содоминантами – *Gelidium crinale* и *D. fasciola*.

В обрастании волнореза обнаружено такое же количество видов, как и на скалах. Здесь также лидирует Rh, а уровень разнообразия видов и родов Ch выводит этот отдел на вторую позицию. Итак, видовое соотношение отделов в обрастании волнореза и скал различается, а его состав совпадает лишь наполовину ( $K_j = 57\%$ ). Наибольшее сходство отмечено среди Ch (75 %), меньшее – среди Ph (37 %). Перечень таксонов, базовых по числу соподчиненных видов, идентичен в обоих случаях. Многие виды (56 %) не избирательны в выборе типа субстрата. Исключительно на скалах или волнорезе поселяются в каждом случае только 22 % видов, из них на скалах преобладают Ph и Rh, на волнорезе – только Rh.

Анализ и сопоставление экоспектров на скалах и волнорезе показал одинаковый характер распределения видов по группам и одни и те же ключевые элементы структуры всего ценоза и Rh в отдельности. Структурно-экологические различия обрастания разных субстратов касаются числа экогрупп и представленности каждой из них у Ch и Ph. Среди Ch на волнорезе, в отличие от ситуации на скалах, лидируют не только мезо-, но и полисапробионты, а среди галобных групп основу составляют солоноватоводно-морские виды. На волнорезе, по сравнению со скалами, выше доля поли-, олигосапробионтов, солоноватоводно-морских видов и ниже – у морских. Ph на волнорезе, как и на скалах, представлен ведущими, олигосапробными и морскими видами, хотя большинство из них относятся не только к многолетней, но и к сезонной группе. На волнорезе у Ph выше доля редких видов и ниже – ведущих, здесь они уступают водорослям на скалах по уровню абсолютного числа многолетних, сезонных, олигосапробных и морских видов.

Фитомасса у обрастателей волнореза и скал одна и та же (см. таблицу). Однако на волнорезе доля фитомассы Ch в 4 раза выше, а у Rh на 20 % ниже, чем на скалах. Вклад Rh в суммарную фитомассу примерно одинаков. Rh среди отделов и *C. membranacea* среди Ch остаются основными продуцентами, однако максимум фитомассы видов Rh и Ph, в отличие от ситуации на скалах, приходится на другие виды (*Gelidium crinale* и *Cladostephus spongiosus*). Анализ распределения видов по группам доминирования показал господство (76 % общего числа видов) видов с низким показателем фитомассы, т.е. тех, что и на скалах. Однако состав доминантов и субдоминантов на скалах и волнорезе полностью не совпадает. На волнорезе ими являются *Cladophoropsis membranacea*, *G. crinale*, *C. spongiosus* и *Corallina mediterranea*. Фитомасса всех видов на разных субстратах составляет более 2 кг на квадратный метр.

### Заключение

Установлен видовой состав, эколого-таксономическая структура и продукционные возможности альгоценозов обрастания скал и волнореза как элементов биологического литоконтур акватории Карадага. Сравнительный анализ показал, что для них характерны примерно равные или близкие к ним общее число видов и Ch в частности, надвидовых таксонов и доля моновидовых родов, количественное доминирование Rh, одинаковое распределение видов между экологическими группами, формирование фитомассы, которая у всех ценозов составляет более 2 кг на квадратный метр, равный вклад Ph в общую фитомассу и численное превосходство группы малозначимых видов. Отличие ценозов обрастания элементов литоконтур Карадага проявляется в количестве надродовых таксонов, в пропорции таксонов в ценозах и каждом отделе. Выявлены структурно-экологические различия обрастания, касающиеся числа и представленности групп, образующих экоспектр Ch и Ph. Роль Ch в формировании фитомассы на волнорезе выше, чем на скалах. Состав доминантов и субдоминантов в исследованных ценозах не совпадает. В целом, фитобентос верхнего биологического литоконтур моря в районе Карадага во многом соответствует фитобентосу других участков черноморского побережья. Виды родов *Cystoseira* и *Phyllophora* в зоне заплеска представлены в основном немногочисленными проростками и не являются ценозообразующими.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Зайцев Ю.П. Введение в экологию Черного моря. – Одесса: Эвен, 2006. – 224 с.
- Зинова А.Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. – М.:Л.: Наука, 1967. – 397 с.
- Евстигнеева И.К., Танковская И.Н. Фитоценозы с участием прикрепленной *Phyllophora nervosa* (D.C.) Grev. (*Phyllophora crispa* (Huds.) P.S. Dixon) и особенности распределения в условиях мелководья Черного моря // Запов. справа в Україні. – 2012. – 18(1). – С. 21–30.
- Евстигнеева И.К., Танковская И.Н. Донная растительность рекреационной зоны бухты Балаклавская // Мат. VIII Междунар. конф. «Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона» (Керчь, 26–27 июня 2013 г.). – Керчь: Изд-во ЮгНИРО, 2013. – С. 46–55.

*Калугина-Гутник А.А.* Фитобентос Черного моря. – Киев: Наук. думка, 1975. – 248 с.

*Розенберг Г.С.* Количественные методы экологии и гидробиологии: Сб. науч. тр., посвященный памяти А.И. Баканова. – Тольятти: СамНЦРАН, 2005. – 220 с.

*Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography.* Vol. 1 / Eds. P.M. Tsarenko, S.P. Wasser, E. Nevo. – Ruggell: Gatner Verlag K.-G., 2006. – 716 p.

Подписал в печать И.И. Маслов

*I.K. Evstigneeva, I.N. Tankovskaya*

A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas, NAS of Ukraine,

2, Nakhimov Av., 99011 Sevastopol, Ukraine

e-mail: Logrianin@nm.ru

#### MACROALGAE OF BIOLOGICAL LITHOCONTOUR IN AQUATORIUM OF KARADAG NATURE RESERVE (CRIMEA)

Results of investigations of algal communities of biological lithocontour in Karadag aquatorium in an autumn period are described. Thirty-seven species of macroalgae belonging to three divisions and 12 ecological groups were identified. The structure – production peculiarities of the algal communities of rocks and cutwater were analysed. It was shown that the algal communities studied to much extent correspond to the phytobenthos of the upper subeulittoral of the Black Sea.

**Key words:** the Black Sea, Karadag Nature Reserve, macroalgae, ecological-taxonomic structure, phytomass, lithocontour, rocks, cutwater.