



УДК: 582. 275. 54 581.55

И.К. Евстигнеева, к. б. н., ст. н. с., **В.А. Гринцов**, к. б. н., ст. н. с., **И.Н. Танковская**, м. н. с.
Институт биологии южных морей им. А.О.Ковалевского Национальной академии наук Украины,
Севастополь, Украина

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ПЕРИФИТОНА ИСКУССТВЕННОГО РИФА (КАРАДАГ)

Изучены эколого-таксономическая структура и особенности формирования биомассы фито- и зооперифитона искусственного рифа заповедной акватории Карадага в пространственно-временном аспекте. Сопоставление таксономической структуры водорослей перифитона и бентоса свидетельствует о высоком разнообразии. Для зооперифитона характерны сезонные различия в распределении видов в таксонах.

Ключевые слова: фитоперифитон, зооперифитон, экологические группы, таксономическая структура, биомасса, сезон, глубина, Карадаг.

К факторам, существенно изменяющим облик прибрежной зоны моря, можно отнести размещение в ней искусственных рифов разной конструкции. Сообщества обрастания, развивающиеся на их поверхности, включают сотни видов донных беспозвоночных и макроводорослей, а формируемая ими биомасса нередко существенно превышает таковую сообществ рыхлых грунтов. Среди обрастателей рифов встречаются те, кто может служить источником полезных пищевых и лекарственных продуктов, что позволяет рассматривать искусственные рифы не только как способ сохранения биоразнообразия в прибрежных акваториях, но и как морские фермы (Гринцов, Мурина и др., 2004). По мнению ряда авторов (Турпаева, 1987; Халаман, 2001), важной задачей современной альгологии является выявление и изучение надвидовых комплексов во времени и пространстве. К числу таких комплексов следует отнести и сообщества обрастания. Первая работа авторов данного исследования была посвящена выделению методом кластерного анализа и описанию групп сопряженных ви-

дов в обрастании бетонного волнореза в пос. Курортное (Карадаг) (Гринцов, Мурина и др., 2004). Настоящая работа – новый этап исследования таких сообществ во времени (сезонная вариабельность) и пространстве (характеристика фрагментов перифитона на границе сред: воздух – вода – твердый субстрат (у поверхности воды) и вода – твердый субстрат (глубина 2 - 2,5 м). На основе полученных данных можно будет судить о биопозитивности искусственных рифов в охраняемых акваториях.

Материал и методы. Материалом для исследования надвидовых комплексов послужили фрагменты сообщества обрастания бетонного волнореза, расположенного у пос. Курортное (б. Карадагская). Пробы отбирали вручную с 0 м и на глубине 2,0-2,5 м скребком с бетонного мола рамкой площадью 0,1 м² один раз в сезон (февраль, май, июль, сентябрь) по 10 штук в каждый, разбирали по таксономическим группам растений и животных и, по возможности, идентифицировали до вида. Для фитокомпоненты сообщества обрастания определяли не только

флористический, но и эколого-таксономический состав. Для ее описания рассчитывали коэффициенты встречаемости и сходства видов, индексы гомотонности (Грейг-Смит, 1967; Миркин, Розенберг и др., 1989; Шенников, 1964), индекс Шеннона в модификации Вильма (Wilhm, 1968). По индивидуальной биомассе видов выявляли группы доминантов и содоминантов.

Результаты и обсуждение. В результате анализа структуры фитокомпоненты сообщества обрастания бетонного рифа установлено, что она сформирована 54 видами макроводорослей, относящихся к 30 родам, 15 семействам и 11 порядкам отделов Chlorophyta, Phaeophyta и Rhodophyta. Идентифицированные виды и надвидовые таксоны по отделам распределяются неравномерно (табл. 1).

Табл. 1. Таксономический состав макрофитоперифитона искусственного рифа

Отделы	Виды		Роды		Семейства		Порядки	
	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
Chlorophyta	39%	16/29,6%*	44%	7/23%	50%	3/20%	60%	3/27%
Phaeophyta	9%	4/7,4	11%	3/10%	17%	3/20%	22%	2/18%
Rhodophyta	40%	34/63%	43%	20/67%	53%	9/60%	75%	6/55%
Примечание: А – % во флоре Карадагского региона, Б – волнорез (в числителе – число таксонов, в знаменателе – их % во флоре искусственного рифа).								

