

Влияние свойств каменистого субстрата на распределение *Cyanophyta* супралиторальной зоны моря

СВЕТЛАНА АЛЕКСАНДРОВНА САДОГУРСКАЯ

САДОГУРСКА С.О., 2010: Вплив властивостей кам'янистого субстрату на розподіл *Cyanophyta* супраліторальної зони моря. *Чорноморськ. бот. журн.*, т. 6, № 2: 265-275.

Дана характеристика гірських порід супраліторальної зони кримського узбережжя Чорного та Азовського морів. У статті наводяться дані про видовий склад *Cyanophyta* на різних кам'янистих субстратах супраліторалі.

Ключові слова: *Cyanophyta*, видове різноманіття, Чорне море, Азовське море, кам'янистий субстрат, гірські породи

SADOGURSKAYA S.A., 2010: **Effects of the rocky substrate properties on distribution of *Cyanophyta* in supralittoral zone of the sea.** *Chornomors'k. b. z.*, Vol. 6, №2: 265-275.

Rocks are characterized in supralittoral zone of the Crimean coast of the Black and Azov Seas. The article presents data on the species list of *Cyanophyta* in various supralittoral rocky substrates.

Keywords: *Cyanophyta*, species diversity, Black Sea, Azov Sea, rocky substrate, rocks

САДОГУРСКАЯ С.А., 2010: Влияние свойств каменистого субстрата на распределение *Cyanophyta* супралиторальной зоны моря. *Черноморск. бот. журн.*, т. 6, № 2: 265-275.

Дана характеристика горных пород супралиторальной зоны крымского побережья Чёрного и Азовского морей. В статье приводятся данные о видовом составе *Cyanophyta* на различных каменистых субстратах супраліторалі.

Ключевые слова: *Cyanophyta*, видовое разнообразие, Чёрное море, Азовское море, каменистый субстрат, горные породы

Верхней зоной бентали, которая в бесприливных Чёрном и Азовском морях расположена выше уровня ветрового нагона воды и лишь увлажняется брызгами прибойных волн, является супралітораль. Благодаря массовому развитию *Cyanophyta* и некоторых видов лишайников, на каменистой супраліторалі визуально хорошо выделяется "чёрная зона".

Одним из важнейших факторов, оказывающих влияние на качественный и количественный состав биоты, является характер субстрата. В отличие от высших сосудистых растений, связь водорослей с субстратом часто носит топический характер. В то же время в комплексе экологических факторов, оказывающих влияние на супраліторальные *Cyanophyta*, необходимо особо выделить свойства субстрата. При этом, следует учитывать, что влияние субстрата на сине-зелёные водоросли также носит комплексный характер, определяемый совокупностью физических и химических характеристик различных горных пород.

Материалы и методы

В супралиторальной зоне моря крымского побережья обломки горных пород, на которых поселяются водоросли, имеют различную размерность. Размер этих обломков определяет их устойчивость к перемещению прибойными волнами.

Для характеристики размерности субстрата использована общепринятая шкала гранулометрического состава продуктов абразии горных пород, где диаметр частиц: алеврит – 0,1-0,01 мм; песок – 0,1-1,0 мм; гравий – 1-10 мм; галька – 1-10 см; мелкие валуны – 10-50 см; крупные валуны – 50-100 см; глыбы от 1 м и более [БЕРЕГА, 1991; КОНСТАНТИНОВ, 1986; МОРСКАЯ ГЕОМОРФОЛОГИЯ, 1980]. Алевриты, пески, гравий и галька легко переносятся морем и являются подвижным субстратом. Валуны менее подвижны, а глыбы обычно остаются на месте обрушения и медленно разрушаются под действием прибоя. Размер обломков горных пород определяет их устойчивость к перемещению прибойными волнами. В этом отношении их также можно разделить на три категории: 1 – неперемещаемые (крупные глыбы более 3 м в поперечнике); 2 – редко перемещаемые (крупные валуны и глыбы 0,5-3 м в поперечнике); 3 – перемещаемые (валуны менее 0,5 м в поперечнике).

