

УДК 582.261.1:574 (262.5)

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ПЕРИФИТОНА СТЕКЛЯННЫХ ПЛАСТИН ПРИ РАЗНЫХ СРОКАХ ИХ ЭКСПОЗИЦИИ (КАРАНТИННАЯ БУХТА, ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Лохова Д. С.

*Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины, Севастополь,
dashik8@gmail.com*

В Карантинной бухте Черного моря с помощью экспериментальных стеклянных пластин исследован видовой состав диатомовых водорослей перифитона за 2007–2008 и 2011–2012 годы и даны их эколого-фитогеографические характеристики. Всего обнаружено 102 вида и внутривидовых таксона Bacillariophyta, относящиеся к 2 классам 14 порядкам, 24 семействам, 49 родам. Преобладали бентосные виды (84%). Индекс сходства видов диатомовых водорослей Чекановского-Серенсена по экспериментам двух лет составил 0,6. Для флоры перифитона характерны морские (54%) и солоноватоводно-морские (41%) виды, а по фитогеографической характеристике – аркто-бореально-тропические формы (28%). Установлено, что массовое развитие диатомовых водорослей независимо от сроков экспозиции пластин в море, наблюдается в зимне-весенний сезон.

Ключевые слова: диатомовые водоросли, перифитон, стеклянные пластины, Черное море.

ВВЕДЕНИЕ

Большинство изменений, происходящих в морских экосистемах, отражаются на видовой структуре, составе доминирующих видов и других показателях, связанных с биоразнообразием микрофитобентоса разных экотопов моря. Многолетние исследования микрофитобентоса Черного моря показали, что диатомовые водоросли составляют более 80% общего количества видов микроводорослей [6], их видовое разнообразие и количественное соотношение в перифитоне искусственных субстратов еще недостаточно изучено.

Диатомовые водоросли являются наиболее восприимчивыми к изменениям условий окружающей среды, в том числе к таким факторам, как температура и соленость воды в море [5]. Поэтому, используя эколого-географические сведения о видах диатомовых водорослей, можно охарактеризовать качество воды локальных местообитаний и водоема в целом.

Метод экспериментальных стеклянных пластин для исследования перифитона был применен еще в 1916 году [8], а в последние годы его активно используют как метод биоиндикации [1]. Стеклянные пластины (предметные стекла) являются наиболее удобным субстратом для целей экспериментального изучения формирования фитоперифитонных сообществ, их количественных и продукционных характеристик. Они имеют наиболее нейтральную и прозрачную поверхность, имеющую заданную и относительно одинаковую площадь, что позволяет более точно оценить непосредственно под микроскопом качественный и

количественный вклад компонентов фитоперифитона за определенный отрезок времени и оценить периодичность заселения субстрата, а затем сравнить полученные данные с результатами предыдущих исследований.

Данная работа посвящена видовому составу диатомовых водорослей, обнаруженных в двух экспериментах по экспозиции стеклянных пластин и является частью комплексного исследования количественных и продукционных характеристик фитоперифитона [7].

Цель данной работы – анализ видового состава ДВ стеклянных пластин при разных сроках экспозиции пластин в море и в разные сезоны года.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования диатомовых водорослей послужили пробы двух экспериментов по экспозиции стеклянных пластин в закрытой части моря у выхода из Карантинной бухты (44°36'37" с. ш., 33°30'00" в. д.), отделенной от моря заграждением из бетонных бун. Экспериментальная установка представляла собой металлическую конструкцию, на которую горизонтально закрепляли кассеты с набором стеклянных пластин. Пластины экспонировали на глубине 2 м от дна с января 2007 по январь 2008 гг. с нарастающим сроком экспозиции (от 1 до 13 мес.), а с декабря 2010 по январь 2012 гг. со сроком в один месяц. Пробы отбирали в обоих экспериментах ежемесячно. На протяжении эксперимента по экспозиции стеклянных пластин за период с 2007 по 2008 годы температура воды в море варьировала от 6 до 28°C, а в 2010–2011 гг. – от 7,5 до 22,5°C.

