

И. К. ЕВСТИГНЕЕВА, И. Н. ТАНКОВСКАЯ

МАКРОВОДОРОСЛИ ПЕРИФИТОНА И БЕНТОСА ПРИБРЕЖЬЯ БУХТЫ ЛАСПИ (КРЫМ, ЧЁРНОЕ МОРЕ)

В сравнительно-динамическом аспекте изучены таксономическая структура и продукционные возможности альгоценозов разных жизненных форм на примере перифитона и бентоса бухты Ласпи (Крым, Чёрное море).

Ключевые слова: макрофитобентос, макрофитоперифитон, таксономия, встречаемость, фитомасса, бухта Ласпи, Чёрное море

Важными компонентами обрастания, в том числе и искусственных рифов, являются водоросли-макрофиты. Однако работ, посвященных фитообрастанию Чёрного моря, весьма мало [6, 7, 8] и к настоящему времени макрофитоперифитон большинства участков крымского побережья остаётся для науки белым пятном. Примером этого является бухта Ласпи, расположенная у западной части южного берега Крыма. Интерес к эколого-флористическому анализу этого района во многом связан с его размещением около морского участка государственного заказника «Мыс Айя», с удалённостью от основных источников антропогенного загрязнения и собственным статусом природноаквального комплекса [3]. Кроме того, акватория бухты отличается уникальными рекреационными характеристиками и большими возможностями для размещения марихозяйств [1]. Наша работа, прежде всего, посвящена анализу результатов круглогодичного исследования структуры и динамики макрофитоперифитона (МФП) бухты Ласпи. Однако с учетом того, что соседние акватории являются поставщиками видов, поселяющихся на размещённых здесь же искусственных субстратах, было организовано синхронное исследование растительности естественного твёрдого субстрата бухты для выявления степени инвазии видов макрофитобентоса (МФБ) в сообщества МФП.

Цель работы: изучить видовой состав, таксономическую структуру и продукционные возможности альгоценозов двух жизненных форм (перифитон, бентос) в сравнительном и динамическом аспектах (на примере бухты Ласпи).

Материал и методы. Гидрологическая и гидрохимическая характеристики района исследования подробно описаны в работах [10, 13]. Пробы МФП отбирали круглогодично 1 раз в месяц с 9 станций на вертикальных стенках волнореза на расстоянии 0,5 м от поверхности воды (рис. 1). Волнорез длиной 50 м расположен внутри бухты у восточного берега. От непосредственного влияния вдольбереговых вод он закрыт большим молотом. Первые четыре станции закладывали на левой (восточной), пятую – на торцевой (южной), остальные – на правой (западной) сторонах волнореза. Станции 1 и 9 относились к кутовым участкам волнореза. Все станции, кроме торцевой, располагались приблизительно на равном расстоянии друг от друга. Пробы МФБ отбирали по общепринятой гидробиотической методике [9] с естественного субстрата прилегающей к волнорезу акватории на глубине 0,5 м. Всего собрано 156 количественных и 24 качественные пробы. Для макрофитов определяли видовой состав [5] с уточнением номенклатуры по [12] и их фитомассу. Для оценки структуры альгоценозов применяли коэффициенты встречаемости [2], сходства видов по Жаккару (K_j), доминирования (D_i) [14]. Для описания изменчивости анализируемых характеристик сообщества определяли лимиты и размах их вариации [11], а по коэффициенту вариации (C , %) определяли балл и характер изменчивости биологических признаков [4].

© И. К. Евстигнеева, И. Н. Танковская, 2010
Экология моря. 2010. Спец. вып. 81

По неопубликованным данным ведущего инженера отдела марикультуры и прикладной океанологии (ИнБЮМ НАНУ) Н.И. Чекменевой в местах отбора проб макрофитов разность величин температуры и солёности на станциях вдоль волнореза (в момент отбора проб) была незначительной и составляла 0,1 – 0,2 °С и 0,01 – 0,03 ‰ соответственно. Разность этих же величин между зоной волнореза и местом сбора проб с естественного субстрата (береговая линия центра бухты), а также вдоль волнореза была выше вдвое для температуры и втрое для солёности. В период весенне-летнего прогрева воды (май – сентябрь) разность температуры увеличивалась до 0,6 – 0,8 °С, а во время выхолаживания (декабрь – апрель) возрастает и разность солёности до 0,06 – 0,09 ‰ (зона волнореза – место сбора проб с естественного субстрата). В целом большую часть года в кутовой части волнореза и в месте сбора макрофитобентоса величины температуры и солёности выше, чем у торца волнореза.