Отбор проб Суанophyta проводился с достаточно стабильных участков, которые относятся к двум категориям: неперемещаемые (глыбовый навал, стенки клифов и поверхности бетонных гидротехнических сооружений) и редко перемещаемые (валунный навал). Первые обычно наиболее характерны для открытых побережий и мысов, где особенно сильно ощущается влияние прибойных волн и выше степень орошения брызгами прибрежных скал (вследствие конвергенции волновых лучей). Вторые чаще встречаются на более защищённых побережьях, это как правило участки, где на пляже или береговом склоне отлагаются мелкозернистые частицы субстрата (песок, галька, ракушка и т.п.). Поэтому здесь больше сказывается механическое (абразивное) воздействие переносимых прибойными волнами твёрдых частиц субстрата [ЗЕНКОВИЧ, 1958 а, б; КЛЮКИН, 1998].

При характеристике физико-химических показателей горных пород использован подход А.А. Ключкина. В соответствии с ним все горные породы, встречающиеся вдоль морских берегов Крымского полуострова можно классифицировать по ряду важнейших физико-химических показателей, интенсивность которых выражена в виде трёхбалльных шкал.

I. Характер текстуры (слоистость):

1 – слоистые (известняки-ракушечники жёлтые, понтические; известняки-ракушечники белые, меотические; известняки-ракушечники белые, сарматские; известняки-ракушечники карангатские; песчаники кварцевые и кварцитовидные); 2 – среднеслоистые (известняки оолитовые; известняки мшанковые; конгломераты; бетон); 3 – неслоистые (известняки мраморовидные; вулканические породы).

II. Пористость (определяющая шероховатость поверхности):

1 – массивные (известняки мраморовидные; вулканические породы); 2 – мелкопористые (известняки-ракушечники жёлтые, понтические; известняки-ракушечники белые, меотические; известняки-ракушечники белые, сарматские; известняки оолитовые; конгломераты; бетон; песчаники кварцевые и кварцитовидные); 3 – крупнопористые (известняки-ракушечники карангатские; известняки мшанковые).

III. Сопротивление сжатию:

1 – непрочные (известняки-ракушечники жёлтые, понтические; известняки-ракушечники карангатские); 2 – среднепрочные (известняки-ракушечники белые, меотические; известняки-ракушечники белые, сарматские; известняки оолитовые; известняки мшанковые; конгломераты; бетон); 3 – прочные (песчаники кварцевые и кварцитовидные; известняки мраморовидные; вулканические породы).

IV. Устойчивость к денудации:

1 – податливые (известняки-ракушечники жёлтые, понтические); 2 – среднестойкие (известняки-ракушечники белые, меотические; известняки-ракушечники белые, сарматские; известняки-ракушечники карангатские; известняки оолитовые; конгломераты; бетон; песчаники кварцевые и кварцитовидные); 3 – устойчивые (известняки мшанковые; известняки мраморовидные; вулканические породы).

V. Химическая устойчивость (растворимость в воде):

1 – хорошо растворимые (известняки-ракушечники жёлтые, понтические; известняки-ракушечники белые, меотические; известняки-ракушечники белые, сарматские; известняки-ракушечники карангатские; известняки оолитовые; известняки мшанковые; известняки мраморовидные); 2 – плохо растворимые (конгломераты, бетон); 3 – нерастворимые (песчаники кварцевые и кварцитовидные; вулканические породы).

При выполнении исследований мы придерживались точки зрения альгологов, рассматривающих таксономию Cyanophyta по Международному кодексу ботанической номенклатуры [РАЗНООБРАЗИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ..., 2000; ВОДОРΟΣЛИ, 1989]. Идентификация видов и внутривидовых таксонов в ранге вида проводилась по соответствующим руководствам [КОНДРАТЬЕВА, 1968; КОНДРАТЬЕВА, КОВАЛЕНКО, ПРИХОДЬКОВА, 1984; КОСИНСКАЯ, 1948; МИХАЙЛОВСКАЯ, 1937]. Систематическое положение уточнялось по [Komarek, Anagnostidis, 1999].