По всем показателям таксономического разнообразия среди альгообрастателей лидируют красные водоросли, на долю которых в общей структуре фитоперифитона приходится свыше 60% видов, родов, семейств и более половины порядков. Степень таксономического разнообразия Chlorophyta и Phaeophyta выводит их на вторую и третью позиции. Сопоставление таксономического состава макроводорослей на искусственном рифе с таковым в бентали Карадагского региона Черного моря (Мильчакова, 2003) показало, что число видов зеленых и красных водорослей перифитона составляет 39 и 40% таковых в бентосе. Доля надвидовых таксонов в пределах этих же отделов, но по отношению к бентосным сообществам Карадага превышает 40% (роды – 44 и 43%, семейства – 50 и 53%), а в отдельных случаях – 60% (порядки – 60 и 75%). Уровни этих же показателей у Phaeophyta ниже, чем в бентали Карадага. В целом, результаты такого сравнения свидетельствуют в пользу относительно высокого разнообразия таксономической структуры фитоперифитона и, в первую очередь, зеленых и красных водорослей. Видовая структура сообществ обрастания в заповедной акватории вдвое разнообразнее, чем вне ее (Гринцов, Евстигнеева, 2001).

К порядкам с большим видовым раз-

нообразием относятся Cladophorales (12 видов) и Ceramiales (25 видов). Они составляют 69% видового состава фитоперифитона гидротехнического сооружения. 31% видов распределяются между 9 порядками. Из общего числа порядков Ceramiales включает три семейства, а Sphacelariales и Cryptonemiales – два. 73% порядков представлены одним семейством. К крупным по числу видов семействам принадлежат Cladophoraceae Wille (9 видов), Ceramiaceae Dumort. и Rhodomelaceae Aresch. (по 11 видов). На их долю приходится 57% общего видового состава, тогда как остальные виды распределены между 12 семействами. 27% семейств включает три и более родов. Это Cladophoraceae (4 рода), Corallinaceae Lamour. (3 рода), Ceramiaceae (5 родов) и Rhodomelaceae (6 родов), на долю которых приходится 60% разнообразия родов. К родам, богатым в видовом отношении, относятся *Enteromorpha* Link. (3 вида), *Cladophora* Kütz. (5 видов), *Ceramium* Roth и *Polysiphonia* Grev. (по 6 видов), которым принадлежит 37% видового состава всего фитоперифитона. Монотипных родов 19, что составляет 63% общего родового или 35% общего видового разнообразия. Пятая часть родов состоит во флоре обрастания из двух видов (22% общего видового разнообразия).

Такое господство в структуре фито-

обрастания монотипных родов и большое количество порядков и семейств с незначительным разнообразием соподчиненных им таксонов свидетельствует о высоком систематическом разнообразии изученного типа растительных сообществ.

На основе данных о встречаемости в течение года виды-обрастатели распределены на две из трех известных категорий (Дажо, 1975): постоянные (23 вида, 43%) и добавочные (31 вид, 57%). Категория случайных видов нехарактерна для данного фитообрастания. Значения индексов гомотонности (J_1 ; J_2),

рассчитанные с учетом коэффициента встречаемости каждого вида в разные сезоны, свидетельствуют о высокой временной гетерогенности фитоценона искусственного рифа.

Флористическая структура альгообрастания подвержена сезонной изменчивости, но не в такой степени, как это можно наблюдать на естественном субстрате (Евстигнеева 1982, 1983). Например, число видов *Chlorophyta* в течение года изменяется от 6 до 11, составляя в среднем 9 ± 2 вида (табл. 2).

Табл. 2. Сезонная изменчивость флористической структуры альгообрастания искусственного рифа и индекс Шеннона

Отдел	Зима	Весна	Лето	Осень	Среднее
<i>Chlorophyta</i>	61*	10	11	9	$9 \pm 1,7$
<i>Phaeophyta</i>	3	2	2	3	$2,5 \pm 0,7$
<i>Rhodophyta</i>	20	23	23	21	$21,8 \pm 0,6$
Всего видов	29	35	36	33	$33,3 \pm 1,1$
Индекс Шеннона	2,6	3,4	3,4	3,2	$3,1 \pm 0,4$

Примечание: * – число видов

У *Rhodophyta* и особенно у *Phaeophyta* пределы варьирования данного показателя ниже. На весенне-летний период приходится максимум разнообразия видовой структуры сообщества и, прежде всего, за счет *Rhodophyta* и *Chlorophyta*. Такой же пик видового разнообразия *Phaeophyta* зафиксирован в холодное время года (осень – зима).

Анализ значений коэффициента общности видовой структуры (K_j) показал, что чуть более половины видов ($K_j = 51\%$) неизменно присутствуют в составе каждого сезонного комплекса. Особенно велика доля таких видов среди *Phaeophyta* ($K_j = 70\%$) и относительно мала – среди *Chlorophyta* ($K_j = 44\%$). Видовое сходство фитообрастателей наиболее выражено весной и летом.

Сравнение флористической структуры фитоперифитона искусственного рифа на разных глубинах выявил черты сходства и различия. Фитообрастание вблизи поверхности воды совпадает с таковым на глубине 2 м по общему числу видов в сообществе, числу видов и родов *Chlorophyta*, *Phaeophyta* и *Rhodophyta* в отдельные сезоны. Равными оказались пределы встречаемости видов в целом, а также *Chlorophyta* и *Phaeophyta*, в частности.