Рисунок 1. Схема расположения станций на волнорезе мыса Мартьян в бухте Ласпи (А – западная сторона, Б - восточная сторона волнореза)

Figure 1. The scheme of an arrangement of stations on a cape Martjan breakwater in Laspi bay (A – West side, Б - breakwater East side)

Результаты и обсуждение. Таксономическая структура и встречаемость водорослей МФП. МФП бухты представлен 72 видами, распределенными между 46 родами, 26 семействами, 18 порядками отделов Chlorophyta (Ch), Phaeophyta (Ph) и Rhodophyta (Rh). Ch включает 18 видов (25 % общего видового разнообразия макроальгообитателей волнореза), 8 родов, 4 семейства и такое же количество порядков. Доли последних трёх таксонов в общем разнообразии МФП достигают 22, 15 и 17 % соответственно. Из порядков и семейств Ch самое высокое родовое разнообразие у Cladophorales и Cladophoraceae. Среди родов видовой насыщенностью выделяются *Chaetomorpha* Kütz. (4 вида) и *Cladophora* Kütz. (5 видов), чуть меньше видов рода *Enteromorpha* Link. (3). Остальные роды зелёных водорослей чаще монотипные, реже – двувидовые. Соотношение видов, родов, семейств и порядков Ch: 6 : 2 : 1 : 1.

Ph МФП бухты, по сравнению с Ch, вдвое - втрое богаче по числу надвидовых таксонов, а уровень видового разнообразия выводит этот отдел на третью позицию. Из шести порядков отдела (33 % общего числа порядков в МФП бухты) Sphacelariales включает три семейства, остальные – по одному. Большая часть семейств данного отдела – одновидовые и только три (Corynophlaeaceae, Dictyotaceae, Ectocarpaceae) – двувидовые. О пестроте таксономической структуры Ph перифитона свидетельствует тот факт, что лишь один из родов (*Cystoseira* C. Ag.) представлен двумя видами, остальные – одним. Соотношение числа видов и надвидовых таксонов составляет 2 : 2 : 1 : 1, что указывает на совпадение пропорций родов, семейств и порядков у Ch и Ph.

Rh МФП исследованной акватории, превосходит другие отделы по разнообразию таксономической структуры. Так, на его надвидовые и видовые таксоны приходится от 47 до 60 % таковых в МФП бухты. Превышение абсолютного числа таксонов, и преж-

де всего, семейств и родов, по сравнению с Ch, достигает 1,5 – 5 раз. В отличие от других отделов у багрянок почти половина порядков включает от 2 до 4 семейств с максимумом у Ceramiales. Больше всего родов входит в состав Cryptonemiales, Ceramiales, Corallinaceae, Ceramiaceae и Rhodomelaceae. Однако, из 27 родов Rh только два (*Ceramium* Roth., *Polysiphonia* Grev.) являются политипическими, что также придает некую пестроту таксономическому составу. Соотношение таксонов в порядке возрастания их ранга у багрянок: 5 : 3 : 2 : 1.

Таким образом, таксономическая структура МФП бухты Ласпи отличается пестротой состава, относительно высоким видовым разнообразием сообщества в целом и Rh, в отдельности. Соотношение таксонов разного ранга у каждого из отделов имеет свой вид, но наиболее сходно оно у Ch и Ph. Среди родов значимыми по числу видов являются *Enteromorpha*, *Chaetomorpha*, *Cladophora* из Ch, *Ceramium* и *Polysiphonia* - из Rh. Доля многовидовых родов в составе МФП невелика (18,5 %).

Исследование пространственной динамики видовой структуры МФП показало, что общее число видов на каждой станции в течение года варьирует в узких границах (31 – 45 видов) с максимумом на первых двух станциях с восточной стороны волнореза и минимумом в кутовой части с западной стороны. Среднее число видов составляет 39 ± 3 , а пространственная изменчивость анализируемого признака оценивается коэффициентом C в 11 %, что соответствует «нижней» норме изменчивости признака.

Размах вариации числа видов Ch невелик (5 видов), с чем связано и низкое значение коэффициента C . Максимум числа видов Ch приходится на середину западной стороны волнореза. Число видов этого отдела, среднее для станции, составляет 12 ± 1 .

Пределы варьирования и среднее число видов Ph в МФП ниже, чем у Ch, хотя вариабельность самого признака вдвое выше ($C = 32$ %) и расценивается как «верхне-нормальная». Максимум видов Ph зафиксирован на большей части станций западной стороны.

Число видов Rh колеблется от станции к станции в пределах 17 – 26, достигая в среднем 22 ± 2 . Территориально максимум видов багрянок совпадает с таковым у Ph. Показатели вариабельности видового богатства Rh и всего сообщества сопоставимы между собой.

Общее число видов в фитоценозах на западной и восточной сторонах волнореза мало отличается между собой (57 и 59) и одновременно в 1,5 раза превышает таковое на торце. Эта тенденция в равной мере характерна Rh и Ph с сохранением небольшого перевеса в числе их видов на восточной стороне. Число видов Ch на восточной и торцевой сторонах почти одинаково, тогда как на западную сторону приходится его более-менее выраженный максимум.