Результаты и обсуждение

Из 62 пунктов отбора проб, расположенных вдоль всего обследованного побережья, в 19 пробы отбирались на валунном (в т.ч. валунно-глыбовом) навале, в 43 – на глыбовом (в т.ч. глыбово-валунном навале и сплошных стенках). На валунном навале среднее количество видов Cyanophyta в отдельном пункте составляет 17,3, на глыбовом заметно больше – 21,2. Анализ распределения и соотношения классов Cyanophyta также обнаруживает некоторые различия. На валунном навале из 19 пунктов в 11 (57,9% случаев) доминируют представители Chroococcophyceae, в 7 (36,8%) – Normogoniophyceae, в 1 (5,3%) – соотношение таксонов одинаковое. На глыбовом навале из 43 пунктов в 29 (67,4% случаев) доминируют представители Normogoniophyceae, в 10 (23,2%) – Chroococcophyceae, в 4 (9,3%) – соотношение таксонов одинаковое. Таким образом, на валунном навале количество видов Cyanophyta меньше и в большинстве случаев доминируют Chroococcophyceae. На глыбовом навале при высоком видовом разнообразии чаще доминируют представители Normogoniophyceae. Мы затрудняемся точно выделить фактор, определяющий такое положение (во всяком случае не решаемся на прямую связать именно с размерностью фрагментов субстрата). Вероятно, абразивное влияние мелких частиц выше на побережьях с валунным навалом (и сами валуны, вследствие меньших, чем у глыб размеров, сильнее подвергаются этому влиянию). Можно предположить, что преобладание на валунном навале представителей класса Chroococcophyceae, возможно связано с их способностью быстрее разрастаться и восстанавливать колонии после сильного штормового волнения.

Видовой состав Cyanophyta каменистой супралиторали Крыма на различных типах горных пород распределяется не равномерно (табл. 1).

Наибольшее количество отмечено на мшанковых известняках – 85 видов (64,9% от общего числа), на мраморовидных известняках – 71 вид (54,1%) и на бетонном субстрате – 66 видов (50,4 %). На этих же субстратах таксономическая насыщенность супралиторальной альгофлоры наиболее высока. Наименьшее количество видов отмечено на магматических породах – 35 (26,7%), хотя таксономическое разнообразие довольно высоко.

Таксономическая насыщенность флоры Cyanophyta каменистой супралиторали Крыма на различных типах горных породах

Table 1

Taxonomical diversity of Cyanophyta in rocky supralittoral zone of the Crimea on different substrates

Горные породы	Виды	Роды	Семейства	Порядки
Известняки мраморовидные	71/54,1	25/78,1	13/72,2	6/85,7
Известняки мшанковые	85/64,9	26/81,3	15/83,3	7/100,0
Известняки-ракушечники:				
меотические белые	50/38,2	18/56,3	12/66,7	6/85,7
сарматские белые	45/34,4	19/59,4	11/61,1	6/85,7
понтические и карангатские	41/31,3	18/56,3	12/66,7	5/71,4
Конгломераты	40/30,5	14/43,8	9/50,0	6/85,7
Песчаники	48/36,6	16/50,0	11/61,1	6/85,7
Магматические	35/26,7	19/59,4	11/61,1	6/85,7
Бетон	66/50,4	24/75,0	13/72,2	6/85,7

Представители трёх классов Cyanophyta отмечены на всех горных породах и бетоне. Практически везде отмечены представители шести порядков, и лишь на мшанковых известняках зарегистрированы семь порядков, в том числе порядок Stigonematales, с семейством Nostochopsidaceae, а также представители семейств Pseudonostocaceae и Merismopediaceae.

В то же время представители семейств Gloeocapsaceae, Microcystidaceae, Entophysalidaceae, Pleurocapsaceae, Oscillatoriaceae и Rivulariaceae отмечены на всех типах горных пород и на бетоне (табл. 2).

Представители семейства Homoeotrichaceae также зарегистрированы на всех породах, но на бетонном субстрате не представлены. В свою очередь представители Gomphosphaeriaceae найдены только на бетоне, а семейства Anabaenaceae – только на мраморовидных известняках.