Вместе с тем, вблизи поверхности воды летом в 1,3 – 1,4 раза выше видовое и родовое разнообразие сообщества в целом, красных и особенно зеленых водорослей, в отдельности. Зимой уровни данных характеристик у сообщества, а также у бурых и красных водорослей здесь выше. Для сообщества на глубине характерны более высокие число видов с максимальной и минимальной частотой встречаемости и их доля в общей структуре. Коэффициент общности видов зеленых водорослей на обоих горизонтах постепенно снижается от зимы (67%) к осени (44%). Степень общности красных водорослей вблизи поверхности воды и на глубине немного ниже, чем у зеленых водорослей, но и она уменьшается от зимы к лету, а затем осенью повышается до весеннего уровня (55%). Сходство видовых комплексов бурых водорослей на разных горизонтах особенно выражено осенью (67%)

Установлено, что в экологической структуре фитоперифитона присутствуют все группы водорослей, за исключением пресноводно-соленоватоводной, мало характерной для фитобентоса Черного моря (рис. 1). К разряду лидирующих в течение года эколо-

гических группировок относятся ведущая (56%), однолетняя (50%), олигосапробная (50%) и морская (61%). Такое распределение видов по группам характерно и для фитоце-

нозов морского прибрежного экотона Черного моря. Доля таких групп, как сопутствующая, сезонная, полисапробная и солоноватоводная крайне мала (2 – 17%).

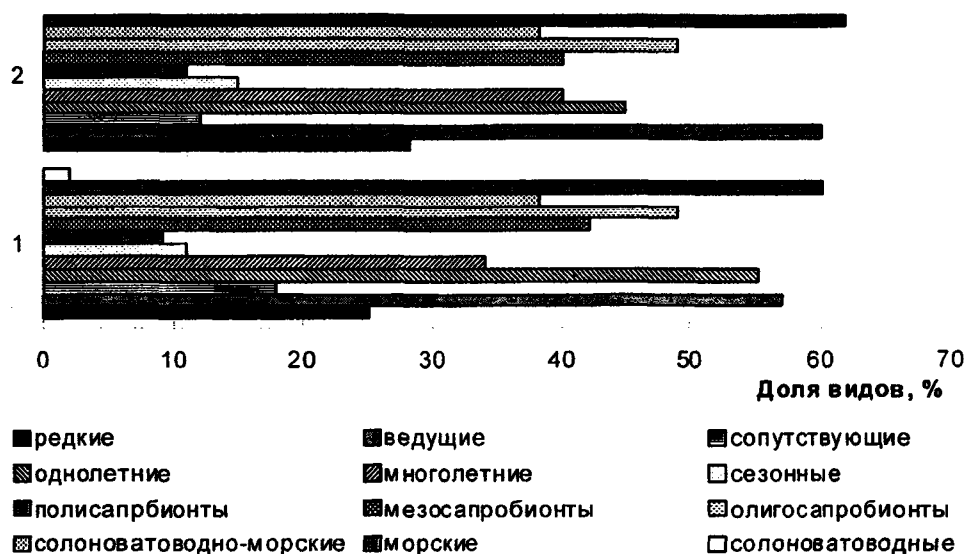


Рис. 1. Экологическая структура макрофитоперифитона искусственного рифа в бухте Карадагской: 1 – у поверхности воды, 2 – на глубине 2,0-2,5 м

Экологические спектры разных отделов в структуре обрастания отличаются друг от друга. Так, основная часть видового комплекса Rhodophyta относится к ведущим, одно- и многолетним, олигосапробным и морским растениям, среди багрянок отсутствуют представители солоноватоводной группы. Экологический спектр Chlorophyta дополнен последней группой, а среди лидеров оказываются ведущие, исключительно однолетние, мезосапробные и солоноватоводно-морские растения. Специфичность комплекса видов Phaeophyta проявляется в отсутствии семи из двенадцати экологических групп. Преобладание ведущих, многолетних, олигосапробных и морских растений объединяет экологические спектры Rhodophyta и Phaeophyta. В целом, сходство экологического состава разных отделов крайне мало и выражается лишь в неизменном господстве ведущих видов макроводорослей.

Экологические спектры ведущих от-

делов макроводорослей обрастания меняются в зависимости от сезона и глубины. Так, зимой они включают все группы, кроме солоноватоводной. Среди Chlorophyta весомый вклад в экологическую структуру зимнего фитоперифитона привносят ведущие, однолетние, мезосапробные и солоноватоводно-морские растения. Phaeophyta в составе фитоперифитона этого сезона отличаются малым разнообразием экологических групп и абсолютным господством ведущих, многолетних, олигосапробных и морских водорослей. Перечень лидирующих групп у Rhodophyta зимой дополнен однолетниками и во многом совпадает с таковым у бурых водорослей. Сопоставление экологических спектров зимнего фитоперифитона на разной глубине выявило лидерство одних и тех же групп за исключением того, что на малой глубине к ним примыкает мезосапробная группа (рис. 2).