Отдельное сопоставление данных для двух кутовых (1 и 9) и торцевой (5) станций позволяет сделать вывод о том, что для бурых, красных водорослей и всего альгоценоза максимум видового разнообразия приходится на левый кут, а минимум – на противоположный. Видовое разнообразие этих отделов во фрагментах сообщества торцевой стороны гидротехнического сооружения количественно промежуточное. Территориальные различия числа видов Ch не столь заметны, хотя и с небольшим преимуществом на торце.

Отсюда следует, что виды Ch отличаются некоторой равномерностью количественного распределения на волнорезе, тогда как другие водоросли заметнее представлены на восточной стороне и слабее – на противоположной. Значения коэффициента флористического сходства фрагментов сообщества на разных станциях свидетельствуют о высоком подобии их видовой структуры в течение всего года ($K_j = 51 - 71$ %). Исходя из среднего значения K_j , можно утверждать, что почти половина видов в течение года обязательно входит в состав альгоценоза на каждой станции, обеспечивая тем самым стабильность функционирования сообщества в целом.

Исследование особенностей временной динамики флористической структуры альгообрастания в бухте Ласпи показало, что видовое разнообразие по месяцам варьирует в более широких границах (22 – 44 вида) и с большим размахом, чем от станции к станции. Максимум разнообразия приходится на конец лета, а минимум – на конец осени. Среднемесячное число видов (32 ± 4), по сравнению со среднестанционным, ниже на семь таксонов. Внутригодовые колебания видового разнообразия невелики ($C = 20 \%$) и соответствуют 2 баллам («нижняя» норма) шкалы варьирования биологических признаков.

Доля суммарного числа видов в разные месяцы по отношению к общегодовому изменяется от 31 (ноябрь) до 61 % (август). В среднем ежемесячно в составе фрагментов альгообрастания можно зафиксировать присутствие $44 \pm 5 \%$ общего числа видов. Размах помесечных колебаний числа видов Ch (7 таксонов) и его среднемесячное значение (8 ± 1) соответственно выше и ниже, чем на разных станциях. Значение коэффициента C указывает на «верхнюю» норму внутригодовой вариабельности числа видов Ch . Пик видового разнообразия таких водорослей приходится на весну и раннее лето, поздней осенью оно крайне невелико.

Ежемесячный комплекс бурых водорослей представлен существенно изменчивым числом видов (1 - 9) с максимумом в августе и минимумом в сентябре. Коэффициент C числа видов Rh заметно превышает таковой у других отделов (58 %), а вариабельность анализируемого признака по семибальной шкале оценивается как «значительная» (4 балла).

Число видов Rh в течение года варьирует приблизительно в той же степени, что и между станциями. Поэтому коэффициент C в этом случае тоже невысок (16 %) и соответствует «нижней» норме варьирования признака.

В целом, помесечная изменчивость видовой структуры в меньшей степени проявляется у Ch и Rh и в большей – у Ph . Минимум числа видов в сообществе и у каждого отдела приходится на осень, максимум у красных и бурых водорослей совпадает во времени (август), а у зелёных он проявляется с марта по июль.

Усреднение данных по сезонам показало, что наибольшее развитие видовой структуры макрообрастателей приходится на весенне-летний период. Причем у зелёных водорослей - весной, у бурых – летом, а у красных – в оба сезона. Минимум видового разнообразия сообщества чаще регистрируется осенью. Вариабельность видового состава МФП наиболее выражена летом ($C = 22 - 44 \%$). Доля видов в этом сезоне (81 %) выше, чем в другие.

Внутригодовая изменчивость характерна и для других таксономических элементов МФП. У Ch наиболее существенно меняется количество видов и родов. Пик числа всех таксонов у Ch зафиксирован в апреле - мае, тогда как минимум чаще смещён на вторую половину года. Сезонные изменения таксономической структуры Ph ещё более выражены, чем у Ch с максимумом в августе и минимумом в последующий за ним период. У Rh число порядков, родов и видов наиболее велико в июле - августе, а семейств – ещё и в декабре. Минимум количества порядков, семейств и родов приходится на апрель, а видов – на этот же месяц и на июль.

В целом, максимум таксономического разнообразия МФП приходится на конец лета, а минимум – на начало и конец осени. Внутрисезонное соотношение порядков, семейств, родов и видов всегда имеет один и тот же вид: 1 : 1 : 2 : 3.

Рассчитанные значения коэффициента K_j свидетельствуют о высоком качественном сходстве таксонов каждого ранга в разные месяцы. Его среднее значение у порядков и семейств достигает 81 и 82 %, у родов и видов – 77 и 70 % соответственно. В наибольшей мере сходство проявляется в смежные месяцы. Кроме того, качественное совпадение семейств особенно выражено во второй половине года, а видов – в его начале и конце.