После извлечения пластин из кассеты, внешний вид обрастания фотографировали с помощью фотоаппарата Canon A-640, а также производили микрофотосъемку непосредственно на пластинах фотоаппаратом Sony DSC-P200. Для определения видового состава микроводоросли счищали с пластин стеклянной лопаточкой и производили смыв суспензии, добавляя немного фильтрованной морской воды. На основе полученных смывов водорослей готовили водные препараты, которые изучали и фотографировали в прижизненном состоянии в световом микроскопе «Axioskop 40» С. Zeiss при его увеличениях 10×20, 10×40 и с помощью иммерсионного объектива (10×100). Далее суспензию смывов сливали в емкость для хранения, обрабатывали фиксатором (из расчета 2 мл 96% спирта на 100 мл пробы), пробы этикетировали.

Изучение морфологических структур диатомовых водорослей проводили в водных и постоянных препаратах, приготовленных кислотным способом [2]. Сравнение видового состава по двум экспериментам осуществляли с помощью индекса флористического сходства Чекановского-Серенсена:

$$K_s = 2 \cdot C / (A + B),$$

где С – число общих видов для сравниваемых списков, А, В – число видов в каждом из списков.

Всего собрано и обработано более 70 проб микрофитобентоса.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего в перифитоне стеклянных пластин за периоды исследования 2007–2008 и 2011–2012 годов обнаружено 102 вида и внутривидовых таксона (ввт) Bacillariophyta, которые относятся к 2 классам (Bacillariophyceae, Fragilariaceae), 14 порядкам, 24 семействам, 49 родам. По количеству видов доминируют представители родов *Navicula* Bory de Saint-Vincent (9 видов), *Nitzschia* Hassall (8), *Amphora* Ehrenberg ex Kützing (7), *Licmophora* C. Agardh (6).

Анализ экологических характеристик видов диатомовых водорослей показал, что во флоре водорослей перифитона стеклянных пластин Карантинной бухты бентосные формы составляют 84%, бентопланктонные – 11% и планктонные 5% (рис. 1). По отношению видов к солености воды преобладают морские (54%) и солоноватоводно-морские (41%), что в целом характерно для микрофитобентоса Черного моря [6], и единично представлены солоноватоводные (4%), пресноводно-солоноватоводные виды (2%).

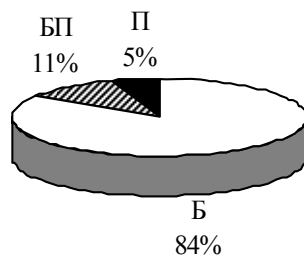


Рис. 1. Экологическая характеристика диатомовых водорослей перифитона стеклянных пластин по жизненным формам

Б – бентосные виды; БП – бентопланктонные виды; П – планктонные виды.

Во флоре диатомовых водорослей Карантинной бухты по фитогеографической характеристике преобладают аркто-бореально-тропические виды (28%) с высоким процентом видов-космополитов (21%), что характерно для локальных мест обитания [6, 7], в то время как в целом для Черного моря характерны виды бореального комплекса (44%) с элементами тропической флоры. Кроме того, в бухте отмечены бореальные и бореально-тропические – по 20%, и аркто-бореальные виды – 11%.

Из общего количества обнаруженных видов (102) при длительном сроке экспозиции отмечено 85 [6], а при ежемесячной экспозиции в течение 2011–2012 годов – 54 вида (табл. 1). Сравнение видового состава диатомовых водорослей с помощью индекса Чекановского-Серенсена по результатам двух экспериментов показало 60% флористического сходства, что можно объяснить близкими условиями обитания водорослей.

Всего выявлено 13 круглогодичных видов, из них колониальные формы: *Achnanthes longipes* C. Agardh, *Berkeleya rutilans* (Trentep.) Grunov, *Licmophora abbreviata* C. Agardh, *L. flabellata* (Grev.) C. Agardh, *Navicula ramosissima* (Agardh)

Cleve, *Striatella unipunctata* (Lyngb.) C. Agardh, *Tabularia fasciculata* (C. Agardh) D.M. Will. et Round и одиночноживущие: *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reim. et Lewin, *Nitzschia tenuirostris* Mereschk., *Amphora hyalina* Kütz., *Pleurosigma elongatum* W.Smith, *Gyrosigma fasciola* (Ehrenberg) J.W. Griffith et Henfrey, *Nitzschia hybrida* f. *hyalina* Proschk.-Lavr.

Анализ сезонной динамики видового состава диатомовых водорослей стеклянных пластин 2-х экспериментов показал, что наибольшее количество видов зарегистрировано при накопительном сроке пребывания пластин в море, поскольку длительное нахождение субстрата под водой способствует увеличению видового разнообразия водорослей. Несмотря на разные сроки экспозиции стеклянных пластин в море, суммарно наибольшее число видов отмечено весной (65) и летом (68), что характерно и для каждого эксперимента в отдельности (табл. 1).