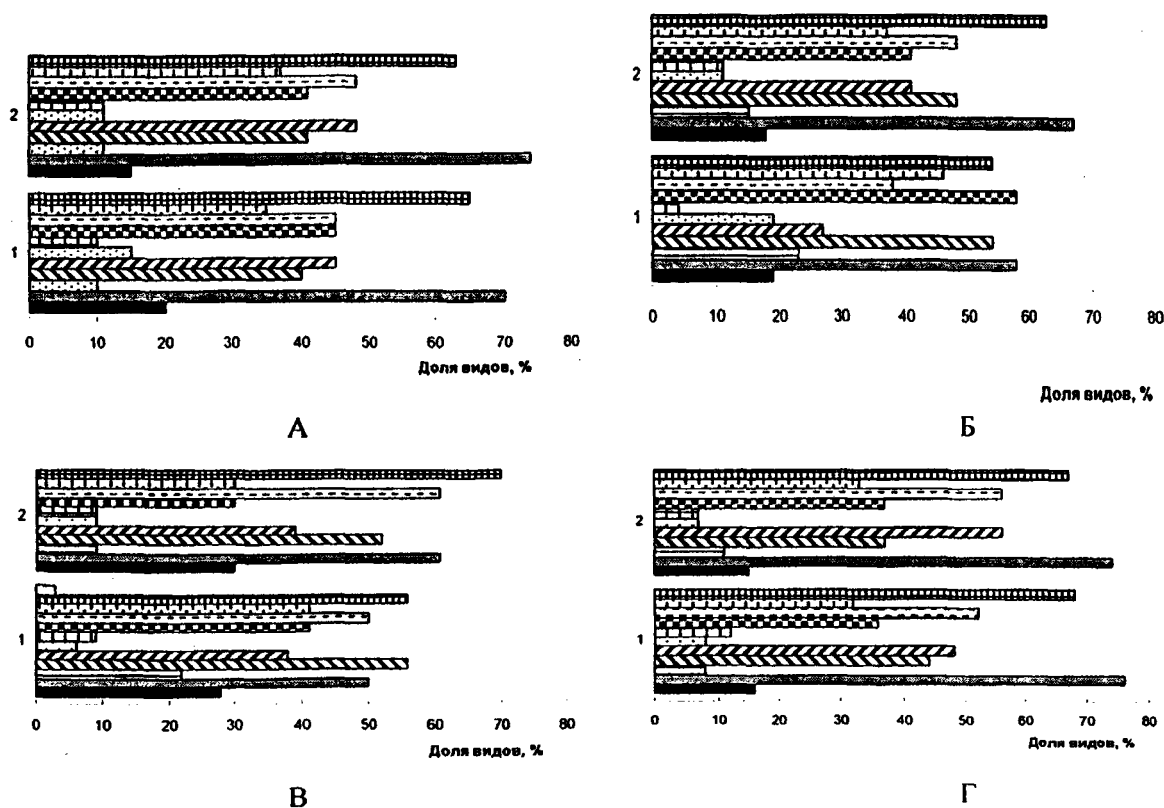


Рис. 2. Экологическая структура макрофитоперифитона искусственного рифа в бухте Карадагской в разные сезоны (А – зима, Б – весна, В – лето, Г – осень) (условные обозначения как на рис. 1)

У *Chlorophyta* вблизи поверхности воды первую половину года (зима, весна) преимущественное развитие получают редкие и ведущие виды, летом – только редкие, а осенью – ведущие. На погруженных в воду частях рифа сезонное распределение лидирующих групп с разной встречаемостью то же, что и на малой глубине, однако зимой спектр таких групп расширен за счет сопутствующих растений. Однолетники среди зеленых водорослей лидируют вне зависимости от сезона и глубины. В полной мере это относится и к сезонному распределению групп сапробности, среди которых наиболее развиты мезосапробионты. Зимой же все группы данной части экологического спектра представлены в равной степени. Из галобных групп зеленых водорослей искусственного рифа на обеих глубинах и круглогодично господствует солоноватоводно-морская группа, к которой весной на малой глубине и летом на большой примыкает морская.

Экологический состав комплекса видов *Rhacophyta* мало зависит от сезона и глубины. Варьированию подвержен только пе-

речень лидеров среди групп встречаемости. Так, зимой на малой глубине большинство видов входят в состав редкой группы, а на большей – ведущей, которая эту же позицию здесь занимает и осенью. В остальное время на всех горизонтах проявляется совместное господство обеих групп.