На всех типах горных пород, представленных в супралиторальной зоне Крымского полуострова отмечены: *Aphanothece saxicola* Näg., *Calothrix scopulorum* (Web. et Mohr.) Ag., *Entophysalis granulosa* Kütz., *Gloeocapsa crepidinum* Thur., *Gloeocapsa minor* (Kütz.) Hollerb., *Gloeocapsa punctata* Näg. ampl. Hollerb., *Gloeocapsa turgida* (Kütz.) Hollerb., *Gloeocapsa varia* (A.Br.) Hollerb., *Gloeothece confluens* Näg., *Homoeotrix juliana* (Menegh.) Kirchn., *Lyngbya gardnerii* (Setch. et Gardn.) Geitl., *Lyngbya halophila* Hansg., *Lyngbya rivulariarum* Gom., *Microcystis pulvereae f. inserta* (Lemm.) Elenk., *Phormidium foveolarum* (Mont.) Gom., *Plectonema battersii* Gom., *Plectonema golenkinianum* Gom., *Pleurocapsa entophysaloides* Setchell et Gard., *Rivularia polyotis* (Ag.) Born. et Flah (табл. 3).

Большинство этих таксонов выделено нами в качестве ведущих для морской супралиторали Крыма. Только на мраморовидных известняках отмечены: *Anabaenopsis arnoldii* Aptek., *Aphanothece saxicola f. minutissima* (W. West) Elenk., *Geitleribactron periphyticum* Komarek, *Gloeocapsa limnetica* (Lemm.) Hollerb., *Gloeotrichia natans f. bucharica* Kissel., *Gloeotrichia pisum* (Ag.) Thur., *Lyngbya epiphytica f. calotrichicola* (Copeland) Kondrat., *Lyngbya kuetzingii* (Kütz.) Schmid., *Lyngbya scotii f. minor* (Fritsch.) Elenk., *Microcoleus confluens* (Setch. et Gardn.), *Plectonema notatum* Schmidle, *Rivularia coadunata f. pseudogypsophila* V. Poljansk., *Spirulina tenuissima* Kütz. Исключительно на мшанковых известняках найдены: *Aphanothece salina* Elenk. et Danil., *Calothrix confervicola* (Roth.) Ag., *Lyngbya confervoides* Ag., *Lyngbya perelegans* Lemm., *Mastigocoleus testarum* Lagerh., *Merismopedia minima* G. Beck, *Nostoc linckia f. aguatica* Elenk. и *f. ellipso sporum* (Desmaz.) Elenk., *Plectonema terebrans* Born. et Flah. ex Gom.,

Tolypothrix byssoidea (Berk.) Kirchn.. Весьма разнообразны представители рода *Phormidium* (*Ph. papyraceum* (Ag.) Gom., *Ph. paulsenianum* f. *takyricum* Nowitsch, *Ph. retzii* (Ag.) Gom., *Ph. valderiae* (Delp.) Geitl, *Ph. woronichinii* Anissim.), не отмеченные на других типах пород. На белых меотических известняках-ракушечниках найдены *Aphanothece castagnei* (Breb.) Rabenh., *Gloeocapsa minor* f. *dispersa* (Keissl.) Hollerb., *Nostoc commune* Vauch. in sensu Elenk., а на конгломератах – *Oscillatoria margaritifera* (Kütz.) Gom. Только на бетонном субстрате отмечены *Gomphosphaeria aponina* Kütz., *Merismopedia punctata* Meyen, *Tolypothrix byssoidea* (Berk.) Kirchn., а также представители рода *Oscillatoria* (*O. amphibia* Ag., *O. brevis* (Kütz.) Gom., *O. lemmermannii* Wołosz., *O. tenuis* f. *subcrassa* (Conrad) Elenk.).