Круглогодичные исследования МФП бухты Ласпи показывают, что у каждого вида имеется свой уровень встречаемости, который в той или иной мере предопределён местом произрастания на волнорезе и сезоном. Так, значения коэффициента встречаемости видов Ch на волнорезе варьируют от 10 до 100 % с максимумом у *Enteromorpha intestinalis* (L.) Nees., *E. flexuosa* (Wulf.) J. Ag., *Bryopsis plumosa* (Huds.) C. Ag., *Cladophoropsis membranacea* (Hofm. Bang ex C. Ag.) Bórg., *Ulva rigida* C. Ag. и *Chaetomorpha aërea* (Dillw.) Kütz. На долю видов, обитающих на всех станциях, приходится треть видового состава Ch. Пятая часть видов этого отдела встречается в единичных случаях ($R = 10 - 20 \%$), а у остальных показатель R равен $30 - 90 \%$.

У Ph пределы колебаний коэффициента R на станциях не отличаются от таковых у Ch, однако среди них доля видов высокой степени константности вдвое ниже. К ним относятся *Cladostephus spongiosus* (Huds.) C. Ag. и *Sphacelaria cirrhosa* (Roth) C. Ag. Относительно постоянными компонентами сообщества обрастания являются и такие бурые водоросли, как *Scytosiphon simplicissimus* (Clemente) Cremades ($R = 80 \%$) и *Ectocarpus siliculosus* (Dillw.) Lyngb. ($R = 90 \%$). В отличие от Ch, более половины видов Ph являются редкими компонентами МФП бухты. При этом *Sph. cirrhosa* и *Halopteris scoparia* (L.) Sauv. произрастают только на западной стороне волнореза, а *Cystoseira barbata* C. Ag., *Padina pavonica* (L.) Lamour. и *Corynophlaea umbellata* (C. Ag.) Kütz. – на восточной.

Значения коэффициента R видов Rh варьируют в тех же пределах, что и у других отделов. Пятая часть видов багрянок обязательно присутствует во фрагментах сообщества обрастания на разных станциях. Доля видов, зарегистрированных в единичных случаях, приблизительно та же, что и у Ch, и вдвое ниже, чем у Ph.

В целом, фрагменты МФП на каждой из станций неизменно имеют в своем составе пятую часть видов, зарегистрированных в течение года на волнорезе и обладающих максимально высокой встречаемостью. Треть видов зафиксирована на одной - двух станциях.

Отдельный анализ частоты встречаемости видов разных отделов по месяцам показал, что у Ch она меняется от 9 до 100 % с максимумом у *C. membranacea* и *U. rigida*. Довольно часто встречаются *Cladophora albida* (Nees) Kütz. и *Ch. aërea*. Комплекс видов, константных для разных месяцев и станций, совпадает наполовину. Около трети видов Ch (28 %) встречаются редко ($R = 9 - 18 \%$).

У Ph степень варьирования по месяцам показателя R и доля константных видов те же, что и у Ch. Постоянные компоненты сезонных комплексов Ph и на отдельных станциях совпадают. Доля редко встречающихся в течение года видов МФП равна 32 %.

При сохранении пределов колебания коэффициента R доля видов Rh с максимальной частотой встречаемости в разные месяцы выше, а с низкой – та же, что и на отдельных станциях.

В соответствии с имеющейся классификацией видов по показателю встречаемости в МФП бухты Ласпи равное развитие получают группы постоянных (36 %) и случайных (39 %) видов. Четверть видов была отнесена к группе добавочных.

Таким образом, отличия по показателю встречаемости видов в разные месяцы и на отдельных станциях в основном касаются Ch, тогда как для других отделов они проявляются лишь на уровне соотношения видов с разной степенью постоянства.

Фитомасса МФП в течение года варьирует в значительных пределах ($191 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ в феврале – $1339 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ в августе), составляя в среднем $523 \pm 201 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$. Минимум данного показателя у Ph и Rh приходится на начало года, а у Ch – на середину весны. Максимум общей фитомассы видов каждого отдела зарегистрирован в августе. Средняя фитомасса Ph на порядок ниже, чем у других отделов. Значение коэффициента C фитомассы Ch и Rh (77 и 76 %) позволяет отнести изменчивость признака к категориям «большой» и «значительной». У Ph вариабельность фитомассы «аномально высокая».