Среди *Rhodophyta* на обоих горизонтах в течение года преобладают ведущая и морская группы и только среди групп с разной продолжительностью жизни, как правило, в холодное время преимущественно развиваются многолетние, а в теплое – однолетние водоросли. Сапробная часть экологического спектра красных водорослей в основном сложена олигосапробионтами и лишь весной (глубина 0 м) и зимой (глубина 2 – 2,5 м) они замещаются лидирующей мезосапробной группой.

Экологический спектр доминирующих групп весеннего фитоперифитона сокращен за счет многолетников, а летний – мезосапробной группы. Солоноватоводная группа зарегистрирована лишь летом. В остальное время года перечень лидирующих экологиче-

ских групп в разных отделах большей частью совпадает и характеризуется равным развитием одно- и многолетников, мезо- и олигосапробионтов.

Доля участия (в %) тех или иных экологических групп в общей структуре существенно и разнонаправленно меняется по сезонам. У ведущей и многолетней групп этот показатель от зимы к лету претерпевает уменьшение, а последующий осенний пик не достигает прежнего максимума. Противоположны изменения в тех же временных границах в редкой и сопутствующей группах. Неуклонное возрастание доли видов от зимы к осени характерно только для однолетников. В остальных группах анализируемый показатель меняется в колебательном режиме. В целом, доля видов большинства групп увеличивается летом и уменьшается зимой и особенно весной.

Биомасса альгообрастания волнореза в изученный временной промежуток варьирует от 107 до 827 г/м² с летним максимумом и зимним минимумом. Такая сезонная приуроченность пиков в процессе формирования биомассы сближает сообщества перифитона и бентоса в Черном море, а также перифитон заповедной акватории Карадага и неохраваемой акватории Севастопольского региона (Гринцов, Евстигнеева, 2001). Основной вклад в суммарную биомассу фитоперифитонного сообщества вносят Rhodophyta, где их доля составляет 74-91%. Их биомасса особенно велика летом (680,4 г/м²) и минимальна зимой (97,5 г/м²), ее среднее значение – 385±235 г/м². Высокая сезонная вариабельность биомассы багрянок, выявленная ранее в перифитоне акватории Севастополя, подтверждается значением коэффициента вариации, равным 62,3%. Направленность сезонных изменений биомассы Rhodophyta и всего сообщества одинакова. Доля биомассы багрянок равномерно снижается от зимы к осени. Средняя биомасса Chlorophyta в 5,5 раз меньше, чем у Rhodophyta, а значение коэффициента вариации этого показателя (80%) говорит о еще больших сезонных вариациях суммарной биомассы видов данного отдела. На долю зеленых водорослей приходится 7,5

(зима) – 16,8% (лето) биомассы фитоперифитона.

Выше было отмечено, что бурые водоросли – мало значимые компоненты обрастателей. Несмотря на то, что этот отдел здесь представлен достаточно крупнотелыми видами цистозиры и кладостефуса, развиваемая ими биомасса составляет 0,8-12,2% суммарной биомассы фитообрастателей. Для ее изменений, в противовес Rhodophyta, характерно увеличение от зимы к осени. Доля биомассы бурых водорослей зимой, весной и летом крайне невелика и лишь к осени достигает 12,1%.

В отличие от эколого-флористической структуры биомасса сообщества в целом и по отделам в большей степени зависит от глубины произрастания водорослей. Общим для сообществ на двух горизонтах является одинаковый или близкий к таковому уровень биомассы, формируемой зелеными водорослями в зимне-весенний период. Совпадают и значения коэффициента вариации анализируемого показателя у всего сообщества (65 и 67%) и Phaeophyta, в отдельности (125 и 126%). Вместе с тем, вблизи поверхности воды наблюдается более высокая зимняя биомасса Rhodophyta и среднегодовая у двух других отделов. Биомасса Phaeophyta на малой глубине летом и осенью соответственно в 8 и 2 раза превышает таковую на большой. У водорослей вблизи поверхности воды суммарная биомасса осенне-зимнего периода года выше, чем на глубине. Значение коэффициента вариации суммарной биомассы Chlorophyta максимально на малой глубине, а у Rhodophyta – на большой.

На основе данных о формируемой на рифе биомассе выявлены группы доминирующих и содоминирующих им видов. Группа доминантов малочисленна и включает три вида (5,5% общего видового разнообразия) из Rhodophyta. К ней относятся *Gelidium crinale* (Turn.) Lamour., *Ceramium rubrum auctorum* (J.Ag.) J. Ag. и *Corallina mediterranea* Aresch. Эти виды отличаются 100% встречаемостью в течение года, а их господство распределено во времени: *G. crinale* проявляет его в начале и конце года, *C. rubrum auctorum* – весной и

летом. Такое же положение летом занимает и *C. mediterranea*. Доля биомассы, создаваемой этими видами, достигает 19-39%.