Таблица 2

Таксономическая структура *Cyanophyta* каменистой супралиторали Крымского побережья на различных типах горных породах

Table 2

Taxonomical structure of *Cyanophyta* in rocky supralittoral zone of the Crimean coast on different substrates

Таксон	Горные породы								Бетон
	Известняки		Известняки-ракушечники			Конгломераты	Песчаники	Магматические	
	Мр	Мш	Мб	Сб	КПж				
Chroococcophyceae	+	+	+	+	+				
Chroococcales	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gloeocapsaceae	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Microcystidaceae	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Synechococcaceae	+	+	+		+				+
Merismopediaceae		+							+
Gomphosphaeriaceae									+
Entophysalidales	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Entophysalidaceae	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Chamaesiphonophyceae	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pleurocapsales	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pleurocapsaceae	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Dermocarpales	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Dermocarpaceae	+	+	+	+		+	+	+	+
Hormogoniophyceae	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Oscillatoriales	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Oscillatoriaceae	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Schizotrichaceae	+	+	+	+	+		+		+
Plectonemataceae	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pseudonostocaceae		+							
Nostocales	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rivulariaceae	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nostocaceae	+	+	+	+	+			+	+
Anabaenaceae	+								
Scytonemataceae	+	+			+		+	+	+
Homoeotrichaceae	+	+	+	+	+	+	+	+	
Stigonematales		+							
Nostochopsidaceae		+							

Примечание: Мр – известняки метаморфизированные мраморовидные, Мш – известняки мшанковые, Мб – известняки-ракушечники белые меотические, Сб – известняки-ракушечники белые сарматские, КПж – известняки-ракушечники жёлтые понтические и карангатские.

Физико-химические характеристики горных пород, характерных для морской супралиторали Крыма, в обобщенном виде представлены в таблице 4.

Таблица 3

Распределение видов Cyanophyta каменистой супралиторали Крыма по типам горных породах

Table 3

Species distribution of Cyanophyta in rocky supralittoral zone of the Crimean coast on different substrates

Вид	Горные породы								Бетон
	Известняки		Известняки-ракушечники			Конгло-мераты	Песчаники	Магма-ческие	
	Мр	МШ	Мб	Сб	КПж				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Anabaenopsis arnoldii</i>	+								
<i>A. castagnei</i>			+						
<i>A. salina</i>		+							
<i>A. saxicola</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>A. saxicola f. minutissima</i>	+								
<i>A. saxicola f. nidulans</i>	+	+		+					
<i>Brachytrichia balani</i>	+						+	+	+
<i>Calothrix brevissima</i>			+						+
<i>C. confervicola</i>		+							
<i>C. contarenii</i>	+	+				+			+
<i>C. crustacea</i>	+	+	+	+		+	+		+
<i>C. fusca</i>	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>C. fusca f. parva</i>		+				+		+	
<i>C. gypsophila</i>	+	+		+		+	+	+	+
<i>C. parietyna</i>	+	+	+		+	+	+		+
<i>C. scopulorum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dermocarpa swirenkoi</i>	+	+	+	+		+		+	+
<i>Entophysalis granulosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Geitleribactron periphyticum</i>	+								
<i>Gloeocapsa alpina</i>	+			+	+				+
<i>G. crepidinum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>G. dermochroa</i>	+	+			+				+
<i>G. kuetzingiana</i>	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>G. limnetica</i>	+								
<i>G. lithophila</i>	+	+	+	+	+		+	+	+
<i>G. magma</i>							+		+
<i>G. minima</i>	+	+				+	+		
<i>G. minor</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>G. minor f. dispersa</i>			+						
<i>G. minuta</i>	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>G. montana</i>	+	+							+
<i>G. punctata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>G. rupestris</i>	+	+						+	+
<i>G. turgida</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>G. turgida f. luteola</i>									+
<i>G. varia</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gloeothece coerulea</i>	+								
<i>G. confluens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Таблица 3. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>G. palea</i>	+	+		+	+	+			
<i>Gloeotrichia natans</i>		+		+					+
<i>G. natans f. bucharica</i>	+								
<i>G. pisum</i>	+								
<i>G. rabenhorstii</i>	+						+		
<i>Gomphosphaeria aponina</i>									+
<i>Homoeothrix janthina</i>		+	+						+
<i>H. juliana</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>H. margalefii</i>		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>H. varians</i>	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Hydrococcus cesatii</i>								+	
<i>Hyella caespitosa</i>	+	+	+	+				+	+
<i>Isocistis salina</i>		+						+	
<i>Lyngbya aeruginea-coerulea</i>		+	+						
<i>L. aeruginea-coerulea f. calcarea</i>		+	+						
<i>L. aestuarii</i>			+	+		+			+
<i>L. amplivaginata</i>			+						
<i>L. confervoides</i>		+							
<i>L. cryptovaginata</i>		+							+
<i>L. epiphytica</i>	+	+	+	+		+			
<i>L. epiphytica f. calotrichicola</i>	+								
<i>L. gardnerii</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>L. halophila</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>L. kuetzingii</i>	+								
<i>L. lutea</i>	+	+	+	+	+				+
<i>L. perelegans</i>		+							
<i>L. putealis</i>		+							+
<i>L. rivulariarum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>L. scotii</i>	+	+	+						
<i>L. scotii f. minor</i>	+								
<i>L. semiplena</i>	+	+			+				+
<i>L. sordida</i>		+	+	+					
<i>Mastigocoleus testarum</i>		+							
<i>Merismopedia minima</i>		+							
<i>M. punctata</i>									+
<i>Microcoleus chthonoplastes</i>		+							+
<i>M. confluens</i>	+								
<i>M. tenerrimus</i>		+			+				
<i>M. tenerrimus f. minor</i>	+						+		
<i>M. weeksii</i>		+							
<i>Microcystis grevillei</i>		+	+						+
<i>M. litoralis</i>	+								
<i>M. marina</i>	+		+			+	+	+	
<i>M. pulvereae f. inserta</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>M. salina</i>	+	+			+				+
<i>Myxosarcina chroococcoides</i>		+	+						+
<i>M. sphaerica</i>	+							+	
<i>Nostoc commune</i>			+						
<i>N. linckia</i>	+	+	+	+	+			+	+
<i>N. linckia f. ellipsoforum</i>		+							