Среди отделов с января по апрель и в июне - июле по фитомассе господствуют Rh, в остальное время к ним примыкают Ch. Группа доминантов сформирована 7 видами зелёных и красных водорослей. К ним относятся *C. membranacea*, *E. intestinalis*, *U. rigida*, *Gelidium latifolium* (Grev.) Born. et Thur., *Callithamnion corymbosum* (Sm.) Lyngb., *Laurencia obtusa* (Huds.) J. V. Lamour., *Chondrophycus papillosus* (C. Ag.) Garbary et J. Harper. Большинство доминантов входят в состав морской, ведущей и многолетней групп. Встречаемость этих видов в МФП чаще максимальная, а их доля изменяется от 22 до 61 %. Следует отметить, что многие доминанты МФП представляют хозяйственный интерес как сырьё для пищевой и медицинской промышленности.

Группа содоминантов состоит из 8 видов тех же отделов, что и доминанты. К ним относятся *Ceramium rubrum auctorum* (J.Ag.) J. Ag.), *Osmundea truncata* (Kütz.) K.W. Nam et Maggs и перечисленные выше как доминанты *Ch. papillosus*, *C. corymbosum*, *U. rigida*, *E. intestinalis*, *L. obtusa* и *G. latifolium*. Последние шесть видов - факультативные доминанты. Виды, лидирующие в МФП, обладают разной степенью доминирования. Особенно высока она у *C. membranacea* (75 %), за ним следует *Ch. papillosus* (36 %), у других видов коэффициент D_i достигает 18 %.

Индекс Шеннона (H) для альгоценоза изменяется от 1,4 в сентябре до 3,7 – в марте. Его максимум для каждого отдела приходится на первую четверть года, минимум – на третью и четвёртую. Среднемесячное значение H у Rh (2,1) самое высокое, у Ch и Ph оно ниже в 1,6 и 3 раза. Последнее подчеркивает, что для Ph в обрастании не характерна роль ценозообразователей, а их структура является монодоминантной.

Макрофитобентос (МФБ) побережья бухты Ласпи. Сформирован 61 видом из 38 родов, 20 семейств и 11 порядков трёх отделов. Ch представлены 15 видами (24 % общего количества видов, зарегистрированных в МФБ), 8 родами (21 %), 4 семействами (20 %) и таким же количеством порядков (27 %). Свыше трети родов содержат более одного вида. По видовой насыщенности, подобно МФП, выделяются *Enteromorpha* и *Cladophora*. Соотношение порядков, семейств, родов и видов Ch имеет вид: 1 : 1 : 2 : 4. У Ph, по сравнению с Ch, число порядков и родов выше на два соответствующих таксона, видов меньше на три таксона, а семейств - вдвое больше. Доля порядков Ph в бентосной флоре побережья бухты Ласпи наивысшая среди других отделов. Абсолютное и относительное количество семейств совпадает с таковым у Rh. Большинство семейств и родов Ph побережья бухты – монотипные. Соотношение надвидовых и видовых таксонов составляет 1 : 1 : 2 : 2. Пропорции первых у Ch и Ph совпадают, что так же характерно для МФП.

Rh в условиях бухты, как, впрочем, и в бентали Чёрного моря, отличается высоким видовым (56 %) и родовым (53 %) обилием. Если число семейств у багрянок и Ph совпадает, то на долю порядков у Rh приходится треть их общего количества в МФБ бухты. Соотношение таксонов разного ранга у этих водорослей 1 : 2 : 4 : 7. В отличие от выше названных отделов у Rh большинство порядков включает по два семейства. Среди семейств максимум родов принадлежит Ceramiaceae. Среди родов к категории политипичных относятся *Ceramium* (6 видов) и *Polysiphonia* (7), остальные чаще представлены одним и реже двумя видами.

Отделы и виды, слагающие сообщество МФБ бухты, имеют одинаковые пределы частоты встречаемости (100 % у каждого отдела и 10 – 90 % – у видов).

Доля видов с низкой частотой встречаемости ($R = 10 - 20$ %) особенно велика среди Ch. Число видов с максимальной встречаемостью среди Ph составляет четверть, а среди Ch – пятую часть видов каждого отдела. Особенно мало константных видов среди Rh. Каждый месяц в МФБ можно встретить *C. albida*, *E. siliculosus*, *C. rubrum auctorum*, *C. diaphanum* и *Ceramium ciliatum* (Kütz.) K.W. Nam et Maggs.

Общее число видов МФБ в течение года варьирует от 15 до 36, составляя в среднем 25 ± 4 . Максимум и минимум видового разнообразия приходятся соответственно на апрель и февраль. Внутригодовая изменчивость признака отвечает «верхней» норме. Число видов Ch изменяется от 3 (в июле, сентябре, декабре) до 9 (в январе и марте). Их среднемесячное число составляет 6 ± 1 . Коэффициент C свидетельствует о «верхней» норме варибельности этого признака у Ch. Размах внутригодовой вариации и среднее число видов Rh совпадают с таковыми у Ch. Видовое разнообразие Rh по месяцам меняется от 5 в апреле до 20 в феврале со средним значением 14 ± 3 . Варибельность анализируемого признака у багрянок, как и у других отделов, соответствует «верхней» норме.