Группа сопряженных с доминантами видов гораздо разнообразнее и включает *Gelidium latifolium* (Grev.) Born. et Thur., *C. mediterranea*, *Lithothamnion lenormandi* (Aresch.) Foslie, *Jania rubens* (L.) Lamour., *Callithamnion corymbosum* (Sm.) Lyngb., *Phyllophora nervosa* (DC.) Grev. и *Ulva rigida* C. Ag из отделов Chlorophyta и Rhodophyta. Из всех доминантов только *C. mediterranea* относится к факультативным компонентам сообщества. Среди бурых водорослей наиболее заметным количественным ростом отличаются *Cystoseira crinita* (Desf.) Bory (осенью) и *Cladostephus spongiosus* (Huds.) C. Ag. (весной и летом). В холодное время года среди красных водорослей по уровню формируемой биомассы лидирует *G. crinale*, а в теплое (весна и лето) – *C. rubrum auctorum*. Сезонное влияние на процесс формирования биомассы сочетается с батиметрическим, что, естественно, затрагивает и видовой состав доминантов на границе разных сред. Если зимой, весной и осенью группы доминирующих видов у поверхности воды и на глубине сложены одинаковыми видами из одного и того же отдела (Rhodophyta), то летом на малой глубине по уровню создаваемой биомассы лидирует *C. rubrum auctorum*, а на большой – *C. mediterranea*. Для доминантного и субдоминантного комплексов по отдельности на обоих горизонтах характерно почти равное число видов (2 и 3 вида-доминанта; 5 и 4 вида-содоминанта), однако коэффициент сходства видов-доминантов на двух горизонтах в несколько раз выше, чем у содоминантов.

Значения индекса Шеннона, рассчитанного по биомассе, у видового комплекса зеленых водорослей варьируют от 1,19 летом до 2,33 осенью. В зимне-весенний период значения индекса одинаковы. У бурых водорослей этот показатель заметно ниже, но и его значения зимой и весной совпадают между собой. Уровень индекса Шеннона у Rhodophyta заметно выше, чем у других отделов. Максимумы данного показателя

у разных отделов разобщены во времени: у Chlorophyta он приходится на осень (2,33), у Phaeophyta – на зимне-весенний период (1,2), у Rhodophyta – на весенне-летний (3,0). Вместе с тем у первых двух отделов степень видового разнообразия совпадает в зимне-весеннее время (по 1,58 – у Chlorophyta; по 1,20 у Phaeophyta) и на один и тот же сезон приходится минимум этого показателя. Комплекс видов Rhodophyta в этом отношении более индивидуализирован, что проявляется не только в более высоких сезонных значениях индекса Шеннона, но и в равной степени разнообразия весной и летом, а также в зимнем минимуме. У всего сообщества альгообрастания индекс Шеннона относительно невысок зимой, в остальное время его значения удерживаются на одном и достаточно высоком уровне: 3,2-3,4 бит (табл. 2). Степень сезонного разнообразия сообществ перифитона зависит и от глубины произрастания. Так, вблизи поверхности воды зарегистрирован максимум индекса Шеннона у летнего сообщества, а на глубине 2–2,5 м – у зимне-осеннего. Среднегодовой уровень анализируемого индекса одинаков на обоих горизонтах.

Зоокомпонент обрастания представлен пятью типами беспозвоночных: Annelida, Arthropoda, Mollusca, Tentaculata, Chordata (табл. 3). Списки видов беспозвоночных были приведены ранее (Гринцов, Мурина и др., 2004).

Таблица 3. Соотношение видов беспозвоночных в таксонах в разные сезоны

Таксон	Сезон			
	зима	весна	лето	осень
Annelida	23	26	21	21
Arthropoda	31	28	28	31
Mollusca	6	8	11	11
Tentaculata	2	2	2	2
Chordata	1	1	1	1

Как видно из табл. 3, распределение видов между таксонами неравномерно. Большая часть видов приходится на представителей Annelida и Arthropoda. При этом в обоих типах число видов в исследованные

сезоны примерно одинаково. В пределах преобладающих таксонов число видов распределено также неравномерно. Так, все виды Annelida представлены классом Polychaeta, а все виды Arthropoda относятся к классу Malacostraca. Распределение видов Malacostraca между отрядами по сезонам представлено в табл. 4, из которой видно, что значительная часть видов ракообразных приходится на бокоплавов (Amphipoda). При этом не выявляется различия числа видов по сезонам. Можно сказать, что обрастание для этой группы – весьма стабильная среда и влияние сезонов, по крайней мере, на число видов несущественно.

Табл. 4. Соотношение видов Malacostraca в разные сезоны

Таксон	Сезон			
	зима	весна	лето	осень
Balanomorpha (надсемейство)	1	1	1	1
Отряды				
Decapoda	3	3	3	5
Isopoda	7	4	4	5
Tanaidacea	1	1	1	1
Amphipoda	20	20	19	19

Mollusca представлены в основном брюхоногими моллюсками (Gastropoda) (зима – 2 вида, весна – 4, лето и осень – по 7 видов). Во все сезоны присутствуют по два вида Bivalvia и Loricata.