Таблица 3. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>N. linckia f. aguatica</i>		+							
<i>Oscillatoria amphibia</i>									+
<i>Oscillatoria animalis</i>		+							
<i>O. brevis</i>									+
<i>O. corallinae</i>		+		+	+				
<i>O. lacustris</i>		+							
<i>O. laetevirens</i>	+								+
<i>O. lemmermannii</i>									+
<i>O. margaritifera</i>						+			
<i>O. spirulinoides</i>		+		+		+			+
<i>O. tenuis f. subcrassa</i>									+
<i>Phormidium ambiguum</i>		+			+				+
<i>Ph. foveolarum</i>	+	+	+	+	+	+		+	+
<i>Ph. mucicola</i>	+	+		+			+		
<i>Ph. papyraceum</i>		+							
<i>Ph. paulsenianum f. takyricum</i>		+							
<i>Ph. retzii</i>		+							
<i>Ph. valderiae</i>		+							
<i>Ph. woronichinii</i>		+							
<i>Plectonema battersii</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. boryanum</i>		+	+	+					
<i>P. golenkinianum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. notatum</i>	+								
<i>P. terebrans</i>		+							
<i>P. tomasinianum</i>	+								
<i>Pleurocapsa entophysaloides</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. fuliginosa</i>	+	+	+			+	+	+	+
<i>P. minuta</i>	+	+		+	+	+			+
<i>Rivularia bullata</i>	+						+	+	
<i>R. coadunata</i>		+	+	+	+		+		+
<i>R. coadunata f. pseudogypsophila</i>	+								
<i>R. dura</i>		+				+			
<i>R. polyotis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Schizothrix lardacea</i>	+	+	+	+	+				
<i>S. lenormandiana</i>	+								
<i>S. septentrionalis</i>	+						+		
<i>Spirulina tenuissima</i>	+								
<i>Synechocystis endobiotica</i>	+	+	+		+				+
<i>Tolypothrix byssoidea</i>		+							
<i>T. distorta</i>					+				+
<i>Xenococcus chroococcoides</i>									+

Примечание: Мр – известняки метаморфизированные мраморовидные, МШ – известняки мшанковые, Мб – известняки-ракушечники белые меотические, Сб – известняки-ракушечники белые сарматские, КПж – известняки-ракушечники жёлтые понтические и карангатские.