Обобщение данных по числу видов и его изменчивости в каждом сезоне показало, что сам признак межсезонно меняется мало, однако степень его варибельности в границах конкретных сезонов неодинакова. Осенью число видов варьирует мало ($C = 3\%$), а зимой его изменчивость соответствует «верхней» норме ($C = 41\%$). От зимы к осени степень варибельности снижается во много раз и переходит от «верхней» нормы к «нижней» и к совсем небольшой.

У Ch среднесезонное число видов особенно велико в первой половине года ($6,3 \pm 3,5$ и $7,7 \pm 1,3$) и крайне мало осенью ($4,3 \pm 1,7$). Варибельность признака значительна зимой и летом, в остальное время соответствует «нижней» норме. Среднее для сезона число видов Rh приблизительно одно и то же (6 – 7), за исключением весны, когда оно снижается до 4. Мало меняется среднесезонное число видов и у Rh, хотя варибельность данного показателя внутри сезона соответствует «значительной» (зима и весна) или «нормальной» (лето и осень).

Таким образом, среднее для сезонов число видов в отделах в течение года – мало изменчивый признак. Степень же варьирования среднемесячного числа видов в пределах сезона может быть как «значительной», так и «нижненормальной». Возможно, это связано не только с особенностями вегетации короткоциклических видов водорослей, но и с внутрисезонными флуктуациями абиотических факторов среды.

Фитомасса цистозировых фитоценозов мелководья бухты Ласпи ежемесячно варьирует в таких границах, при которых минимум показателя ($87,5 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$) отличается от максимума ($15014 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$) в сотни раз. В апреле фитомасса фитоценозов крайне мала, а в декабре – особенно велика. Зимой и осенью фитомасса МФБ сопоставима между собой и вдвое – втрое выше, чем в другие сезоны. Среднемесячная фитомасса составляет $4560 \pm 2696 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$, а коэффициент C достигает 95 % (6 баллов, или «очень большая» варибельность).

Фитомасса Ch варьирует от $2,8 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ в конце года и до $665 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ в конце весны, составляя в среднем $192 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ ($C = 105\%$). Среднесезонная фитомасса от зимы ($142 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$) к лету ($291 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$) растёт, а осенью снижается в 5 раз. У Rh минимум (в апреле) и максимум (в декабре) фитомассы различаются на несколько порядков и по времени совпадают с таковыми фитомассы МФБ. Среднемесячная фитомасса Rh достигает $3731 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ ($C = 110\%$). По лимитам и размаху вариаций фитомасса Rh мало отличается от Ph. Минимум данного показателя у Rh ($42 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$) совпадает во времени с Ph, а максимум ($1422 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$) зафиксирован летом. Среднемесячная фитомасса багрянок в несколько раз ниже, чем у Ph, и выше, чем у Ch. Величины доверительных интервалов и коэффициента варибельности фитомассы как по месяцам, так и в пределах конкретных сезонов свидетельствуют о выраженной изменчивости признака, классифицируемой как «большая» (5 баллов), «очень большая» и даже «аномально» большая (6 и 7 баллов).

В целом, виды Ph и Rh в апреле формируют небольшую фитомассу, чем предопределяют минимум показателя у всего альгоценоза. У Ch, в противовес другим отделам, продуцируемая фитомасса особенно велика в конце весны. Декабрьский пик фитомассы МФБ, скорее, связан с биосинтетической деятельностью Ph. В это время функционирование видов Ch в МФБ прибрежья бухты Ласпи несущественно.

Доля общей фитомассы видов каждого отдела в МФБ подвержена внутригодовой изменчивости. При этом минимумы и максимумы анализируемого показателя у Ch и Rh совпадают во времени с таковыми у фитомассы сообщества. У Rh на апрельский минимум фитомассы приходится максимум ее доли в фитомассе МФБ.

Группа доминантов малочисленна и состоит из двух видов цистозиры (Ph) и *C. corymbosum* (Rh). *C. barbata* господствует в сообществе по фитомассе всю зиму, в начале весны, в конце лета и осени. *C. crinita* в такой роли выступает летом, в конце весны и всего года, а *C. corymbosum* – только в апреле. Последние два вида являются облигатными доминантами, а *C. barbata* – факультативным, поскольку в мае выступает и в роли содоминанта. Доля доминантов в общей фитомассе варьирует от 26 до 88 %. В последние два месяца года оба вида *Cystoseira* одновременно выполняют роль лидера. Степень доминирования этих видов приблизительно одинаковая и высокая ($D_t = 71$ и 75 %). У *C. corymbosum* доминирование выражено в меньшей степени. Содоминанты в фитоценозе функционируют с февраля по июль. В этот период они представлены пятью видами: по два из Ph и Rh и одним из Ch. Кроме *C. barbata*, в эту группу входят *S. simplicissimus*, *Laurencia coronopus* J. Ag., *C. ciliatum* и *Enteromorpha prolifera* (O.F. Muller) J. Ag.