Распределение численности беспозвоночных по сезонам представлено в табл. 5.

Табл. 5. Распределение численности (экз./м²) беспозвоночных трех наиболее представленных таксонов по сезонам

Таксон	Сезон			
	зима	весна	лето	осень
Annelida	650	998	1216	1256
Arthropoda	1243	5508	13121	3037
Mollusca	12802	9553	10376	9219

Как видно из табл. 5, в зимний, весенний и осенний сезоны преобладают Mollusca, в основном за счёт двустворчатых моллюсков *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) и *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1790) и только летом она наиболее велика у Arthro-

poda. Численность Annelida – наименьшая из трех таксонов во все сезоны.

В пределах Arthropoda отмечается весьма неравномерное распределение численности (табл. 6).

Табл. 6. Распределение численности (экз./м²) между таксонами Arthropoda по сезонам

Таксон	Сезон			
	зима	весна	лето	осень
Balanomorpha (надсемейство)	357	3	68	18
Отряды				
Decapoda	88	34	51	95
Isopoda	51	906	379	388
Tanaidacea	3	3	37	21
Amphipoda	743	4561	12586	2516

Среди ракообразных наиболее обильный таксон – Amphipoda, численность других таксонов ракообразных значительно ниже, чем у Amphipoda и Isopoda. При этом максимальные значения для менее представленных таксонов выявлены в разные сезоны, что, вероятно, связано с разными сроками размножения особей.

Наименьшее значение биомассы беспозвоночных приходится на весенний сезон (251,48 г/м²), а наибольшее – в летний (1079,92 г/м²). Зимой и осенью значения биомасс близки (65 и 77 г/м² соответственно). Распределение биомассы по типам беспозвоночных весьма неравномерное (табл. 7).

Табл. 7. Распределение биомассы между таксонами беспозвоночных

Таксон	Сезон			
	зима	весна	лето	осень
Annelida	3,91	4,16	2,31	1,68
Arthropoda	4,96	7,56	3,36	2,79
Mollusca	381,42	239,52	1071,29	833,25
Tentaculata	2,36	0,24	2,96	3,14
Всего	392,65	251,48	1079,92	840,86

Почти вся биомасса беспозвоночных приходится на моллюсков, которая, в свою очередь, представлена в основном таковой двух видов двустворчатых моллюсков – *M.*

lineatus и *M. galloprovincialis* – более 95% биомассы. Характер распределения биомассы ракообразных иллюстрируют данные табл. 8.

Табл. 8. Распределение биомассы между таксонами Arthropoda по сезонам

Таксон	Зима	Весна	Лето	Осень
Balanomorpha (надсемейство)	1,33	0,09	0,52	0,44
Отряды				
Decapoda	0,33	0,18	0,33	0,65
Isopoda	0,77	2,08	0,20	0,55
Tanaidacea	0,15	0,17	0,02	0,01
Amphipoda	2,80	5,60	2,28	1,33

Заключение. Фитокомпонента сообщества обрастания искусственного рифа заповедной акватории Карадага сформирована 54 видами, среди которых доминируют красные макроводоросли.

Сопоставление таксономической структуры водорослей перифитона и бентоса акватории Карадага свидетельствует о достаточно высоком разнообразии сообществ обрастания, вдвое превышающем таковое на искусственных рифах в отдельных неохраняемых акваториях Черного моря. Господство монотипных родов, большое количество порядков и семейств с незначительным разнообразием соподчиненных им таксонов указывают на высокое систематическое разнообразие изученного типа растительных сообществ бентали.

Экологическая структура фитоперифитона заповедной акватории характеризуется наличием всех известных для черноморского фитобентоса групп, за исключением пресноводно-соленоводной. Среди альгообразователей преимущественное развитие получают ведущие, однолетние, олигосапробные и морские растения. Экологические спектры каждого из трех отделов макроводорослей индивидуальны и, прежде всего, на уровне лидирующих групп. Их сходство проявляется только в круглогодичном господстве ведущей группы видов.

Сезонная динамика структуры фитоперифитона в акватории Карадага характеризуется весенне-летним пиком разнообразия и

степени видового сходства, круглогодичным доминированием красных водорослей, совпадением перечня групп, лидирующих в экологических спектрах разных отделов в осенне-зимний период, летним максимумом и зимне-весенним минимумом доли видов в большинстве групп, невысоким уровнем индекса Шеннона зимой и равновеликим – в остальное время.