Таблица 4

Количество видов *Cyanophyta* на различных субстратах (горных породах) и физико-химические показатели горных пород

Table 4

Amount of *Cyanophyta* species on different substrates and its physical and chemical indexes

Количество видов, ед.			Физико-химические показатели горных пород (средние балы по шкалам)*				
Среднее	min	max	I	II	III	IV	V
Известняки-ракушечники жёлтые, понтические							
25,5	23	28	1	2	1	1	1
Известняки-ракушечники белые, меотические							
17,9	10	25	1	2	2	2	1
Известняки-ракушечники белые сарматские							
20,7	16	25	1	2	2	2	1
Известняки-ракушечники карангатские							
25,5	25	26	1	3	1	2	1
Известняки оолитовые							
11,0	11	11	2	2	2	2	1
Известняки мшанковые							
19,8	14	29	2	3	2	3	1
Конгломераты							
18,0	12	24	2	2	2	2	2
Бетон							
22,9	9	31	2	2	2	2	2
Песчаники кварцевые и кварцитовидные							
19,2	15	24	1	2	3	2	3
Известняки мраморовидные							
22,3	14	32	3	1	3	3	1
Вулканические породы							
21,5	19	24	3	1	3	3	3

*I – характер текстуры; II – пористость; III – сопротивление сжатию; IV – устойчивость к денудации; V – химическая устойчивость.

Здесь же для этих горных пород приведены средние, минимальные и максимальные значения количества видов *Cyanophyta* в отдельных пунктах отбора проб. Известняки оолитовые, (значение показателя 11,0) встречены нами лишь в одном пункте в виде искусственного валунного навала, поэтому при расчёте средних значений эти данные не использованы. Средние показатели количества видов на различных породах меняются от 18 до 26 в отдельном пункте. Наибольшие средние значения отмечены для жёлтых понтических и карангатских известняков-ракушечников, наименьшие средние значения показателя – для белых меотических известняков-ракушечников и конгломератов. Минимальные значения показателя (9-10 видов) зарегистрированы на бетоне и белых меотических известняках-ракушечниках, максимальные (31-32 вида) – на бетоне и мраморовидных известняках. Разброс показателей для бетона показывает неоднородность и различия физико-химических свойств этого антропогенного субстрата.

Мы попытались установить влияние отдельных физико-химических свойств субстрата (обобщив имеющиеся характеристики отдельных горных пород) на количество видов супраліторальных *Cyanophyta*. Многофакторный дисперсионный анализ не выявил достоверного влияния, что очевидно определяется, во-первых, достаточно грубым характером трехбалльных шкал, во-вторых, относительно небольшим разбросом значений показателя (количества видов).

Для каждого из перечисленных выше физико-химических показателей горных пород (I-V) мы усреднили значения количества видов водорослей (на различных породах, входящих в одну градацию по каждому показателю) (табл. 5).

Таблица 5

Распределение количества видов Cyanophyta по различным субстратам в зависимости от их физико-химических показателей

Table 5

Distribution of Cyanophyta species on different substrates depending of its physical and chemical indexes

Балл по шкале	Среднее количество видов, ед.				
	I	II	III	IV	V
1	22,1	22,1	25,5	25,5	26,1
2	21,3	20,0	20,0	20,6	21,4
3	21,5	21,9	21,0	22,8	19,9

Примечание: I-V – физико-химические показатели горных пород: I – характер текстуры; II – пористость; III – сопротивление сжатию; IV – устойчивость к денудации; V – химическая устойчивость.