Сравнительная характеристика МФП и МФБ бухты Ласпи. Сопоставление структуры альгоценозов двух жизненных форм бентали бухты Ласпи выявило черты сходства и различия. Так, сообщество МФБ характеризуется меньшим таксономическим разнообразием. Из трёх отделов у Rh видовое и таксономическое обилие в 1,2 – 2 раза выше в МФП, чем в МФБ (рис. 2).

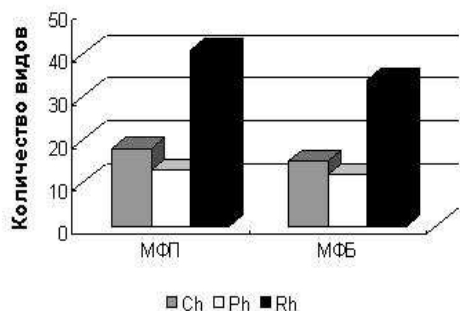


Рисунок 2. Флористическая структура МФП и МФБ бухты Ласпи. Ch – зеленые, Ph – бурые, Rh – красные водоросли
Figure 2. Floristic structure of MPP and MPB of Laspi bay. Ch – green, Ph – brown, Rh – red algae

Анализ сезонных изменений видовой структуры альгоценозов и каждого из трёх отделов показал, что весной и летом в МФП, по сравнению с МФБ, выше общее число видов, в период с весны до

осени – более разнообразен Ch, исключительно летом – Ph, а весь год, кроме осени – Rh. Вместе с тем, многие виды Ph в своем развитии чаще предпочитают естественный субстрат.

На рисунке 3 представлены кривые сезонных изменений видового разнообразия сообществ разных жизненных форм.

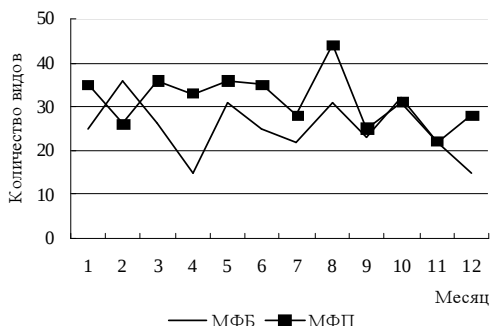


Рисунок 3. Сезонная динамика видовой структуры МФБ и МФП в бухте Ласпи
Figure 3. Season dynamics of the species' structure of MPB and MPP in Laspi bay

Большую часть года характер помесечных изменений показателя в альгоценозах сходный. В начале же года и его конце эти процессы проходят противофазно. Очевидно, такое сочетание минимума разнообразия одного сообществ с максимумом другого

способствуют поддержанию стабильности экосистемы бухты в целом. Выраженная консервативность видовой структуры МФП, скорее, связана с большим постоянством условий обитания в пределах отдельно взятого волнореза, а также с краткостью истории формирования самого ценоза.

В МФП среднемесячное количество видов выше, а степень его сезонной вариабельности ниже, чем в МФБ. Причем «нижняя» норма изменчивости признака в бентосе сочетается с «верхней» в перифитоне. В составе МФП есть порядки, представленные более чем двумя семействами, тогда как в МФБ они отсутствуют. В МФП шире перечень политипических родов Ch и Rh. В структуре ценозов обеих жизненных форм нет совпадения и по соотношению разных таксонов.

Вместе с тем, сообщества МФП и МФБ проявляют сходство, и прежде всего, на уровне Ch и Rh, представленных равным количеством таксонов каждого ранга. Одинаковым или близким к таковому является и соотношение всех таксонов в пределах каждого отдела. В этих сообществах совпадает доля политипических родов, а также перечень подобных родов и семейств у Rh и только семейств – у Ch.

О качественной аналогии МФБ и МФП бухты свидетельствуют высокие значения коэффициента *C* для таксонов разного ранга. Только общий видовой состав совпадает на 61 %, у Ch и Rh – на 74 – 75 %, что чуть ниже, чем у Rh (86 %).