Таблица 1

Сезонная динамика количества видов диатомовых водорослей перифитона стеклянных пластин Карантинной бухты Черного моря

Сезон года	Количество видов		
	2007–2008 гг.	2011–2012 гг.	Всего
Зима	40	25	47
Весна	59	29	65
Лето	48	43	68
Осень	14	38	44
Всего	85	54	102

В зимне-весенний сезон как при накопительных сроках экспозиции (с января по март 2007 г. при температуре воды 8–9°C), так и при ежемесячном сроке (февраль 2011 г. при 7,5°C), зарегистрирован наибольший вклад диатомовых водорослей в обрастание пластин, отмечено 70 и 29 видов, соответственно, а также максимальная их численность [4].

Наибольший максимум развития диатомовых водорослей перифитона стеклянных пластин наблюдался в зимне-весенний период, который может сдвигаться во времени в зависимости от температуры воды в море [6], что характерно и для других экотопов моря: эпилитона, эпифитона, эпизоона и перифитона [6]. В этот сезон стекла обычно обильно обрастают колониями *A. longipes*, *S. unipunctata*, *L. flabellata*, *L. abbreviata*, *B. rutilans*, которые прикрепляются к пластинам с помощью слизистых образований и формируют сложные разветвленные колонии. Это позволяет одиночноживущим видам *N. hybrida* f. *hyalina*, *Amphora hyalina*, *Pleurosigma elongatum* активно заселять свободную площадь субстрата, или прикрепляться к нему как *Cocconeis scutellum* Ehrenberg, или оседать бентопланктонным видам *C. closterium*, *Coscinodiscus jonesianus* (Greville) Ostefeld.

В апреле-мае с увеличением температуры воды в море (10–18°C) особых изменений в составе видов не наблюдалось, но отмечена тенденция сокращения колониальных видов, разрушения их колоний и увеличения количества

одиночноживущих видов. В апреле 2007 г. (10°C) отмечено максимальное видовое разнообразие диатомовых водорослей, при этом на пластинах наблюдаются все виды, которые встречались в предыдущие месяцы.

Летом при дальнейшем увеличении температуры воды до 28°C (2007 г.) и 22,5°C (2011 г.) активно развиваются виды *N. tenuirostris*, *C. closterium*, *Okekenia inflexa* (de Bréb. ex Kütz.) De Toni, *Gyrosigma tenuissimum* (W. Sm.) Griff. et Henfr, но при температуре воды в море выше 20°C отмечено большее число видов рода *Amphora*, особенно часто встречаются *A. hyalina*. Летом 2011 г. отмечено массовое развитие колоний *Berkeleya micans* (Lyngb.) Grun. ex V.H. и *Neosynedra provincialis* (Grun.) D.M. Will. et Round, что не наблюдалось в 2007 году.

В сентябре-октябре 2007 года при снижении температуры воды от 21 до 18°C значительных изменений в составе диатомовых водорослей не зарегистрировано, но в 2011 году при температуре 15°C отмечено массовое развитие колоний *Neosynedra provincialis*, а также вида *Nitzschia longissima* Grun. В ноябре-декабре со снижением температуры до 9°C снова наблюдалось активное развитие диатомовых водорослей, возрастает количество их колоний, активно развивается *L. flabellata*, *A. longipes*, *S. unipunctata*. В декабре 2011 и январе 2012 гг. наряду с развитием этих видов, на стеклах зарегистрировано массовое развитие одиночноживущего вида *C. scutellum*. В январе-феврале на пластинах вновь наблюдается многоярусное сложноструктурированное обрастание диатомовых водорослей.

ВЫВОДЫ

Всего в перифитоне стеклянных пластин Карантинной бухты зарегистрировано 102 вида и ввт Bacillariophyta, которые относятся к 2 классам, 14 порядкам, 24 семействам, 49 родам. В 2007–2008 гг. обнаружено 85 видов, в 2010–2011 гг. – 54, при индексе флористического сходства водорослей 0,6. Число видов водорослей колебалось по сезонам двух лет: зима – 47, весна – 65, лето – 68, осень – 44. Во флоре перифитона бухты бентосные виды составляют 84%, бентопланктонные – 11% и планктонные – 5%; преобладают морские формы (54%) и аркто-бореально-тропические элементы флоры (28%). Установлено, что видовое разнообразие диатомовых водорослей зависит от температурного режима, сезона года, сроков и длительности экспозиции экспериментальных пластин в море.