Для флористической структуры фитоперифитона на разных горизонтах характерны черты сходства и различия. У поверхности виды и в ее толще произрастает одинаковое число видов в сообществе, совпадает видовое и родовое разнообразие каждого из трех отделов в отдельно взятые сезоны. Вместе с тем, у поверхности воды выше разнообразие летних сообществ, а на заглубленных частях рифа больше абсолютное и относительное число видов с максимальной и минимальной частотой встречаемости.

Биомасса фитообразователей по сезонам варьирует в широких пределах с максимумом летом и минимумом зимой. Основу растительности по биомассе во все сезоны составляют Rhodophyta. Из трех отделов зеленые водоросли отличаются наибольшей сезонной изменчивостью биомассы. Установлено, что зимой вблизи поверхности воды особенно интенсивно формируется биомасса багрянок, на этом же горизонте выше среднегодовая биомасса зеленых водорослей, среднегодовая и летне-осенняя – бурых.

Группа доминантов фитоперифитона малочисленна, однако слагающие ее виды отличаются 100% встречаемостью в течение года. Господство тех или иных видов разобщено во времени. Комплекс содоминантов втрое разнообразнее. Для сообщества вблизи поверхности воды и на заглубленных частях рифа характерно почти равное число видов доминантов и содоминантов, высокая степень качественного сходства первых и низкая – вторых.

Для структуры фитоперифитона характерны многие черты фитобентоса, а степень его таксономического разнообразия и уровень формируемой биомассы свидетельствуют о биопозитивной роли искусственных

рифов как в охраняемых, так и в сопредельных акваториях Черного моря.

У зоокомпоненты наблюдается разное распределение числа видов в таксонах по сезонам и их количественных характеристик. Если число видов наиболее представленных таксонов примерно одинаковое во все

сезоны, то колебания численности и биомассы весьма велики. Колебания биомассы обусловлены сезонами размножения, с одной стороны, и разным развитием биомассы - с другой. Вариабельность численности, вероятно, детерминирована особенностями размножения представителей каждого таксона.

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

Гринцов В.А., Мурина В.В., Евстигнеева И.К., Макаров М.А. Сообщество обрастания на искусственном рифе в пос. Курортное (Карадаг) // Карадаг. Гидробиологические исследования. – Сб. науч. трудов, посвященный 90-летию Карадагской научной станции НАНУ. Книга 2-я. – Симферополь, СОНАТ, 2004. – С. 152-165.

Дажо Р. Основы экологии. – М.: Изд-во Прогресс, 1975. – 245 с.

Евстигнеева И.К. Сезонная динамика структуры цистозирово- и зостерово-лауренциевых фитоценозов в районе Севастопольской бухты // 7 съезд Укр. бот. общества (Киев,) – Киев, 1982. – С. 291.

Евстигнеева И.К. Структура цистозирово- и зостерово-лауренциевых фитоценозов в некоторых районах крымского побережья Черного моря // Экология моря. – Киев: Наук. думка, 1983. – Вып. 12. – С. 35-41.

Евстигнеева И.К., Гринцов В.А. Количественное развитие и видовое разнообразие макроводорослей на искусственном субстрате в Черном море //

Экология моря. – 2001. – Вып. 12 – С. 11-16.

Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. – М.: Наука, 1989. – 223 с.

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.

Турпаева Е.П. Биологическая модель сообщества обрастания. – М.: Институт океанологии им. П.П. Шишова АН СССР, 1987. – 124 с.

Халаман В.В. Сообщества обрастания мидиевых установок в Белом море // Биология моря. – 2001. – Т. 27, №4. – С. 268 – 278.

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

Wilhm I. Use of biomass units in shannons formula // Ecology, 1968. – 49, N1, – P. 153-156.

Структура і динаміка перифітону штучного рифу (Карадаг). І.К. Євстигнєєва, В.А. Грінцов, І.М. Танковська. Вивчали еколого-таксономічну структуру та особливості формування біомаси фіто- і зооперифітону штучного рифу заповідної акваторії Карадагу в просторово-часовому аспекті. Співставлення таксономічної структури водоростей перифітону і бентосу свідчать про високе різноманіття. Для зооперифітону характерні сезонні відмінності в розподілі видів в таксонах.

Ключові слова: фітоперифітон, зооперифітон, екологічні групи, таксономічна структура, біомаса, сезон, глибина, Карадаг.

Structure and dynamics of periphyton of artificial reef (Karadag). I.K. Evstigneeva, V.A. Grintsov, I.M. Tankovskaya. Ecologo-taxonomical structure and distinctive features of phyto- and zooperiphyton biomass formation on artificial reef in water area of Karadag reservation have been investigated in time-spatial aspect. Comparative analysis of taxonomical structure of periphyton and benthos algae enabled to draw a conclusion about remarkable variety of the periphyton. Zooperiphyton is characterized by season variability in distribution of species in taxons.

Key words: phytoperiphyton, zooperiphyton, ecological groups, taxonomical structure, biomass, season, depth, Karadag.