Закключение. 1. Впервые проведённые исследования МФП бухты Ласпи показали, что ему свойственны пестрота таксономического состава, довольно высокое видовое разнообразие всего сообщества и его Rh. Доля надвидовых и видовых таксонов МФП по отношению к бентосной флоре Чёрного моря и его южного побережья достигает 37 – 75 %. **2.** Видовое разнообразие МФП во времени варьирует в более широких границах, чем в пространстве. При этом временная изменчивость данного показателя у Ch и Rh проявляется в меньшей степени, чем у Rh. Качественное сходство таксономической структуры МФП чаще выражено в смежные месяцы. **3.** Большинство видов МФП относятся к категориям постоянных и случайных компонентов ценоза. **4.** МФБ бухты Ласпи отличается от её МФП меньшим таксономическим разнообразием. Среднемесячное число видов на искусственном субстрате выше, а степень его вариабельности ниже, чем на естественном. **5.** Сходство МФП и МФБ проявляется на уровне таксономической структуры Ch и Rh, у которых одинаковые пропорции всех таксонов и равная доля политипических родов в отделах, качественное совпадение таких родов и семейств у Rh, только семейств – у Ch. **6.** Подобие и одновременно существующее своеобразие альгоценозов МФП и МФБ подтверждают значимость гидротехнических сооружений для поддержания биоразнообразия прибрежных акваторий Чёрного моря.

1. Ациховская Ж. М., Чекменёва Н. И. Оценка динамической активности вод района бухты Ласпи (Чёрное море) // Экология моря. – 2002. – Вып. 59. – С. 5 - 8.
2. Дажо Р. Основы экологии. – М.: Изд-во Прогресс, 1975. – 245 с.
3. Ена В. Г. Заповедные ландшафты Крыма. – Симферополь: Таврия, 1989. – С. 49 - 56.
4. Зайцев Г. Н. Математика в экспериментальной ботанике. – М: Наука, 1990. – 296 с.
5. Зинова А. Д. Определитель зелёных, бурых и красных водорослей южных морей СССР. – М.-Л.: Наука, 1967 – 397 с.
6. Гринцов В. А., Загородняя Ю. А., Евстигнеева И. К. и др. Биоразнообразие планктона, сообществ обрастания и зоны заплеска района Карадага в 2002 – 2003 гг. / Летопись природы. Том XX. 2. Флора и растительность. 2003 г. – Симферополь: СОНАТ, 2004. – С. 36 - 55.
7. Гринцов В. А., Мурина В. В., Евстигнеева И. К. Биоразнообразие и структура сообщества обрастания твёрдых субстратов Карадагского природного заповедника (Чёрное море) // Морск. экол. журн. – 2005. – 4, № 3. – С. 37 - 47.
8. Гринцов В. А., Мурина В. В., Евстигнеева И. К. Новые сведения о биоразнообразии сообщества обрастания твердых субстратов в прибрежной зоне Крыма // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. Спеціальний випуск “Гідроекологія”. – 2005. – № 4 (27). – С. 54 - 56.

9. *Калугина-Гутник А. А.* Фитобентос Чёрного моря. – К.: Наук. думка, 1975. – 248 с.
10. *Куфтаркова Е. А., Ковригина Н. П., Бобко Н. И.* Оценка гидрохимических условий бухты Ласпи – района культивирования мидий // Экология моря. – 1990. – Вып. 36. – С. 1 - 7.
11. *Лакин Г. Ф.* Биометрия. Учебное пособие для университетов и педагогических институтов. М.: Высшая школа, 1973. – 343 с.
12. *Мильчакова Н. А.* Макрофитобентос / Еремеев В. Н., Гаевская А. В. Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор). – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 152 - 191.
13. *Неврова Е. Л., Ревков Н. К.* Видовой состав таксоцена бентосных диатомовых водорослей (Bacillariophyta) бухты Ласпи (Чёрное море, Украина) // Альгология. – 2003. – 13, № 3. – С. 269 - 282.
14. *Шенников А. П.* Введение в геоботанику. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. – 447 с.

Институт биологии южных морей НАН Украины
г. Севастополь, Украина

Получено 12.04.2010 г.

I. K. ЄВСТИГНЄВА, I. M. ТАНКОВСЬКА

МАКРОВОДОРСТІ ПЕРІФІТОНУ ТА БЕНТОСУ УЗБЕРЕЖЖЯ БУХТИ ЛАСПІ (КРИМ, ЧОРНЕ МОРЕ)

У порівняльно-динамічному аспекті вивчені таксономічна структура та продукційні можливості альгоценозів різних життєвих форм на прикладі періфітону та бентосу бухти Ласпі (Крим, Чорне море).

Ключові слова: макрофітоперіфітон, макрофітобентос, таксономія, зустрічаємость, фітомаса, бухта Ласпі, Чорне море.

I. K. EVSTIGNEEVA, I. N. TANKOVSKAYA

MACROALGAE OF THE PERIPHYTON AND BENTHOS OF THE LASPI BAY SEASHORE (CRIMEA, BLACK SEA)

Summary

Taxonomic structure and production ability of algaceneses of various life forms have been studied in comparative-dynamic aspect on example of the periphyton and benthos of Laspi bay (Crimea, Black Sea).

Key words: macrophytobenthos, macrophytoperiphyton, taxonomy, abundance, phytomass, Laspi Bay, Black Sea.