Список литературы

1. Глушенко Л.А. Структура фитоперифитона в оценке качества воды разнотипных водных объектов бассейна реки Енисей: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. биол. наук / Л.А. Глушенко. – Красноярск, 2010. – 23 с.
2. Диатомовый анализ. – Л.: Госгеолиздат, 1949. – 238 с.
3. Кучерова З.С. Динамика численности и биомассы диатомовых водорослей в ценозе обрастаний / З.С. Кучерова // Биология моря. – 1975. – Вып. 35. – С. 67–73.
4. Лохова Д.С. Диатомовые водоросли перифитона стеклянных пластин при разных сроках их экспозиции в Карантинной бухте Черного моря в зимне-весенний сезон / Д.С. Лохова, Л.И. Рябушко // Альгология (Актуальные проблемы современной альгологии: IV междунар. конф., 23-25 мая 2012 г.: тез. докл.). – 2012. – Suppl. – С. 174–175.

5. Прошкина-Лавренко А.И. Диатомовые водоросли – показатели солености воды / А.И. Прошкина-Лавренко // Диатомовый сборник ЛГУ. – Л., 1953. – С. 186–205.
6. Рябушко Л.И. Микрофитобентос Черного моря: автореф. дис. на соискание науч. степени докт. биол. наук / Л.И. Рябушко. – Севастополь, 2009. – 44 с.
7. Рябушко Л.И. Видовой состав и количественная оценка микроводорослей перифитона стеклянных пластин (Крым, Черное море) / Л.И. Рябушко, Ю.К. Фирсов, Д.С. Лохова // XIII з'їзд Українського ботан. товариства, 19–23 вересня 2011 р.: матеріали. – Львів, 2011. – С. 322.
8. Hentschel E. Biologische Untersuchungen über die tierischen Pflanzlichen Bewchs im Hamburger Hafen / E. Hentschel // Mitt. Zool. Hamb. – 1916. – Vol. 33. – P. 1–176.

Лохова Д. С. Видовий склад та еколого-географічні характеристики діатомових водоростей перифітону скляних пластин при різних термінах їх експозиції (Карантинна бухта, Чорне море) // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2012. Вип. 7. С. 33–38.

У Карантинній бухті Чорного моря за допомогою експериментальних скляних пластин досліджено видовий склад діатомових водоростей перифітону за 2007 – 2008 і 2011 – 2012 роки та надані їх еколого-фітогеографічні характеристики. Всього виявлено 102 вида і внутрішньовидового таксону Bacillariophyta, що відносяться до 2 класів, 14 порядків, 24 родин, 49 родів. Переважали бентосні види (84 %). Індекс подібності видів Чекановського-Серенсена ДВ по експериментам двох років склав 0,6. Для флори перифітону характерні морські (54 %) і солоноватоводно-морські (41 %) види, а по фітогеографічній характеристиці – аркто-бореально-тропічні форми (28 %). Встановлено, що масовий розвиток діатомових водоростей незалежно від терміну експозиції пластин в море, спостерігається в зимово-весняний сезон.

Ключові слова: діатомові водорості, перифітон, скляні пластини, Чорне море.

Lokhova D. S. Species composition, ecological and phytogeographical characteristics of glass plates periphyton diatoms at different terms of their exposure (Karantinnaya Bay, The Black Sea) // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2012. Iss. 7. P. 33–38.

In Karantinnaya Bay of the Black Sea species composition of glass plates periphyton diatoms were studied during 2007 – 2008 years and 2011 – 2012 years. Their ecological and phytogeographical characteristics were given. 102 taxa of Bacillariophyta were found belonged to 2 classes, 14 orders, 24 families, 49 genera. Benthic species were dominated (84 %). Index of species similarity of Chekanowski-Sorensen was 0.6 for two experiments. For periphyton flora marine (54 %) and marine-brackish (41 %) species and arctic-boreal-tropical forms (28 %) are typical. It was found, that the massive diatoms development is observed in the winter-spring season regardless of exposition terms of plates in the sea.

Key words: diatoms, periphyton, glass plates, The Black Sea.