Заметной тенденции в отношении таких показателей, как характер текстуры (I) и пористость (II) не обнаруживается. Но в среднем, количество видов водорослей наиболее велико на неустойчивых к сжатию и денудации (III и IV – по 25,5), а также относительно хорошо растворимых в морской воде (V – 26,1) горных породах.

Выводы

В результате выполненного исследования установлено, что для Cyanophyta, развивающихся в морской каменистой супралиторали, оптимальным субстратом являются горные породы, характеризующиеся средними значениями основных физико-химических свойств. В береговой зоне Крымского полуострова к таковым относятся известняки различного состава и происхождения. Наибольшее количество видов и высокое таксономическое разнообразие Cyanophyta отмечено на мшанковых и мраморовидных известняках.

Автор глубоко признателен к.г.н., доценту Таврического национального университета им. В.И.Вернадского А.А.Клюкину за помощь, консультации и сведения о физико-химических свойствах и характеристиках горных пород Крыма, любезно предоставленные автору.

Список литературы

- БЕРЕГА / П.А.Каплин, О.К.Леонтьев, С.А. Лукьянова, Л.Г.Никифоров. – М.: Мысль, 1991. – 480 с.
- ВОДРОСЛИ. Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. – К.: Наукова думка, 1989. – 608 с.
- ЗЕНКОВИЧ В.П. Морфология и динамика советских берегов Чёрного моря. Т. 1 – М.: Изд-во АН СССР, 1958а. – 187 с.
- ЗЕНКОВИЧ В.П. Берега Черного и Азовского морей. – М.: Географическая литература, 1958б. – 374 с.
- КОНДРАТЬЕВА Н.В. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. – Т.1: Синьозелені водорості – Cyanophyta. – Ч.2: Клас гормогонієві – Hormogoniophyceae. – Київ: Наук. думка, 1968. – 525 с.
- КОНДРАТЬЕВА Н.В., Коваленко О.В., Приходькова Л.П. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Т.1: Синьозелені водорості – Cyanophyta. – Ч.1: Загальна характеристика синьозелених водоростей Cyanophyta. Клас Хроококкові – Chroococcophyceae. Клас хамесифонові – Chamaesiphonophyceae. – Київ: Наук. думка, 1984. – 388 с.
- КОНСТАНТИНОВ А.С. Общая гидробиология. – М.: Высшая школа, 1986. – 472 с.
- КОСИНСКАЯ Е.К. Определитель морских синезелёных водорослей. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – 265 с.
- Клюкин А.А. Абразия берегов Керченского полуострова в XX веке // География и природные ресурсы. – 1998. – № 1. – С. 111-116.

- ЛЫЧАГИН Г.А., МУРАТОВ М.В. Антиклинарий западной части Южного берега Крыма // Геология СССР. – М., 1969. – Т. 8, ч. 1. – С. 14-21.
- МИХАЙЛОВСКАЯ З.Н. Определитель синезелёных водорослей Северо-восточной части Чёрного моря // Труды Новорос. биол. станции. – 1937. – Т. 1, вып. 6. – С. 104-144.
- МОРСКАЯ геоморфология. Терминологический справочник. Береговая зона: процессы, понятия, определения. – М.: Мысль, 1980. – 280 с.
- РАЗНООБРАЗИЕ водорослей Украины / Под. ред. С.П. Вассера, П.М. Царенко // Альгология. – 2000. – Т. 10, № 4. – 295 с.
- КОМАРЕК J., *Anagnostidis K.* Cyanoprocariota. 1. Teil Chroococcales. Susswasserflora von Mitteleuropa. – Jena.: Gustav Fisher Verlag., 1999. – 548 p.

Рекомендує до друку
О.Є. Ходосовцев

Отримано 08.12.2010 р.

Адрес автора:

S.A. Sadogurskaya
Nikitский ботанический сад –
Национальный научный центр
м. Ялта, АР Крым, 98648,
Украина
e-mail: ssadogurskij@yandex.ru

Author's address:

S.A. Sadogurskaya
Nikita Botanical Garden –
National Scientific Centre
Yalta, Crimea, 98648,
Ukraine
e-mail: ssadogurskij@yandex.ru